CONFERENCE BOOK

EUROPEAN CONFERENCES 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
APRIL 3 – 5, 2026 TIRAN

ISBN: 978-625-5694-93-5

EUROPEAN CONFERENCES 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
APRIL 3 – 5, 2026
TIRAN

Edited By
PROF. DR. NAİLE BİLGİLİ

Issued: 25.04.2026
ISBN: 978-625-5694-93-5

ASSOCIATION & ACADEMIC INCENTIVES :
In the conference 48 papers have been presented by Turkish participants and 72 papers by international participants.
Members of the organizing committees of the conference perform their duties with an "official assignment letter"

The Contents Of This Book Are Solely Those Of The Authors.
Bu Kitabın içeriğinin tüm sorumluluğu yazarlarına aittir.

Web: www.balkankongresi.org Contact: balkankongresi@gmail.com

CONFERENCE ID

EUROPEAN CONFERENCES 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

DATE – PLACE

APRIL 3 – 5, 2026
TIRAN

ORGANIIZATION

ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & JOURNALS

EVALUATION PROCESS

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

PARTICIPATING COUNTRIES

Turkey – Eritrea- Yemen- Kyrgyzstan- Nigeria- Kenya – Chile- Qatar – Azerbaijan- Ethiopia- United Arab Emirates- Spain- Kazakhstan- Nigeria – Egypt – Albania- Iran- China- Oman- Singapore- Palestine- Ghana- Mexico- South Korea- Pakistan-

PRESENTATION

Oral presentation

No part of this book may be reprinted or reproduced or utilized in any form or by any electronic, mechanical or any other means, now known or hereafter invented, including photocopying and recording, or in any form of information storage or retrieval systems, without permission from the publishers.
Academy Global–2026©

CONGRESS ORGANIZING BOARD

Prof. Dr. Hülya Çiçek - Gaziantep Universitesi

Prof. Dr. Ali Bilgili - Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Naile Bilgili - Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. Başak Hanedan - Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Hajar Huseynova - Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Prof. Dr. Dwi Sulisworo - Ahmad Dahlan University

Prof. Zain Musa - Royal Academy of Cambodia

Prof. Dr. Sameer Jain - NICMAR University

Prof Yakup Babayev - Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Prof. Dr. Suyatno - Ahmad Dahlan University

Prof. Dr. Al-Rashiff H. Mastul -Mindanao State University

Prof. Dr. Alhisan U. Jemsy - Mindanao State University

Prof. Dr. Elif Akpınar Külekçi - Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Mehtap Kavurmacı - Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Belkıs Özkara - Afyon Kocatepe Üniversitesi

Prof. Dr. Mavlonova Ugiloy Khamdamovna - Zarmed University

Assoc. Prof. Dr. Aysel Arslan - Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Yeliz Çakır Sahilli - Munzur Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Sıddık BAKIR - Ataturk Universitesi

Assoc. Prof. Dr. Berna Koçak - Munzur Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Irade Kerimova - Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Dhesi Ari Astuti - Ahmad Dahlan University

Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat Baran - Batman Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Aydın - Dicle Üniversitesi

Assoc. Prof. Dody Hartanto - Ahmad Dahlan University

Assoc. Prof. Dr. Rungchacadaporn - Ahmad Dahlan University

Assoc. Prof. Nazile Abdullazade - Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Assoc Prof. Dr. Feran Aşur - Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Assoc Prof. Dr. Erkan EFİLTİ - Kırgızistan-Türkiye Manas University

Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti - Ahmad Dahlan University

Assoc. Prof. Ivaylo Staykov - New Bulgarian Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Abbas Ghaffari - Tebriz Universitesi

Assoc. Prof. Dr. Yasemin Taş - Gazi Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Yeganə Qəhrəmanova - Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Bülent Işık - Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Nurkan Yılmaz - İnönü Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Həmzə Əliyev- Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Sevra Fırıncıoğulları

Assist. Prof. Ihwan Ghazali - Technic University of Malaysia

Assist. Prof. Dr. Abışov Elşad Şərəfxan oğlu- Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Assist. Prof. Dr. Mahrukh Dovlatzade - Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Assist. Prof. Dr. Naci Büyükkaracığan- Selçuk Üniversitesi

Assist. Prof. Dr. Songül Atak - Dicle Üniversitesi

Lecturer Mehmet Nuri Ödük - Selçuk Üniversitesi

Dr. Fatih İ. Kurşunmaden - Selçuk Üniversitesi

Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini Heydarlou –

Dr. Dadash Mehravari - Tebriz Universitesi

Dr. Aynurə Əliyeva - Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Dr. Gültekin Gürçay

Dr. Amaneh Manafidizajı

Scientific & Review Committee

Prof. Dr. Hülya Çiçek – Turkiye

Prof. Dr. Emine Koca – Turkiye

Prof. Dr. Fatma Koç – Turkiye

Prof. Dr. Valide Paşayeva - Türkiye

Prof. Dr. Ali Bilgili - Turkiye

Prof. Dr. Naile Bilgili - Turkiye

Prof. Dr. Başak Hanedan – Turkiye

Prof. Dr. Aysel Güven - Turkiye

Prof Dr. Bülent Kurtişoğlu – Turkiye

Prof. Dr. Hajar Huseynova – Azerbaijan

Prof. Dr. Dwi Sulisworo – Indonesia

Prof. Dr. Natalia Latygina – Ukraina

Prof. Dr. Yunir Abdrahimov – Russia

Prof. Muntazir Mehdi – Pakistan

Prof. Dr. T.Venkat Narayana Rao – India

Prof. Dr. İzzet Gümüş – Turkiye

Prof. Dr. Mustafa Bayram – Turkiye

Prof. Dr. Saim Zeki Bostan – Turkiye

Prof. Dr. Hyeonjin Lee – China

Prof. Yakup Babayev - Azerbaijan

Prof. Dr. Suyatno – Indonesia

Prof. Dr. Zain Musa – Cambodia

Prof. Dr. Sameer Jain – India

Prof. Mehdi Mohammadzade – Iran

Prof. Dr. Ika Maryani – Indonesia

Prof. Dr. Guler Yenice – Turkiye

Prof. Dr. Elif Akpınar Külekçi – Turkiye

Prof. Dr. Mavlonova Ugiloy Khamdamovna – Uzbekistan

Prof. Dr. Mehtap Kavurmacı – Türkiye

Prof. Dr. Belkıs Özkara – Türkiye

Prof. Dr. Al-Rashiff Hamjilani Mastul – Philipinnes

Prof. Dr. Alhisan U. Jemsy – Philippines

Assoc. Prof. Dr. Aysel Arslan - Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Sıddık Bakır – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Meryem Öztürk - Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Yeliz Çakır Sahilli - Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Berna Koçak - Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Dhesi Ari Astuti – Indonesia

Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Aydın - Turkiye

Assoc Prof. Dr. Feran Aşur – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Yasemin Taş – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Bülent Işık - Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Nurkan Yılmaz - Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Sevra Fırıncıoğulları - Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Abdulsemet Aydın – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat Baran - Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Dilorom Hamroeva - Ozbekistan

Assoc. Prof. Dr. Abbas Ghaffari – Iran

Assoc. Prof. Ivaylo Staykov - Bulgaria

Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti – Indonesia

Assoc. Prof. Dr. Ümit Ayata – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Həmzə Əliyev - Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Okan Sarıgöz – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Eda Bozkurt – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Ahmet Topal – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Mesut Bulut – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Fahriye Emgili – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Sandeep Gupta – India

Assoc. Prof. Dr. Veysel Parlak – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Mahmut İslamoğlu – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade – Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Irade Kerimova - Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Yeganə Qəhrəmanova – Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Ali Vandshoari – İran

Assoc. Prof. Dr. Dinara Fardeeva – Rusya

Assoc. Prof. Dr. Göksel Ulay – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Erkan Efilti - Kirgizhstan

Assist. Prof. K. R. Padma – India

Assist. Prof. Dr. Omid Afghan - Afghanistan

Assist. Prof. Dr. Maha Hamdan Alanazi - Saudi Arabia

Assist. Prof. Dr. Dzhakipbek Altaevich Altayev - Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. Amina Salihi Bayero – Nigeria

Assist. Prof. Dr. Ahmad Sharif Fakheer - Jordania

Assist. Prof. Dr. Dody Hartanto - Indonesia

Assist. Prof. Dr. Ihwan Ghazali - Malaysia

Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini Heyladou – Iran

Assist. Prof. Dr. Bazarhan İmangalieva - Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. Keles Nurmaşulı Jaylıbay - Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. Mamatkuli Juraev – Ozbekistan

Assist. Prof. Dr. Kalemkas Kalibaeva – Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. Bouaraour Kamel – Algeria

Assist. Prof. Dr. Alia R. Masalimova - Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. Amanbay Moldibaev - Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. Ayslu B. Sarsekenova - Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. Bhumika Sharma - India

Assist. Prof. Dr. Gulşat Şugaeva – Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. K.A. Tleubergenova - Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. Cholpon Toktosunova – Kirgizia

Assist. Prof. Dr. Hoang Anh Tuan – Vietnam

Assist. Prof. Dr. Songül Atak - Türkiye

Assist. Prof. Dr. Botagul Turgunbaeva - Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. Dinarakhan Tursunalieva - Kirgizia

Assist. Prof. Dr. Yang Zitong – China

Assist. Prof. Dr. Gulmira Abndirasulova – Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. Imran Latif Saifi – South Africa

Assist. Prof. Dr. Murat Genç – Turkiye

Assist. Prof. Dr. Monisa Qadiri – India

Assist. Prof. Dr. Vaiva Balciuniene – Lithuania

Assist. Prof. Dr. Meltem Avan – Turkiye

Assist. Prof. Dr. Abışov Elşad Şərəfxan oğlu - Azerbaijan

Assist. Prof. Dr. Mahrukh Dovlatzade – Azerbaijan

Assist. Prof. Dr. Naci Büyükkaracığan – Turkiye

Assist. Prof. Dr. Raihan Yusoph – Philippines

Dr. Que-Nhu Duong - Vietnam

Dr. Fatih İ. Kurşunmaden – Turkiye

Dr. Mehmet Nuri Ödük – Turkiye

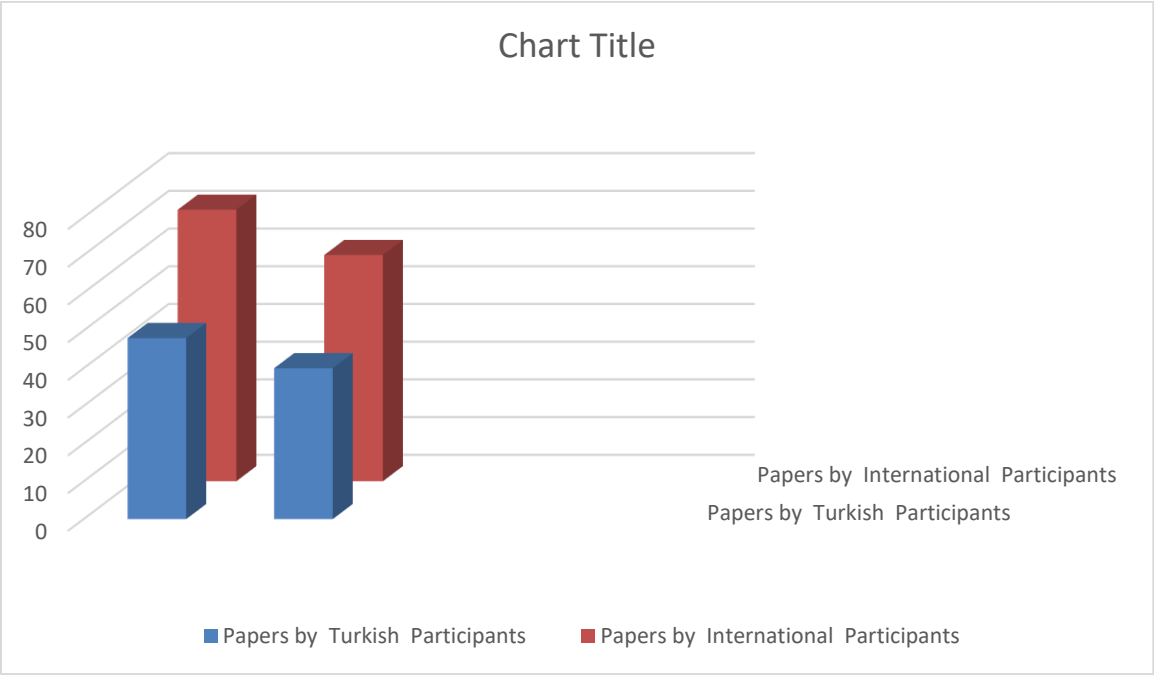
Dr. Ayşe Baran - Turkiye

Dr. Aynurə Əliyeva - Azerbaijan

Dr. Sonali Malhotra – India

Dr. Amaneh Manafidizaji – Iran

	Number of paper	*%*
Papers by Turkish Participants	48	40
Papers by International Participants (25 Countries)	72	60,00



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Personel Daire Başkanlığı

Sayı : E-16710634-03-903.07.02-2300384284 01.12.2023
Konu : Doç.Dr.Elif AKPINAR KÜLEKÇİ'nin Görevlendirilmesi

MİMARLIK VE TASARIM FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

İlgi : 29.11.2023 tarihli ve E-53120705-000-2300381989 sayılı belge.

Fakülteniz Peyzaj Mimarlığı Bölümü öğretim üyelerinden Doç.Dr.Elif AKPINAR KÜLEKÇİ'nin, Yükseköğretim Genel Kurulunun 15.06.2023 tarihli, 10 sayılı oturumunda alınan 2023.10.183 sayılı kararı gereğince Doçentlik Başvuru Şartlarında bulunan ve doçent olacak adaylardan istenen "Diğer uluslararası/ ulusal bilimsel toplantının düzenleme komitesinde resmi olarak görevlendirilmiş üniversite akademisyen temsilcisi bulunması zorunludur." maddesi gereğince, Academy Global Conference & Journals tarafından yapılan kongrelerin düzenleme kurullarında yolluksuz ve gündeliksiz olarak görevlendirilmesi Rektörlüğümüzce uygun görülmüştür.

Bilgilerini ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr. Ömer ÇOMAKLI
Rektör

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Doğrulama Kodu: 87c7a395-d4b6-4f7a-abc6-5dee8674e3d1 Doğrulama Adresi: https://www.turkiye.gov.tr/ataturk-universitesi-ebys

Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü 25240 Erzurum
Tel: +90 442 2311023
Elektronik Ağ: www.atauni.edu.tr
Kep Adresi: atauni@hs01.kep.tr
Bilgi: Mehmet KOÇ
Faks: +90 442 2361014
E-Posta: personel@atauni.edu.tr

EUROPEAN CONFERENCES 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
APRIL 3 – 5, 2026 – TIRAN

NO : **AC- 9A - 2026. 347U– 3845**
Konu : Akademik Teşvik Uygunluk Belgesi 20/04/2026

İLGİLİ MAKAMA

Academy Global Conferences tarafından düzenlenen **European Conferences 9. Uluslararası Sağlık, Mühendislik ve Uygulamalı Bilimler Kongresi 3-5** Nisan 2026 tarihlerinde Tiran'da 26 farklı ülkeden akademisyenin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Kongre kapsamında sunulan 120 bildirinin 48'i Türkiye'den, 72'si ise farklı 25 ülkeden katılan akademisyenler tarafından sunulmuştur. Kongre, 16 Ocak 2020 Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğine getirilen "Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurt dışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışında en az beş farklı ülkeden sözlü tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarıdan fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır." değişikliğine uygun olarak düzenlenmiştir.

Bilgilerinize arz ederiz

Saygılarımızla

Prof. Dr. Elif Akpınar Külekçi

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES
EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES
EU ExArt 8TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
April 3 – 5, 2026
TIRAN

Kongre Bağlantı Linki :

Join Zoom Meeting

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

Meeting ID: 885 7151 8350

Passcode: 202224

ÖNEMLİ AÇIKLAMA (Lütfen okuyunuz)

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

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,

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Assoc. Prof. Dr. Seher Dirican**	1	STRUGGLE OF ALGAE WITH CLIMATE CHANGE	Assoc. Prof. Dr. Seher Dirican
		2	EVALUATION OF GREEN WATER FOOTPRINT IN THE AXIS OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY	Assoc. Prof. Dr. Seher Dirican
		3	THE EFFECTS OF LACTIPLANTIBACILLUS PLANTARUM APPLICATION ON RHIZOSPHERE MICROBIOME DYNAMICS IN SOYBEANS GROWN UNDER ALKALINE CONDITIONS	Assoc. Prof. Dr., Özge Kahraman Ilıkkan Muhammed Fatih Kaya Ece Fidan Elif Cemre Dönmez Assoc. Prof. Dr. Emre Aksoy
		4	DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF SUSTAINABLE SLA RESINS	MSc. Student, Azra ALBAYRAK Assoc. Prof. Fatma Nur PARIN
		5	SUMACH (Rhus coriaria L.) AND ITS POTENTIAL THERAPEUTIC BENEFITS ON HUMAN HEALTH	Prof. Dr H.Ahmet DEVECİ Lecturer Ayla DEVECİ
		6	ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL EFFECTS OF CURCUMIN	Prof. Dr H.Ahmet DEVECİ Lecturer Ayla DEVECİ
		7	Heterologous Expression of Chitosanase from Bacillus sp. in Escherichia coli	Sevgi SAİD Doç. Dr. Emel ORDU Dr. Öğr. Üyesi Günseli KURT GÜR
		8	COMPARATIVE ANTI-TUMOR EFFECTS OF SPIRAMIDE AND HYDROQUINIDINE IN NEUROBLASTOMA: INDUCTION OF APOPTOSIS AND SUPPRESSION OF PROLOFERATION AND MIGRATION	Assoc.Prof.Dr. Turan Demircan
		9	On the rare species Heinemannia festivallla ([Denis & Schiffermüller], 1775) (Lepidoptera, Elachistidae) in the fauna of Türkiye	Muhabbet KEMAL Hanife UÇAK Selma Seven Çalışkan Mustafa ÖZDEMİR Kesran AKIN Erdem SEVEN
		10	SUBLETHAL TOXICITY OF METHIDATHION ON THE *EISENIA FETIDA*	Res. Asst., Muhterem Elif DEMİRAĞ Res. Asst. Dr., Melodi YENMİŞ Sude ÖZDEMİR Assoc. Prof. Dr., Esra AKAT ÇÖMDEN

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Assoc. Prof. Dr. Aydanur AYDIN**	1	GERIATRIC MASSAGE AND MENTAL HEALTH in OLDER ADULTS	Döne GÜNAY Sevda UZUN
		2	ANIMAL-ASSISTED THERAPIES AND MENTAL HEALTH IN THE ELDERLY	Döne GÜNAY Sevda UZUN
		3	ECO-THERAPEUTIC CARE: SUSTAINABILITY AND BIOPHILIC NURSING INTERVENTIONS IN THE HEALING PROCESS	Assoc. Prof. Dr. Aydanur AYDIN
		4	DIGITAL COMPASSION: A TECHNOLOGICAL AND PSYCHOSOCIAL TRANSFORMATION PARADIGM IN PATIENT-CENTERED CARE	Assoc. Prof. Dr. Aydanur AYDIN
		5	ABDOMİNAL MASSAGE İN PATİENTS RECEİVİNG MECHANİCAL VENTİLATİON SUPPORT: AN EFFECTİVE NURSİNG INTERVENTİON FOR SUPPORTİNG GASTROİNTESTİNAL FUNCTİONS	Yusuf Yüce Doç. Dr. Diğdem LAFÇI BAKAR
		6	AN EVALUATION OF LAUGHTER YOGA STUDIES IN NURSING WITHIN THE SCOPE OF GRADUATE THESES	Doç. Dr. Nurten Gülsüm BAYRAK Hemşire Gül KIRDEMİR

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Doç. Dr. İsmail Şah HAREM**	1	FİBROMİYALJİ SENDROMU TANISI OLAN KİŞİLERDE SOSYO-DEMOGRAFİK VE KİŞİSEL FAKTÖRLERİN AĞRI ŞİDDETİNİ YORDAYACI ETKİLERİNİN İNCELENMESİ	Araş. Gör., Aybüke İrem SAYLAM Prof. Dr., Gülay DİRİK
		2	İKİNCİ EVRE MEME KANSERİ TANILI 66 YAŞINDAKİ KADIN DANIŞANDA MANEVİ YÖNELİMLİ BDT UYGULAMASI: BİR VAKA ANALİZİ	Uzm. Dr. Hanife Musa
		3	THE INVİSİBLE BURDEN: PAİN AND VASCULAR COMPLİCATİONS AFTER TRANSFEMORAL CORONARY ANGİOGRAPHY	Mizgin Bakır Doç. Dr. Diğdem LAFÇI BAKAR
		4	EVALUATION OF POSTGRADUATE THESES ON EMOTIONAL LABOR IN THE FIELD OF NURSING	Doç. Dr. Nurten Gülsüm BAYRAK Yüksek Lisans Öğrencisi Tuğçe KÖSE
		5	VETERİNER HEKİMLİKTE YAPAY ZEKA'NIN KULLANIMI	Doç. Dr. İsmail Şah HAREM
		6	PREBİYOTİK VE PROBİYOTİKLERİN VETERİNER HİSTOLOJİDE KULLANIMI	Doç. Dr. İsmail Şah HAREM

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Asst. Prof. İbrahim ARUK**	1	CLASSIFICATION OF TOMATO DISEASES UNDER REAL FIELD CONDITIONS: COMPARATIVE ANALYSIS OF EFFICIENTNET MODELS	Asst. Prof. İbrahim ARUK
		2	PERFORMANCE ANALYSIS OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR AGRICULTURAL PRODUCT PRICE FORECASTING USING MARKET RECORDS	İskender Atalay Asst. Prof. Hüseyin BODUR
		3	CODE TRANSFORMATION PLATFORM FOR MIGRATING BUSINESS RULES BETWEEN FRAMEWORKS	Raim Özgür Ceren Ulus M. Fatih Akay
		4	OPTIMIZING CLINICAL DECISION SUPPORT: A COMPARATIVE INFORMATICS STUDY OF DATA MINING ARCHITECTURES FOR BREAST CANCER DIAGNOSIS	Mustafa Hassan Abdirashid Doç. Dr. Mehmet Feyzi Akşahin
		5	SOME CIRCLE CONSEPTS VIA b-METRIC PRESERVING FUNCTIONS	Doç. Dr. Nihal TAŞ Ayşenur ŞEN

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Dr. Öğr. Üyesi Belgin ŞEKER HIRÇIN**	1	DEVELOPMENT PROJECT OF 100% RECYCLABLE LIGHTWEIGHT THERMOPLASTIC ELASTOMER-BASED AUTOMOTIVE TRUNK LINER	R&D Project Manager, Ahmet Nazif Ketencioğlu Design Engineer, Kaan Yazgan R&D Process Engineer, Didem Elif Soydan
		2	THE EFFECT OF APPLIED LOAD ON THE TRIBOLOGICAL PERFORMANCE OF POLYAMIDE 6.6 COMPOSITE REINFORCED WITH CARBON FIBRE	Öğrenci Yusuf Berkay CAN Prof. Dr. Hüseyin ÜNAL
		3	THE EFFECT OF SLIDING SPEED ON THE FRICTION AND WEAR BEHAVIOUR OF GLASS FIBER REINFORCED POLYOXYMETHYLENE COPOLYMER COMPOSITE	Öğrenci Yusuf Berkay CAN Prof. Dr. Hüseyin ÜNAL
		4	AN INTEGRATED COMPUTATIONAL FRAMEWORK FOR STRUCTURAL VERIFICATION AND MASS OPTIMIZATION OF INSERTS IN SATELLITE SANDWICH PANELS	Abdullah Emre Aksoy Prof.Dr. Olcay Ersel Canyurt
		5	STRUCTURAL DESIGN AND INTEGRATION OF HIGH BYPASS RATIO TURBOFAN ENGINES INTO NARROW-BODY AIRCRAFT WINGS	Asst. Prof. Dr. Şaban Ulus Student, Bedirhan Dülger Student, Mustafa Enes Öztürk
		6	BUHAR SIKIŞTIRMALI SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE R1234yf ve R513A SOĞUTUCU AKIŞKANLARIN KULLANIMININ KARŞILAŞTIRILMASI	Öğr. Gör. Ümit İŞKAN Prof. Dr. Mehmet Direk
		7	BÜYÜME GERİLMELERİNİN TOMRUK VE KERESTE KALİTESİNE ETKİLERİ	Dr. Öğr. Üyesi Belgin ŞEKER HIRÇIN
		8	ODUN PLASTİK KOMPOZİTLERDE ULTRAVİYOLE IŞINIMI, TERMAL VE BİYOLOJİK BOZUNMA MEKANİZMALARININ SİNERJİK ETKİLERİNİN İNCELENMESİ	Dr. Öğr. Üyesi Belgin ŞEKER HIRÇIN

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Dr. Öğr. Üyesi Hakan ERKEK**	1	AKARSU TAŞKINLARINA SEBEP OLAN YÜZEN CİSİMLERİN TUZAKLANMASI	Prof. Dr., Ömerul Faruk Dursun Dr., İsa Cici
		2	Video-Based Detection and Tracking of Floating Woody Debris in Open-Channel Flow Using YOLO and Kalman Filter	Assoc. Dr. Enes Gül Prof. Dr., Ömerul Faruk Dursun Dr., İsa Cici
		3	SUSTAINABLE RECYCLING OF PHOTOVOLTAIC SOLAR PANEL WASTE IN CEMENT MORTARS: EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF MECHANICAL AND PHYSICAL PROPERTIES	Dr. Sevcan BARLAS ÖZGÜVEN
		4	Effect of Ground Motion Incidence Angle on Steel Frames	Dr. Öğr. Üyesi Hakan ERKEK
		5	YER, MEKÂN ve SANAT	Prof. Dr. Elmas ERDOĞAN Fadime İBİŞ
		6	UZAKDOĞU BAHÇE KÜLTÜRÜNDE ESTETİK FELSEFENİN MEKÂNSAL BAĞLAMDA YENİDEN OKUNMASI	Fadime İBİŞ Prof. Dr. Elmas ERDOĞAN
		7	FOTOVOLTAİK MODÜLLERİN GERİ DÖNÜŞÜM YÖNETİMİ: ANKARA İLİ İÇİN GERİ DÖNÜŞÜM STRATEJİLERİ	Öğr. Gör. Dr., Taner DİNDAR
		8	VIBRATION ANALYSIS–TEST CORRELATION OF AN ALSI10MG ADDITIVELY MANUFACTURED SPACE BRACKET	MELİSSA BEYAZ Dr. Öğr. Üyesi METE BAKIR

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Prof. Dr. Bilal ACAR**	1	ALBANİAN HONEY WİNE: TRADİTİON, TECHNİCAL STANDARDS AND MARKET POTENTİAL	Klotilda Marku Aida Shkurti
		2	SOLUTION-ORIENTED STRATEGIES FOR SUSTAINABLE GROUNDWATER MANAGEMENT IN WATER-SCARCE AGRICULTURAL AREAS: KONYA CLOSED BASIN EXAMPLE IN TÜRKİYE	Prof. Dr. Bilal ACAR
		3	FUNCTIONAL YOGURT FORMULATIONS WITH FREEZE-DRIED ARONIA AND BEETROOT: EFFECTS ON MICROBIAL STABILITY, ANTIOXIDANT ACTIVITY AND SENSORY QUALITY	Assistant Professor Elif Şeyma Bağdat Assistant Professor Nurten Beyter Associate Professor İlkay Yılmaz Associate Professor Özge Kahraman Ilıkkan Lecturer, Gökçe Genç Associate Professor Beril Köse Associate Professor Esen Yeşil Production and Planning Manager İlknur Okumuşoğlu
		4	THE ROLE OF FOOD NEOPHOBIA IN CONSUMER BEHAVIOR AND NOVEL FOOD ACCEPTANCE	Yağmur Özcan Prof. Dr. Yeşim Elmacı
		5	EVALUATION OF THE FOOD PAIRING CONCEPT IN TERMS OF FOOD QUALITY AND CONSUMER PERCEPTION	Yağmur Özcan Prof. Dr. Yeşim Elmacı

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Assoc. Prof. Dr. Zührem YAMAN**	1	THE RELATIONSHIP BETWEEN SUSTAINABILITY DISCOURSES AND FINANCIAL PERFORMANCE: AN ANALYSIS OF FLAG CARRIER AIRLINES FROM THE WORLD'S 50 MOST DEVELOPED COUNTRIES	Selin KANBER Doç.Dr. Emrah KOPARAN
		2	FINANCIAL TECHNOLOGY AND BANKING SECTOR DYNAMICS	Asst. Prof. Dr. Çağlar HAMARAT
		3	THE IMPACT OF DIGITAL TRANSFORMATION ON BUSINESS COMPETITION STRATEGIES	Dr. Öğr Üyesi Oya Önalan Hasan Sefa Bütüner
		4	STRATEJİK YÖNETİMDE VERİ TEMELLİ KARAR ALMA YAKLAŞIMLARI VE VERİ KALİTESİNİN STRATEJİK KARARLAR ÜZERİNE ETKİSİ	ENES ŞEN Dr.Öğr.Üyesi OYA ÖNALAN
		5	VİZYONER LİDERLİK İLE STRATEJİK PERFORMANS İLİŞKİSİ: KAVRAMSAL BİR MODEL ÖNERİSİ VE MİCROSOFT VAKA ANALİZİ	Lisansüstü Öğrencisi Emin DÖNMEZ Dr. Öğr. Üyesi Oya ÖNALAN
		6	WOMEN'S VOICES IN DIGITAL BROADCASTING: A TRANSFORMATION ANALYSIS IN RADIO AND PODCAST FIELDS	Öğr. Gör. Özgür YILMAZ
		7	THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN E-COMMERCE	Öğr. Gör. Özgür YILMAZ Dilek MARAŞLI
		8	TRACES OF CULTURAL SUSTAINABILITY IN THE CUISINE OF BATMAN FROM ANCIENT MESOPOTAMIA	Assit. Prof. Dr. NURHAYAT İFLAZOĞLU
		9	THE GUILTY PLEASURE OF LATE-NIGHT FOOD DELIVERY: THE HEDONIC-MORAL CYCLE IN PLATFORM-MEDIATED FOOD CONSUMPTION	Assoc. Prof. Dr. Zührem YAMAN
		10	GAMIFICATION AND HEALTHY EATING BEHAVIORS: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS FROM A MARKETING PERSPECTIVE	Assoc. Prof. Dr. Zührem YAMAN

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES April 3 – 5, 2026 TIRAN Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
3 Nisan / April 3, 2026 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 9	**Dr. Hasan Suat AKSU**	1	SUBSTANCE USE INDICATORS: PARENTAL PRE-INTERVENTION OBSERVATIONS AND INDIVIDUAL PRE- AND POST-INTERVENTION CHANGES	Dr., Hilal Kaya Bal Dr. Öğr. Üyesi, Elvan Kiremitçi Camöz
		2	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN SOSYAL GÖRÜNÜŞ KAYGISI VE YEME TUTUM DAVRANIŞI ARASINDDAKİ İLİŞKİ	Ezgi Ceren ERGİN Dr. Öğr. Üyesi Ferihan TANRIKUT
		3	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN SOSYAL GÖRÜNÜŞ KAYGISI VE YEME TUTUMU ARASINDAKİ İLİŞKİ	Psk. Ezgi Ceren ERGİN Dr. Öğr. Üyesi Ferihan TANRIKUT
		4	TRAFİK KAZASI DENEYİMİ YAŞAMIŞ GENÇ YETİŞKİNLERİN ÖLÜM FARKINDALIĞI VE FİZİKSEL AKTİVİTE DAVRANIŞLARINA İLİŞKİN FENOMENOLOJİK BİR ARAŞTIRMA	Dr. Hasan Suat AKSU Dr. Hasan Tahsin KAVLAK
		5	MADDE BAĞIMLILIĞI TEDAVİSİ GÖRMÜŞ BİREYLERİN DOĞA DENEYİMLERİNE İLİŞKİN FENOMENOLOJİK BİR ARAŞTIRMA	Dr. Hasan Suat AKSU Dr. Hasan Tahsin KAVLAK
		6	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE SOSYAL BAĞLILIK VE DİJİTAL BAĞIMLILIK ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ	EMİR KÖPRÜLÜ Prof.Dr. Tuğba YILMAZ BİNGÖL

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Dr. Grace Mwangi, Assoc. Prof. Dr. Joseph Ncube**	1	GLOBAL BURDEN OF INFECTIOUS DISEASES AND HEALTHCARE RESPONSE IN AFRICA	Prof. Dr. Amina Okoye, Dr. Samuel Tunde, Fatima Diallo
		2	NUTRITION AND CHILDHOOD DISEASE PREVENTION IN SUB-SAHARAN AFRICA	Dr. Grace Mwangi, Assoc. Prof. Dr. Joseph Ncube
		3	HEALTHCARE ACCESSIBILITY AND CHALLENGES IN RURAL KYRGYZSTAN	Assis. Prof. Dr. Aibek Toktogulov, Jamila Omurzakova
		4	MENTAL HEALTH SERVICES DEVELOPMENT IN KYRGYZSTAN: A STRATEGIC OVERVIEW	Prof. Dr. Elmira Karabaeva, Dr. Bakyt Asanaliev, Dinara Ismailova
		5	EPIDEMIOLOGY OF MALARIA IN YEMEN AND PREVENTATIVE MEASURES	Assoc. Prof. Dr. Mahdi Al-Hakim, Dr. Sana Ahmed
		6	MATERNAL AND CHILD HEALTHCARE CHALLENGES IN CONFLICT-AFFECTED AREAS OF YEMEN	Dr. Ahmed Al-Saleh, Wafa Al-Eryani, Prof. Dr. Hanan Khalid
		7	EMERGING PATTERNS IN CHRONIC DISEASES AND PUBLIC HEALTH IN ERITREA	Prof. Dr. Selam Tesfay, Dr. Yohannes Ghebre
		8	VACCINATION UPTAKE AND PUBLIC HEALTH OUTCOMES IN ERITREA	Dr. Meron Habte, Assis. Prof. Dr. Sara Ghebreab, Mesfin Desta
		9	STRATEGIES FOR WATER SANITATION TO REDUCE DISEASES IN ERITREAN COMMUNITIES	Dr. Fikirte Kidane, Dr. Michael Abraham

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Dr. Hyunwoo Park**	1	ADVANCES IN BIOACTIVE COMPOUNDS EXTRACTION FROM FUNCTIONAL FOODS	Prof. Dr. Min-Jae Lee, Dr. Su-Yeon Kim
		2	APPLICATION OF NANOTECHNOLOGY IN FOOD PRESERVATION AND SAFETY	Dr. Hyunwoo Park
		3	DEVELOPMENT OF NATURAL FOOD ADDITIVES FROM PLANT EXTRACTS	Assoc. Prof. Dr. Zahra Mohammadi, Fatemeh Hosseini, Reza Karimi
		4	EVALUATION OF PROBIOTIC STRAINS FOR DAIRY PRODUCT ENRICHMENT	Dr. Sara Ahmadi, Milad Farzan
		5	SHELF-LIFE EXTENSION TECHNIQUES FOR PERISHABLE FOOD ITEMS	Prof. Dr. Muhammad Aslam, Dr. Ayesha Khan, Asim Raza
		6	OPTIMIZATION OF ENZYMATIC PROCESSING FOR FOOD TEXTURE IMPROVEMENT	Dr. Nadia Qureshi, Abdul Rehman
		7	IMPACT OF FOOD PACKAGING MATERIALS ON QUALITY AND SAFETY	Dr. Carlos Mendoza, Prof. Dr. Ana Torres, Luis Ramirez, Maria Lopez

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Dr. José Hernández,**	1	ADVANCES IN NANOMATERIALS FOR SUSTAINABLE ENERGY APPLICATIONS	Prof. Dr. Jong-Hoon Kim, Dr. Min-Soo Lee, Seung-Jae Park
		2	OPTIMIZATION OF SMART GRID SYSTEMS USING MACHINE LEARNING TECHNIQUES	Assoc. Prof. Dr. Eun-Ji Choi, Hee-Won Lim
		3	DESIGN AND ANALYSIS OF STRUCTURAL HEALTH MONITORING SYSTEMS	Dr. Reza Alizadeh, Ali Nazari, Samira Mohammadi
		4	RECENT DEVELOPMENTS IN RENEWABLE ENERGY HARVESTING METHODS	Assis. Prof. Dr. Farhad Mousavi, Dr. Leyla Tabrizi, Nima Shariati, Hamid Rezaei
		5	APPLICATION OF IoT IN INDUSTRIAL AUTOMATION AND CONTROL	Prof. Dr. Muhammad Aslam, Dr. Zara Khan
		6	DEEP LEARNING TECHNIQUES FOR DEFECT DETECTION IN MANUFACTURING	Asif Malik, Dr. Sana Qureshi, Amna Tariq, Prof. Dr. Kamran Siddiqi Imran Javed
		7	ADVANCED ROBOTICS FOR PRECISION AGRICULTURE	Dr. Carolina Ruiz, Prof. Dr. Enrique Mendoza, Luis Torres
		8	SMART TRANSPORTATION SYSTEMS AND TRAFFIC MANAGEMENT USING AI	Assis. Prof. Dr. Ivan Morales, María Gutierrez
		9	INTEGRATION OF BIOMATERIALS IN CIVIL ENGINEERING FOR ENHANCED DURABILITY	Dr. José Hernández, Raúl Jiménez, Prof. Dr. Laura Sánchez

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Dr. Samuel Okoro,**	1	SUSTAINABLE WATER RESOURCE MANAGEMENT IN AFRICAN URBAN AREAS	Dr. Samuel Okoro,
		2	ADVANCES IN WASTE-TO-ENERGY TECHNOLOGIES FOR AFRICAN COMMUNITIES	Kofi Mensah, Dr. Nana Yeboah, Abena Boateng
		3	ASSESSING SOIL REMEDIATION TECHNIQUES IN KYRGYZSTAN'S INDUSTRIAL ZONES	Assoc. Prof. Dr. Aida Sadykova, Ermek Nurtaziev, Bakytbek Osmonov
		4	AIR POLLUTION IMPACTS ON PUBLIC HEALTH IN KYRGYZSTAN URBAN CENTERS	Dr. Gulnara Toktogonova, Assis. Prof. Dr. Mirlan Bektemirov
		5	EVALUATION OF SOLID WASTE MANAGEMENT SYSTEMS IN YEMEN	Faisal Al-Hadhrami
		6	STRATEGIES FOR MITIGATING WATER POLLUTION IN YEMENI AGRICULTURE	Dr. Hana Mohammed, Saeed Al-Saadi, Assoc. Prof. Dr. Lubna Al-Din
		7	MONITORING ENVIRONMENTAL CHANGES USING REMOTE SENSING IN ERITREA	Prof. Dr. Teklemariam Haile, Dawit Gebreselassie, Dr. Selam Kidane
		8	FLOOD RISK ASSESSMENT AND MANAGEMENT IN ERITREAN COASTAL ZONES	Nega Berhane, Assis. Prof. Dr. Hiwot Tesfai

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES April 3 – 5, 2026 TIRAN Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
3 Nisan / April 3, 2026 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Assis. Prof. Dr. Maha Al-Rashdi**	1	MATERNAL HEALTHCARE ACCESS AND SOCIOECONOMIC BARRIERS AMONG WOMEN IN RURAL KYRGYZSTAN	Prof. Dr. Meerim Aitmatova Dr. Bakytgul Uulu
		2	PERCEPTIONS AND PRACTICES OF ANTENATAL NUTRITION AMONG PREGNANT WOMEN IN BISHKEK	Dr. Nurgul Isaeva Zamira Sadykova Gulzat Sultanalieva
		3	PSYCHOSOCIAL STRESSORS AND COPING STRATEGIES AMONG PREGNANT WOMEN IN THE WEST BANK	Assoc. Prof. Dr. Lina Barghouti Dr. Hala Najjar
		4	BARRIERS TO ADEQUATE PRENATAL CARE IN GAZA: PERSPECTIVES OF WOMEN AND HEALTH PROVIDERS	Dr. Abeer Khalil Mohammed Saleh Ayah Abu Seir
		5	IMPACT OF WOMEN'S EDUCATION ON MATERNAL AND INFANT HEALTH OUTCOMES IN SINGAPORE	Dr. Cheryl Tan Liew Wei Ling Prof. Dr. Siti Rahimah Dr. Jasmine Goh
		6	CULTURAL INFLUENCES ON CONTRACEPTIVE USE DECISIONS AMONG SINGAPOREAN WOMEN	Assoc. Prof. Dr. Sharon Lee Samantha Tan
		7	PREGNANCY-RELATED HEALTH LITERACY AND OUTCOMES IN OMANI WOMEN	Assis. Prof. Dr. Maha Al-Rashdi
		8	SOCIAL SUPPORT NETWORKS AND MATERNAL WELL-BEING DURING PREGNANCY IN OMAN	Assis. Prof. Dr. Abdullah Al-Balushi Dr. Salima Al-Yahyaei Huda Al-Shukaili

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Assoc. Prof. Dr. Hua Chen,**	1	ADVANCES IN NANOMATERIALS FOR ENERGY STORAGE APPLICATIONS	Prof. Dr. Wei Zhang, Dr. Li Ming, Chen Yu
		2	SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF BIOCOMPATIBLE POLYMER COMPOSITES	Assoc. Prof. Dr. Hua Chen, Zhang Lei
		3	NANOSTRUCTURED CERAMICS FOR HIGH-TEMPERATURE APPLICATIONS: CHALLENGES AND PROSPECTS	Dr. Saeed Moghaddam, Assis. Prof. Dr. Leyla Hamidi, Reza Farrokhi
		4	MICROSTRUCTURAL ANALYSIS OF METAL ALLOYS UNDER CYCLIC LOADING CONDITIONS	Mehrdad Rouhani, Dr. Fatemeh Ghorbani
		5	MECHANICAL PROPERTIES ENHANCEMENT IN ALBANIAN ALUMINUM ALLOYS	Prof. Dr. Arben Kodra, Dr. Elena Hoxha, Ilir Meta
		6	CORROSION BEHAVIOR AND MITIGATION TECHNIQUES OF STEEL IN MARINE ENVIRONMENTS	Dr. Fatos Dervishi, Kujtim Leka
		7	DEVELOPMENT OF BIODEGRADABLE MATERIALS FOR MEDICAL IMPLANTS	Prof. Dr. Amira El-Sayed, Dr. Karim Hassan
		8	EFFECTS OF HEAT TREATMENT ON TITANIUM ALLOY MICROSTRUCTURE	Assoc. Prof. Dr. Maha Abdallah, Nourhan Adel, Ahmed Fathy
		9		

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Prof. Dr. Mona Samir,**	1	APPLICATIONS OF DEEP LEARNING IN MEDICAL IMAGE ANALYSIS	Prof. Dr. Wei Zhang, Li Na
		2	ETHICAL IMPLICATIONS OF AI IN SOCIETY: A CHINESE PERSPECTIVE	Dr. Minghui Chen, Assoc. Prof. Dr. Xiaoling Zhao, Feng Liu
		3	ENHANCING NATURAL LANGUAGE PROCESSING WITH TRANSFER LEARNING TECHNIQUES	Sahar Mohammadi, Dr. Navid Rahimi
		4	AI-DRIVEN PREDICTION MODELS FOR ENVIRONMENTAL MONITORING	Dr. Hamed Shirazi, Assis. Prof. Dr. Mahsa Kiani, Neda Azizi
		5	MACHINE LEARNING APPROACHES TO CYBERSECURITY THREATS DETECTION	Arben Dervishi
		6	INNOVATIONS IN AI FOR AGRICULTURAL OPTIMIZATION	Prof. Dr. Elira Hoxha, Arjan Kola, Dr. Sokol Dobi
		7	DEVELOPING SMART CITY INITIATIVES USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE	Dr. Ahmed Hassan, Assoc. Prof. Dr. Mariam El-Sharif, Tarek Khaled, Sara Abdo
		8	AI IN EDUCATION: PERSONALIZED LEARNING SYSTEMS FOR STUDENTS	Prof. Dr. Mona Samir, Mohamed Fawzy
		9	AUTONOMOUS VEHICLES AND THE FUTURE OF TRANSPORTATION IN EGYPT	Assis. Prof. Dr. Youssef Adel, Rania Sherif, Dr. Mahmoud Fathy

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Dr. Saltanat Kenzhegulova**	1	ECO-FRIENDLY MATERIALS IN SUSTAINABLE INTERIOR DESIGN	Prof. Dr. Chinedu Okeke, Dr. Ifeoma Nwosu, Adaobi Eze
		2	THE IMPACT OF NATURAL VENTILATION ON INDOOR AIR QUALITY IN URBAN BUILDINGS	Ibrahim Musa, Assoc. Prof. Dr. Amina Abdullahi
		3	SMART WATER MANAGEMENT SYSTEMS FOR URBAN ENVIRONMENTS	Alikhan Baimuratov, Assis. Prof. Dr. Dana Zhussupova, Murat Kulmanov, Yasmina Serikova
		4	GREEN INFRASTRUCTURE STRATEGIES IN CITY PLANNING: A CASE STUDY	Dr. Saltanat Kenzhegulova, Jamilya Umirzakova
		5	BIODIVERSITY AND URBAN LANDSCAPE INTEGRATION IN SPAIN	Assoc. Prof. Dr. Marta Sanchez, Dr. Luis Fernandez
		6	ADVANCED WASTE RECOVERY TECHNIQUES IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING	Josep Martinez, Clara Gomez, Prof. Dr. Elena Ruiz, Miguel Ortega, Sara Diaz
		7	ENERGY-EFFICIENT HVAC SYSTEMS FOR COMMERCIAL BUILDINGS IN DUBAI	Dr. Saeed Al Mansouri, Assis. Prof. Dr. Fatima Khalid
		8	SUSTAINABLE URBAN WATER RESOURCES MANAGEMENT AND PLANNING	Mohammed Al Falasi, Prof. Dr. Layla Ibrahim, Youssef Nasser, Hana Saeed, Dr. Khalid Ahmed

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES April 3 – 5, 2026 TIRAN Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
3 Nisan / April 3, 2026 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 9	**Assoc. Prof. Dr. Meron Tadesse**	1	SUSTAINABLE URBAN DESIGN STRATEGIES FOR RAPIDLY GROWING CITIES	Prof. Dr. Alemayehu Gebremedhin, Selamawit Tesfaye, Dawit Abebe
		2	TRADITIONAL ETHIOPIAN ARCHITECTURE AND ITS INFLUENCE ON MODERN DESIGN	Assoc. Prof. Dr. Meron Tadesse
		3	INTEGRATING CULTURAL HERITAGE INTO CONTEMPORARY AZERBAIJANI ARCHITECTURE	Dr. Leyla Mammadova, Farid Huseynov, Nigar Safarova
		4	ADVANCES IN DIGITAL TOOLS FOR ARCHITECTURAL DESIGN AND VISUALIZATION	Assis. Prof. Dr. Kamran Aliyev, Dr. Elvin Hasanov
		5	CLIMATE-RESPONSIVE ARCHITECTURE: CASE STUDIES FROM CHILE	Prof. Dr. Pablo Rojas, Maria Sanchez, Jorge Alvarez, Lucía Herrera
		6	URBAN REGENERATION AND COMMUNITY PARTICIPATION IN CHILEAN CITIES	Dr. Sofía Martínez, Assoc. Prof. Dr. Rodrigo Escobar
		7	INNOVATIONS IN ARCHITECTURAL MATERIALS FOR DESERT ENVIRONMENTS	Dr. Fatima Al-Kuwari, Assis. Prof. Dr. Saeed Al-Thani

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 10	**Prof. DR. Nourredine Cherifi,**	1	THE INTERPLAY OF RELIGION AND PHILOSOPHY IN AZERBAIJANI CULTURAL CONTEXT	Nigar Mammadova, Elvin Huseynov,
		2	PHILOSOPHICAL FOUNDATIONS OF RELIGIOUS BELIEFS IN MODERN AZERBAIJAN	Farid Aliyev, Leyla Ismayilova
		3	THE INFLUENCE OF ISLAMIC PHILOSOPHY ON CONTEMPORARY ETHICS IN IRAN	Dr. Mohammad Rezaei, Lec. Simin Ahmadi,
		4	RELIGION AND PHILOSOPHY: A CRITICAL STUDY OF REASON AND FAITH IN IRANIAN THOUGHT	Ali Karimi, Fatemeh Hosseini,
		5	RELIGIOUS PHILOSOPHY AND NATIONAL IDENTITY IN ALGERIA	Assoc. Prof. Dr. Yacine Belkacem, Amira Bouzid, Karim Mansouri,
		6	THE ROLE OF PHILOSOPHY IN SHAPING ALGERIAN THEOLOGICAL DISCOURSE	Prof. DR. Nourredine Cherifi,
		7	THE SYNTHESIS OF RELIGIOUS AND PHILOSOPHICAL THOUGHT IN GEORGIAN INTELLECTUAL TRADITIONS	Dr. Nino Beridze, Dr. Levan Tsereteli,
		8	MODERN GEORGIAN PHILOSOPHICAL REFLECTIONS ON THE MEANING OF FAITH	Tamar Javakhishvili, Assis. Prof. Dr. Giorgi Kapanadze,
		9		

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES

April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Prof. Dr. Yılmaz KARA**	1	POLITENESS AS A LINGUISTIC AND PRAGMATIC CATEGORY IN ENGLISH AND UZBEK DISCOURSE	Mavlonova Ugiloy Khamdamovna
		2	ÇASEY VE STEAM YAKLAŞIMLARININ BÜTÜNLEŞTİRİLMESİNİN GÜZEL SANATLAR EĞİTİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	Rabia ORUÇ
		3	REGGIO EMILIA ESİNLİ EĞİTİM MODÜLÜNÜN ÖĞRETMEN ADAYLARININ YAKLAŞIMA İLİŞKİN BİLGİ DÜZEYLERİNE ETKİSİ	Doktora Öğrencisi Ecehan Atmaca
		4	EVALUATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN SCIENCE EDUCATION FROM THE PERSPECTIVE OF SCIENCE TEACHER CANDIDATES	Prof. Dr. Hasan BAKIRCI Graduate Student İsmail ERTAŞ Prof. Dr. Yılmaz KARA
		5	AN EXAMINATION OF THE 2024 SCIENCE CURRICULUM IN LIGHT OF SCIENCE TEACHERS' EXPERIENCES: FROM THE PERSPECTIVES OF TEACHERS WITH AND WITHOUT MASTER'S DEGREES	Prof. Dr. Hasan BAKIRCI Graduate Student Metin BOZKAYA Prof. Dr. Yılmaz KARA
		6	ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN TEACHING AND LEARNING: OPPORTUNITIES, CHALLENGES AND PEDAGOGICAL REFLECTIONS	Dr. Öğr. Üyesi HÜLYA KÜÇÜKOĞLU
		7	ETHICAL IMPLICATIONS OF EDUCATIONAL TECHNOLOGIES PRIVACY AND DATA PROTECTION	Dr. Öğr. Üyesi HÜLYA KÜÇÜKOĞLU
		8	INVESTIGATION OF PhD THESES INCLUDING COMPUTATIONAL THINKING BETWEEN 2018-2025	Yüksek Lisans Öğrencisi, Ahmet Buğra ÖZMEN Prof. Dr., ŞENEL ELALDI

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Dr. Öğretim Üyesi Gül Seda ACET İNCE**	1	The Well-being Economy in Low-Density Regions: A Human-Centric Marketing Analysis of Theth, Valbona, and Voskopoja	Msc.MarsidaDyrmishi
		2	IRAN'S NUCLEAR PROGRAM AND REGIONAL SECURITY AFTER THE US WITHDRAWAL FROM THE JCPOA	Dr. Öğretim Üyesi Gül Seda ACET İNCE
		3	TÜRKİYE'NİN STRATEJİK OTONOMİ VİZYONU	Orhan Şentürk
		4	THE PROBLEM OF THE INADEQUACY OF THE ORDINARY RULER IN AL-FARABI	Prof. Dr. Mehmet Kasım ÖZGEN PhD Candidate, Gamze KAYA
		5	ASSESSING PHYSICIANS' MALPRACTICE IN MEDICAL INTERVENTIONS FROM A CRIMINAL LAW PERSPECTIVE: MEDICAL STANDARDS AND LEVEL OF EXPERTISE	Avukat, Meral Sıla Kutlu
		6	TYPES OF PROBATION IN THE TURKISH CRIMINAL SYSTEM	Dr. Öğr. Gör. Mümin GÜNGÖR
		7	THE FUNCTIONING OF THE PREPAYMENT INSTITUTION IN TURKISH CRIMINAL LAW AND ITS COMPARISON WITH SIMILAR INSTITUTIONS	Dr. Öğr. Gör. Mümin GÜNGÖR
		8	SOCIAL MECHANISMS OF PUBLIC CONTROL AND ITS ROLE IN DEMOCRATIC GOVERNANCE	Ibragimov Mirfayz Ikrom ugli
		9	TÜRK BASININDA YAPAY ZEKÂ VE İSTİHDAM SÖYLEMİ	Ön Lisans Öğrencisi, Meftune ÖZAN Ön Lisans Öğrencisi, Rojin NABIZ Ön Lisans Öğrencisi, Şengül Güney Öğr. Gör. Dr. Bahar BALCI AYDOĞAN

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES April 3 – 5, 2026 TIRAN Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
3 Nisan / April 3, 2026 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Doç. Dr. Birol Demircan**	1	DİJİTAL ÇAĞDA SİYASAL İLETİŞİM: SOSYAL MEDYA, POPÜLİZM VE KAMUSAL ALANIN DÖNÜŞÜMÜ	Doç. Dr. Birol Demircan
		2	DİJİTAL VATANDAŞLIK VE İLETİŞİM	Doç. Dr. Birol Demircan
		3	THE ROLE OF TYPOGRAPHY IN NARRATIVE AND USER EXPERIENCE IN DIGITAL GAMES	Öğr. Gör. Ebubekir KOÇAK
		4	MİNİMALİST DESİGN APPROACHES İN MOBİLE GAMES: USER INTERFACE AND ACCESSİBİLİTY ANALYSİS	Öğr. Gör. Ebubekir KOÇAK
		5	DEPTH AND VİSUAL PERCEPTİON İN OUTDOOR ADVERTİSİNG: A STUDY OF STEREOSCOPİC, LENTİCULAR, AND ANAMORPHİC PHOTOGRAPHİC TECHNİQUES	Yüksek Lisans Öğrencisi Muhammed Hamza DOĞRUL Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Uluç CEYLANİ
		6	MODERN GRAFİK TASARIMIN DÖNÜŞÜMÜNDE JAN TSCHICHOLD VE YENİ TİPOGRAFİ ANLAYIŞI	Dr. Öğr. Üyesi, Merve Özel
		7	GELENEKTEN GELECEĞE KEÇE SANATI: SATUK BUĞRA HAN TÜRK İSLAM SANATLARI MERKEZİNDE KÜLTÜREL DEVAMLILIK	Dr. Öğr. Üyesi, Gözde Uzgidim

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES April 3 – 5, 2026 TIRAN Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
3 Nisan / April 3, 2026 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Ali AKKAYA**	1	ULUSLARARASI EĞİTİM İŞLETMECİLİĞİ ALANINDA TAHKİM UYGULAMALARI: TÜRKİYE ÖRNEĞİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Uğur KELEŞ Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Ali AKKAYA
		2	YEREL ULUSAL İŞLETMELERİN ULUSLARARASILAŞMA STRATEJİLERİ: (SERVET ŞEKERLEME ÖRNEĞİ)	Yüksek Lisans Öğrencisi, Ülkü KORKMAZ YILMAZ Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Ali AKKAYA
		3	AVRUPA YEŞİL MUTABAKATI'NIN TÜRKİYE'DE FAALİYET GÖSTEREN ÇOK ULUSLU ŞİRKETLERİN STRATEJİK DÖNÜŞÜMÜNE ETKİSİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Yılmaz Mithat SAYAR Dr. Öğr. Üyesi,Mehmet Ali AKKAYA
		4	ONUNCU YILINDA KALICI YAZ SAATİ UYGULAMASININ ULUSLARARASI İŞLETMECİLİK FAALİYETLERİ ÜZERİNE ETKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Adem CERDİK Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Ali AKKAYA
		5	ULUSLARARASI İŞLETMELERİN YEREL ULUSAL İŞLETMELER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ (TEMU ÖRNEĞİ)	Yüksek Lisans Öğrencisi, Yudum ŞİMŞEK Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Ali AKKAYA

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES April 3 – 5, 2026 TIRAN Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
3 Nisan / April 3, 2026 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Doç. Dr. İBRAHİM BOZACI**	1	An Empirical Study on the Impact of Occupational Stress on Work-Life Balance and Mental Health among Uttarakhand Police Personnel	Sunil Kumar Meena Assoc. Prof. Dr. Surendra Kumar Shubham Goswami Giri
		2	A LITERATURE REVIEW ON CONSUMER BEHAVIOR IN OLD AGE	Doç. Dr. İBRAHİM BOZACI
		3	A LITERATURE REVIEW ON THE RELATIONSHIP BETWEEN HOMELESSNESS, BEGGING, AND CONSUMPTION	Doç. Dr. İBRAHİM BOZACI
		4	AN INTEGRATED MODEL OF ECONOMIC PROSPERITY, MIGRATION, AND TOURISM FOR REGIONAL AIRLINE NETWORK PLANNING IN TÜRKİYE: AN APPLICATION USING ATR 72 AIRCRAFT	Assist. Prof. Dr. Ümit Kanmaz Dr. Lecturer Cengiz Kerem Kütahya
		5	INTEGRATED ACCESSIBILITY AND MIGRATION-BASED MODEL FOR REGIONAL AIRLINE NETWORK PLANNING IN TÜRKİYE: AN APPLICATION USING ATR 72 AIRCRAFT	Assist. Prof. Dr. Ümit Kanmaz Dr. Lecturer Cengiz Kerem Kütahya
		6	ANALYSIS OF THE GROWTH PERFORMANCE OF BANKS TRADED IN THE BIST LIQUID BANK INDEX: AN ENTROPY AND MAIRCA APPROACH	Assoc. Prof. Dr. Musa GÜN Dr. Osman Nuri AKARSU Assoc. Prof. Dr. Ceyda YERDELEN KAYGIN
		7	ANALYSIS OF NOMINAL AND REAL RETURNS OF FINANCIAL INVESTMENT INSTRUMENTS THROUGH AN INTEGRATED LOPCOW-BASED COCOSO APPROACH	Dr. Osman Nuri AKARSU Assoc. Prof. Dr. Musa GÜN Assoc. Prof. Dr. Ceyda YERDELEN KAYGIN
		8	BİR İLAÇ DAĞITIM ŞİRKETİNİN 2015-2025 DÖNEMİ FİNANSAL PERFORMANSININ ORAN ANALİZİ VE FİNANSAL YAŞAM ENDEKSİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ	Arş. Gör., Pınar Nur DALGIÇ Arş. Gör., Osman ŞAHMAN

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES April 3 – 5, 2026 TIRAN Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
3 Nisan / April 3, 2026 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Prof. Dr. RAMAZAN BİÇER**	1	The Individual and Social Wisdom of Prayer and Zakat Accordıng To Imam Maturidi.	Prof. Dr. RAMAZAN BİÇER
		2	The Wisdom of Hajj and Fasting According To Imam Maturidi	Prof. Dr. RAMAZAN BİÇER
		3	COMMENTATORS' VIEWS ON THE INTERPRETATION OF VERSE 134 OF SURAH AL-BAQARAH	Prof. Dr. Yakup YÜKSEL
		4	THE VIEWS OF COMMENTATORS ON THE CONCEPT OF "SIBGETALLAH/THE DYE OF ALLAH" IN VERSE 138 OF SURAH AL-BAQARAH.	Prof. Dr. Yakup YÜKSEL
		5	THE TWO FACES OF WORSHIP: BETWEEN ORIENTATION TOWARD GOD AND THE CONSTRUCTION OF THE SELF	Başöğretmen Dr. Ülkü Koçak

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES April 3 – 5, 2026 TIRAN Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
3 Nisan / April 3, 2026 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Doç. Dr. Şerif DURMUŞ**	1	SAĞLIK ÇALIŞANLARINDA RUHSAL HASTALIK DAMGALAMASI: SOSYAL KİMLİK KURAMI BAĞLAMINDA BİR LİTERATÜR İNCELEMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi Elif YILMAZ
		2	COMPARISON OF JOB SATISFACTION LEVELS OF COMMUNITY PHARMACISTS ACCORDING TO SOCIODEMOGRAPHIC VARIABLES	PhD Student Pharmacist - Elif Bölükbaş Prof. Dr., Gülbin Özçelikay
		3	YEŞİL İNSAN KAYNAKLARI HAKKINDA YAPILMIŞ ÇALIŞMALARIN BİBLİYOMETRİK AÇIDAN İNCELENMESİ	Doç. Dr. Şerif DURMUŞ
		4	SESSİZ ZORUNLULUKLAR VE GÖRÜNMEZ YÜKLER: ZORUNLU VATANDAŞLIK DAVRANIŞI ÇALIŞMALARININ BİBLİYOMETRİK DEĞERLENDİRMESİ	Doç. Dr. Şerif DURMUŞ
		5	SOCIAL PARTICIPATION IN URBAN POLICIES: AGING AND PARTICIPATION MECHANISMS	Halil ECER

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES April 3 – 5, 2026 TIRAN Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
3 Nisan / April 3, 2026 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Assoc. Prof. Dr., Zeynep YURTSEVEN AVCI**	1	A Multidimensional Analysis of Primary School Teachers' Science Teaching Competencies	Dr. Zafer Hanedar Dr. Öğrt. Üyesi, Ali Rıza Erdem
		2	İLKOKUL MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE PROBLEM ÇÖZME ÖĞRETİMİNİN YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ DÖNÜŞÜMÜ	Melike DEMİR Doç. Dr. Filiz EVRAN ACAR
		3	VALIDITY AND RELIABILITY STUDY OF THE MOTIVATION SCALE FOR LEARNING MATHEMATICS FOR MIDDLE SCHOOLS	İlköğretim Matematik Öğretmeni, Merve Dalak Doç. Dr., Şule Çeviker Ay
		4	AN INVESTIGATION OF MIDDLE SCHOOL STUDENTS' MOTIVATION TOWARD LEARNING MATHEMATICS IN TERMS OF VARIOUS VARIABLES	İlköğretim Matematik Öğretmeni, Merve Dalak Doç. Dr., Şule Çeviker Ay
		5	The Correlation Between Social Studies Teachers' Levels of Adaptation to Changes in the Curriculum and Their Perceptions Towards Curriculum Changes	Doç. Dr. Hüseyin BAYRAM Prof. Dr. Suat POLAT
		6	USING AI IN GENERATING ASSESSMENT QUESTIONS: PRE-SERVICE TEACHERS' EXPERIENCES	Assoc. Prof. Dr., Zeynep YURTSEVEN AVCI

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES April 3 – 5, 2026 TIRAN Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
3 Nisan / April 3, 2026 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 9	**Prof. Dr. Ali Osman ÖZTÜRK**	1	An Assessment of Jean Twenge's Generations Research: The "Me" Generation	Doç. Dr. SEVRA FIRINCIOĞULLARI
		2	THE POSSIBILITY OF MORE JUST SOCIAL SYSTEMS, INDIVIDUAL MORALITY, AND VICTOR HUGO'S CHARACTER OF JAN VALJAN	Doç. Dr. SEVRA FIRINCIOĞULLARI
		3	COHERITY AND CONSISTENCY VIEWS OF THE POEM OF HAN WALLS	Fatma ÖZDEMİR Doç. Dr. Melike SOMUNCU
		4	TYPES OF INVERTED SENTENCES IN THE POEM "MİHRİBAN" AND THEIR FREQUENCY OF USE	Taliha PAMUK Doç. Dr. Melike SOMUNCU
		5	DEVELOPMENT OF READING MATERIALS FOR STUDENTS WITH READING DIFFICULTIES	Candeğer AKMAN Doç. Dr. Serkan SAVAŞ
		6	TECHNOCRATIC ORDER VS. THE "EIGENSINN" OF NATURE IN ALEXANDER KLUGE'S NARRATIVE WORK	Prof. Dr. Ali Osman ÖZTÜRK
		7	BEING A TURKISH WOMAN IN GERMANY: A SOCIOCULTURAL ANALYSIS OF THE EXPATRIATE EXPERIENCE, CULTURAL IDENTITY, AND INTERCULTURAL LIFE	Prof. Dr. Ali Osman ÖZTÜRK

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Dr. Roya Ebrahimi,**	1	INNOVATIVE TEACHING METHODS TO ENHANCE STUDENT ENGAGEMENT	Altynay Kussainova, Dr. Yerlan Sadykov
		2	THE IMPACT OF DIGITAL TOOLS ON LEARNING OUTCOMES IN HIGHER EDUCATION	Assoc. Prof. Dr. Aigerim Nurgalieva, Didar Zhumabaev
		3	CHALLENGES OF REMOTE EDUCATION AND STRATEGIES FOR IMPROVEMENT	Dr. Roya Ebrahimi, Assis. Prof. Dr. Seyed Karim Hosseini
		4	THE ROLE OF CULTURAL CONTEXT IN CURRICULUM DEVELOPMENT	Leila Mortazavi, Dr. Hamid Reza Balouchi
		5	ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF INCLUSIVE EDUCATION POLICIES IN INDIA	Prof. Dr. Anjali Rajan, Dr. Vikram Singh
		6	TEACHER TRAINING PROGRAMS AND THEIR EFFECT ON CLASSROOM MANAGEMENT	Assoc. Prof. Dr. Priya Menon, Sunil Sharma
		7	THE USE OF PROJECT-BASED LEARNING TO BOOST CRITICAL THINKING SKILLS	Prof. Dr. Nino Gelashvili, Irakli Donadze
		8	IMPROVING STUDENT MOTIVATION THROUGH PERSONALIZED LEARNING PATHWAYS	Assis. Prof. Dr. Mariam Beridze, Giorgi Kvaratskhelia
		9	THE EFFECT OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY ON STUDENT ACHIEVEMENT RATES	Dr. Khatuna Bakradze, Prof. Dr. Levan Tsiklauri, Natia Chikhradze

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Assoc. Prof. Dr. Fatemeh Zare**	1	STRATEGIC MANAGEMENT PRACTICES AND THEIR IMPACT ON ORGANIZATIONAL PERFORMANCE	Prof. Dr. Saima Ahmed, Dr. Faraz Khan, Ayesha Malik
		2	THE ROLE OF LEADERSHIP STYLES IN ENHANCING EMPLOYEE MOTIVATION	Assoc. Prof. Dr. Imran Siddiqui, Ali Raza, Dr. Sana Javed
		3	DIGITAL TRANSFORMATION AND ITS EFFECT ON BUSINESS COMPETITIVENESS	Cristina Popescu, Prof. Dr. Andrei Ionescu
		4	SUSTAINABILITY INITIATIVES IN SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES: A ROMANIAN PERSPECTIVE	Dr. Elena Georgescu, Assis. Prof. Dr. Mihai Dumitrescu
		5	THE INFLUENCE OF CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT ON SALES GROWTH	Dr. Sara Mohammadi, Prof. Dr. Reza Kazemi
		6	ANALYZING MARKET ENTRY STRATEGIES FOR IRANIAN STARTUPS	Mohammad Rahimi, Assoc. Prof. Dr. Fatemeh Zare
		7	EFFECTS OF CORPORATE GOVERNANCE ON FIRM PERFORMANCE IN EGYPT	Prof. Dr. Ahmed El-Sayed, Dr. Mona Hassan
		8	IMPLEMENTING INNOVATION MANAGEMENT TO DRIVE BUSINESS SUCCESS	Assis. Prof. Dr. Youssef Abdelrahman, Sara Ibrahim
		9		

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Assis.Prof. Dr. Hanaa Abdelaziz,**	1	ECONOMIC IMPACT OF TOURISM DEVELOPMENT IN CUBA	Prof. Dr. Maria Fernandez, Dr. Carlos Ruiz, Ana Lopez Jose Martinez,
		2	ANALYSIS OF SOCIAL POLICIES AND ECONOMIC GROWTH IN CUBAN ECONOMY	Assoc. Prof. Dr. Elena Garcia
		3	THE ROLE OF SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES IN ALBANIAN ECONOMIC TRANSITION	Dr. Arben Kola, Assis. Prof. Dr. Elira Shehu, Gentian Dervishi
		4	FINANCIAL MARKET DEVELOPMENT AND INVESTMENT STRATEGIES IN ALBANIA	Prof. Dr. Ervin Meta, Dr. Blerina Hoxha
		5	INFLATION DYNAMICS AND MONETARY POLICY EFFECTIVENESS IN IRAN	Dr. Reza Kian, Prof. Dr. Leila Mohammadi
		6	LABOR MARKET CHALLENGES AND UNEMPLOYMENT TRENDS IN IRANIAN ECONOMY	Mohammad Salehi, Assoc. Prof. Dr. Sara Razavi Prof. Dr. Mona Youssef
		7	ANALYSIS OF FISCAL POLICIES AND PUBLIC DEBT MANAGEMENT IN EGYPT	Dr. Ahmed Naguib,
		8	AGRICULTURAL SECTOR'S CONTRIBUTION TO EGYPTIAN ECONOMIC DEVELOPMENT	Assoc. Prof. Dr. Karim Hassan, Mostafa El-Sayed, Sarah Kamal Omar Said
		9	THE IMPACT OF GLOBAL TRADE POLICIES ON EGYPT'S EXPORTS	Assis.Prof. Dr. Hanaa Abdelaziz,

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Assoc. Prof. Dr. Somchai Phanvilay,**	1	THE EVOLUTION OF TRADITIONAL LAO POETRY IN CONTEMPORARY LITERATURE	Assoc. Prof. Dr. Somchai Phanvilay,
		2	CULTURAL IDENTITY AND LANGUAGE PRESERVATION IN LAO FOLKTALES	Assoc. Prof. Dr. Bounmy Keomany, Phouthone Phommasane, Dr. Sombath Vilay Dr. Ketsana Vang
		3	THE INFLUENCE OF ANCIENT EGYPTIAN MYTHOLOGY ON MODERN LITERARY THEMES	Dr. Ahmed El-Sayed, Prof. Dr. Mona Hassan
		4	POSTCOLONIAL NARRATIVES IN EGYPTIAN LITERATURE: A CRITICAL ANALYSIS	Assis. Prof. Dr. Youssef Mohamed, Dina Abdelrahman Prof. Dr. Habibullah Rahimi, Dr
		5	REPRESENTATIONS OF WAR AND PEACE IN AFGHAN LITERATURE	. Fariba Saeedi
		6	THE ROLE OF ORAL TRADITIONS IN AFGHANISTAN'S LITERARY IDENTITY	Nazan Gul, Assoc. Prof. Dr. Ahmad Wali
		7	EXPLORING KYRGYZ EPIC POETRY AND ITS SOCIAL FUNCTIONS	Assoc. Prof. Dr. Bekmamat Umetaliev Dr. Aizada Toktogulova
		8	THE IMPACT OF SOVIET LITERARY LEGACY ON KYRGYZ WRITERS	Prof. Dr. Zamira Usupova, Nurjan Sadykova Dr. Mirbek Isakov, Assis. Prof. Dr. Aigul Tynchtykbekova, Elmira Bakytova

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Dr. Elena Smirnova**	1	THE EVOLUTION OF INTERNATIONAL HUMAN RIGHTS LAW IN AFRICA	Prof. Dr. Amina Dube, Kwame Nkrumah, Zanele Khumalo
		2	LEGAL FRAMEWORKS FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION IN SUB-SAHARAN AFRICA	Dr. Michael Owusu, Assoc. Prof. Dr. Thandi Mbeki, Samuel Adeyemi
		3	THE ROLE OF SHARIAH LAW IN OMAN'S LEGAL SYSTEM	Fatima Al-Harthy, Dr. Saif Al-Rawahi
		4	ANALYSIS OF COMMERCIAL LAW REFORMS IN OMAN FOR FOREIGN INVESTMENTS	Assoc. Prof. Dr. Khalid Al-Amri, Nawal Said, Faisal Al-Hinai, Dr. Mariam Al-Kindi
		5	CYBERSECURITY LEGISLATION AND DATA PROTECTION IN RUSSIA	Igor Petrov, Dr. Elena Smirnova
		6	CRIMINAL JUSTICE REFORMS AND HUMAN RIGHTS PROTECTION IN RUSSIA	Assoc. Prof. Dr. Alexei Volkov, Dr. Oksana Kuznetsova, Ivan Morozov
		7	CHALLENGES OF ENFORCING INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS IN NIGERIA	Prof. Dr. Chinedu Okeke, Ifeoma Nwosu
		8	WOMEN'S LEGAL RIGHTS AND SOCIAL EMPOWERMENT IN NIGERIA	Dr. Aisha Bello, Assis. Prof. Dr. Funke Adeyemi, Ngozi Eze, Prof. Dr. Olufemi Adetunji

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Dr. Fatima Al-Thani,**	1	THE socioeconomic IMPACTS OF RURAL-URBAN MIGRATION IN ETHIOPIA	Prof. Dr. Amanuel Tesfaye, Dr. Helen Desta
		2	ANALYSIS OF REFUGEE SETTLEMENT PATTERNS AND INTEGRATION CHALLENGES	Bemnet Worku, Mesfin Abebe, Dr. Fikremariam Tilahune
		3	URBANIZATION AND MIGRANT LABOR MARKETS IN AZERBAIJAN	Assoc. Prof. Dr. Leyla Mammadova, Elvin Hasanov, Farid Guliyev
		4	CULTURAL ADAPTATION STRATEGIES OF INTERNALLY DISPLACED PERSONS	Dr. Kamran Aliyev, Nigar Huseynova
		5	MIGRATION TRENDS AND THEIR EFFECT ON URBAN DEVELOPMENT IN CHILE	Prof. Dr. Maria Fernandez, Carlos Rojas
		6	THE ROLE OF POLICY IN MANAGING INTERNATIONAL MIGRATION FLOWS	Dr. Sofia Ramirez, Assis. Prof. Dr. Juan Torres, Mateo Valenzuela
		7	THE IMPACT OF MIGRATION ON LABOR MARKETS IN QATAR	Dr. Fatima Al-Thani, Prof. Dr. Khalid Al-Mansoori

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Assoc. Prof. Dr. Alina Beketova**	1	THE EVOLUTION OF CONTEMPORARY AFRICAN ART AND ITS GLOBAL INFLUENCE	Assis. Prof. Dr. Chinedu Okafor
		2	DIGITAL TECHNOLOGIES AND THEIR IMPACT ON TRADITIONAL NIGERIAN ART FORMS	Dr. Ifeanyi Umeh, Oluchi Nwankwo, Emeka Onwudiwe
		3	EXPLORING THE RESURGENCE OF FOLK ART IN KAZAKHSTAN'S MODERN CULTURE	Assoc. Prof. Dr. Alina Beketova
		4	CULTURAL IDENTITY AND VISUAL ARTS IN KAUKAZ REGION	Dr. Timur Kuanyshbek, Assis. Prof. Dr. Zhanara Ismailova
		5	THE INFLUENCE OF SPANISH BAROQUE ART ON MODERN PAINTING TECHNIQUES	Prof. Dr. Marta Garcia, Luis Fernandez, Dr. Javier Ruiz
		6	THE ROLE OF PUBLIC ART IN URBAN SPACES IN SPAIN	Dr. Elena Sanchez, Assoc. Prof. Dr. Carlos Moreno, Ana Lopez, Miguel Ramos
		7	ARTISTIC EXPRESSIONS IN DUBAI: A FUSION OF TRADITION AND MODERNITY	Dr. Fatima Al Mansoori, Assis. Prof. Dr. Saeed Al Falasi
		8	IMPACT OF GLOBALIZATION ON THE ART MARKET IN THE UAE	Prof. Dr. Khalid Bin Rashid, Sara Al Nahyan, Dr. Maryam Al Mazrouei, Omar Saeed
		9	THE ROLE OF ART FESTIVALS IN PROMOTING CULTURAL DIALOGUE IN DUBAI	Assoc. Prof. Dr. Latifa Al Khouri, Dr. Hamid Al Ali, Noura Youssef, Ali Bin Thani, Dr. Yasmin Ahmed

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Assoc. Prof. Dr. Carlos Fernandez,**	1	THE INTERRELATIONSHIP BETWEEN TRADITIONAL RELIGIOUS PRACTICES AND MODERN ETHICS	Dr. Chinedu Okonkwo,
		2	PHILOSOPHICAL REFLECTIONS ON RELIGIOUS TOLERANCE IN CONTEMPORARY NIGERIA	Dr. Folake Adeyemi
		3	EXAMINING THE ROLE OF PHILOSOPHY IN SHAPING CAUCASIAN RELIGIOUS THOUGHT	Assoc. Prof. Dr. Aida Rakhimbekova, Dr. Timur Akhmetov, Zhanar Bektenova
		4	RELIGION AND NATIONAL IDENTITY: A CAUCASIAN PERSPECTIVE	Prof. Dr. Bektur Sadykov, Assis. Prof. Dr. Elmira Toktonalieva
		5	THE INFLUENCE OF SPANISH CATHOLIC PHILOSOPHY ON EUROPEAN THOUGHT	Isabel Martinez, Prof. Dr. Javier Ramos, Lucia Dominguez Elena Jimenez
		6	PHILOSOPHICAL CRITIQUES OF RELIGION IN SPAIN'S INTELLECTUAL HISTORY	Assoc. Prof. Dr. Carlos Fernandez,
		7	INTERSECTIONS OF ISLAMIC PHILOSOPHY AND MODERN EDUCATION IN DUBAI	Dr. Sara Al Mansoori, Assoc. Prof. Dr. Khalid Bin Saeed, Fatima Al Hakim
		8	RELIGION, PHILOSOPHY, AND CULTURAL DIALOGUE IN THE UAE	Prof. Dr. Mahmoud Al Farsi, Dr. Aisha Al Marri

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 9	**Dr. Drita Kola, Assoc. Prof. Dr. Ilir Shala**	1	PUBLIC ADMINISTRATION REFORMS AND THEIR IMPACT ON GOVERNANCE EFFICIENCY	Prof. Dr. Wei Zhang, Dr. Ming Li, Hao Chen
		2	THE ROLE OF DIGITALIZATION IN ENHANCING PUBLIC SERVICE DELIVERY IN CHINA	Assoc. Prof. Dr. Li Wang, Jianyu Zhou
		3	PUBLIC POLICY CHALLENGES IN IRANIAN URBAN DEVELOPMENT	Dr. Sara Mohammadi, Assis. Prof. Dr. Reza Karimi, Naser Ahmadi
		4	EVALUATING TRANSPARENCY INITIATIVES IN IRANIAN GOVERNMENTAL INSTITUTIONS	Fatemeh Hosseini, Dr. Mohammad Salehi
		5	STRATEGIC MANAGEMENT PRACTICES IN ALBANIAN LOCAL GOVERNMENTS	Prof. Dr. Arben Hoxha, Elira Dervishi, Dr. Kreshnik Krasniqi
		6	THE EFFECTS OF PUBLIC PARTICIPATION ON POLICY MAKING IN ALBANIA	Dr. Drita Kola, Assoc. Prof. Dr. Ilir Shala
		7	PUBLIC HEALTH POLICY IMPLEMENTATION IN EGYPT: A COMPREHENSIVE STUDY	Prof. Dr. Ahmed Fahmy, Doaa El-Sayed, Karim Mostafa
		8	ASSESSING THE ROLE OF EDUCATION IN IMPROVING PUBLIC SECTOR PERFORMANCE	Assoc. Prof. Dr. Nadia Hassan, Dr. Youssef Gamal

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 10	**Assoc. Prof. Dr. Akiko Yamamoto,**	1	ECONOMIC IMPACT OF TECHNOLOGICAL INNOVATION ON SMALL BUSINESSES	Prof. Dr. Hiroshi Tanaka, Dr. Yuki Saito, Kenji Nakamura
		2	ANALYSIS OF EXPORT DYNAMICS AND TRADE POLICIES IN JAPAN	Assoc. Prof. Dr. Akiko Yamamoto, Taro Fujimoto
		3	MICROFINANCE EFFECTS ON WOMEN ENTREPRENEURSHIP IN BANGLADESH	Dr. Anika Rahman, Arif Chowdhury
		4	ROLE OF AGRICULTURAL SUBSIDIES IN BANGLADESHI RURAL ECONOMY	Prof. Dr. Nazmul Islam, Assis. Prof. Dr. Samira Akter, Mehedi Hasan, Fatema Begum
		5	ECONOMIC CHALLENGES AND SUSTAINABILITY IN SUDAN'S OIL SECTOR	Dr. Ahmed Mustafa, Assoc. Prof. Dr. Salma Elamin
		6	THE INFLUENCE OF FOREIGN DIRECT INVESTMENT ON SUDANESE DEVELOPMENT	Prof. Dr. Mona Al-Sayed, Dr. Hassan Abdelrahman, Mohamed Osman
		7	EVALUATION OF LABOR MARKET REFORMS AND ECONOMIC GROWTH IN VIETNAM	Dr. Linh Nguyen, Prof. Dr. Quang Tran
		8	THE EFFECTS OF URBANIZATION ON VIETNAM'S INFORMAL ECONOMY	Assoc. Prof. Dr. Ha Le, Minh Pham, Dr. Bao Vu

EUROPEAN CONFERENCES 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES
April 3 – 5, 2026
TIRAN
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

3 Nisan / April 3, 2026 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 11	**Assoc. Prof. Dr. Riad Bashir**	1	THE INFLUENCE OF SAMURAI CULTURE ON JAPANESE FEUDAL POLITICS	Yuki Matsuda
		2	JAPANESE INDUSTRIALIZATION AND ITS IMPACT ON MODERN SOCIETY	Dr. Kenji Saito, Assoc. Prof. Dr. Aya Nakamura, Shingo Fujimoto
		3	THE ROLE OF RELIGIOUS PRACTICES IN BENGALI ANTI-COLONIAL STRUGGLES	Dr. Farzana Akter, Md. Kamrul Hasan
		4	SOCIO-POLITICAL DYNAMICS OF THE BENGALI LANGUAGE MOVEMENT	Prof. Dr. Nazmul Hossain, Assis. Prof. Dr. Ruma Begum, Tanvir Hossain
		5	SUDAN'S HISTORICAL TRAJECTORY FROM COLONIAL RULE TO INDEPENDENCE	Prof. Dr. Amina Idris, Khalid El Tayeb
		6	CULTURAL HERITAGE PRESERVATION IN SUDANESE HISTORICAL SITES	Dr. Salma Hassan, Mohamed Ahmed, Assoc. Prof. Dr. Riad Bashir
		7	VIETNAMESE RESISTANCE AND STRATEGIES DURING THE FRENCH COLONIAL PERIOD	Pham Anh Tuan
		8	IMPACT OF THE VIETNAM WAR ON SOCIAL STRUCTURES AND CULTURE	Assoc. Prof. Dr. Nguyen Thi Huong, Le Minh Quang, Bui Van Linh
		9	ANALYSIS OF CONFUCIANISM IN SHAPING VIETNAMESE POLITICAL IDEOLOGY	Prof. Dr. Tran Van Hoa, Dr. Hoang Thi Mai

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Contents

STRUGGLE OF ALGAE WITH CLIMATE CHANGE 1

EVALUATION OF GREEN WATER FOOTPRINT IN THE AXIS OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY 10

ALKALİ KOŞULLAR ALTINDA YETİŞTİRİLEN SOYADA *LACTİPLANTİBACİLLUS PLANTARUM* UYGULAMASININ RİZOSFER MİKROBİYOM DİNAMİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ 17

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF SUSTAINABLE SLA RESINS 20

SUMAK (*Rhus coriaria L.*) VE İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE POTANSİYEL TERAPÖTİK FAYDALARI 21

KURKUMİNİN ANTİOKSİDAN VE ANTİMİKROBİYAL ETKİLERİ 29

BACİLLUS SP. KAYNAKLI KİTOSANAZIN *ESCHERİCHİA COLİ*'DE HETEROLOG EKSPRESYONU 37

SPİRAMİD VE HİDROKİNİDİNİN NÖROBLASTOMDA KARŞILAŞTIRMALI ANTİTÜMÖR ETKİLERİ: APOPTOZUN İNDÜKLENMESİ VE PROLİFERASYON İLE MİGRASYONUN BASKILANMASI 39

Türkiye faunasında nadir bir tür *Heinemannia festivella* ([Denis & Schiffermüller], 1775) (Lepidoptera, Elachistidae) hakkında* 41

SUBLETHAL TOXICITY OF METHIDATHION ON THE *EISENIA FETIDA* 43

YAŞLILARDA HAYVAN DESTEKLİ TERAPİLER VE RUH SAĞLIĞI 44

YAŞLILIKTA GERİATRİK MASAJ VE RUH SAĞLIĞI 49

EKO-TERAPÖTİK BAKIM: İYİLEŞME SÜRECİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE BİYOFİLİK HEMŞİRELİK MÜDAHALELERİ 53

DİJİTAL ŞEFKAT: HASTA MERKEZLİ BAKIMDA TEKNOLOJİK VE PSİKOSOSYAL DÖNÜŞÜM PARADİGMASI . 62

MEKANİK VENTİLASYON DESTEĞİ ALAN HASTALARDA ABDOMİNAL MASAJ: GASTROİNTESTİNAL FONKSİYONLARIN DESTEKLENMESİNDE ETKİLİ BİR HEMŞİRELİK GİRİŞİMİ 70

FİBROMİYALJİ SENDROMU TANISI OLAN KİŞİLERDE SOSYO-DEMOGRAFİK VE KİŞİSEL FAKTÖRLERİN AĞRI ŞİDDETİNİ YORDAYACI ETKİLERİNİN İNCELENMESİ 84

İKİNCİ EVRE MEME KANSERİ TANILI 66 YAŞINDAKİ KADIN DANIŞANDA MANEVİ YÖNELİMLİ BDT UYGULAMASI: BİR VAKA ANALİZİ 86

GÖRÜNMEYEN YÜK: TRANSFEMORAL KORONER ANJİYOGRAFİ SONRASI 93

AĞRI VE VASKÜLER KOMPLİKASYONLAR 93

HEMŞİRELİK ALANINDA KAHKAHA YOGASI İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALARIN LİSANÜSTÜ TEZLER KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ 105

VETERİNER HEKİMLİKTE YAPAY ZEKA'NIN KULLANIMI 117

PREBİYOTİK VE PROBİYOTİKLERİN VETERİNER HİSTOLOJİDE KULLANIMI 129

CLASSIFICATION OF TOMATO DISEASES UNDER REAL FIELD CONDITIONS: COMPARATIVE ANALYSIS OF EFFICIENTNET MODELS 138

PERFORMANCE ANALYSIS OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR AGRICULTURAL PRODUCT PRICE FORECASTING USING MARKET RECORDS 151

CODE TRANSFORMATION PLATFORM FOR MIGRATING BUSINESS RULES BETWEEN FRAMEWORKS .. 161

OPTIMIZING CLINICAL DECISION SUPPORT: A COMPARATIVE INFORMATICS STUDY OF DATA MINING ARCHITECTURES FOR BREAST CANCER DIAGNOSIS 168

SOME CIRCLE CONCEPTS VIA b-METRIC PRESERVING FUNCTIONS..... 176

%100 GERİ DÖNÜŞÜMLÜ HAFİFLETİLMİŞ TERMOPLASTİK ELASTOMER TEMELLİ BAGAJ HAVUZU GELİŞTİRME PROJESİ 183

THE EFFECT OF APPLIED LOAD ON THE TRIBOLOGICAL PERFORMANCE OF POLYAMIDE 6.6 COMPOSITE REINFORCED WITH CARBON FIBRE 185

THE EFFECT OF SLIDING SPEED ON THE FRICTION AND WEAR BEHAVIOUR OF GLASS FIBER REINFORCED POLYOXYMETHYLENE COPOLYMER COMPOSITE 197

AN INTEGRATED COMPUTATIONAL FRAMEWORK FOR STRUCTURAL VERIFICATION AND MASS OPTIMIZATION OF INSERTS IN SATELLITE SANDWICH PANELS 207

STRUCTURAL DESIGN AND INTEGRATION OF HIGH BYPASS RATIO TURBOFAN ENGINES INTO NARROW-BODY AIRCRAFT WINGS 215

BUHAR SIKIŞTIRMALI SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE R1234yf ve R513A SOĞUTUCU AKIŞKANLARIN KULLANIMININ KARŞILAŞTIRILMASI 226

BÜYÜME GERİLMELERİNİN TOMRUK VE KERESTE KALİTESİNE ETKİLERİ 233

ODUN PLASTİK KOMPOZİTLERDE ULTRAVİYOLE IŞINIMI, TERMAL VE BİYOLOJİK BOZUNMA MEKANİZMALARININ SİNERJİK ETKİLERİNİN İNCELENMESİ 237

TRAPPING OF FLOATING DEBRIS CAUSING RIVER FLOODING 241

Video-Based Detection and Tracking of Floating Woody Debris in Open-Channel Flow Using YOLO and Kalman Filter 254

FOTOVOLTAİK GÜNEŞ PANELİ ATIKLARININ ÇİMENTO HARÇLARINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR GERİ DÖNÜŞÜMÜ: MEKANİK VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİN DENEYSEL İNCELENMESİ 262

DEPREM YER HAREKETİ GELİŞ AÇISININ ÇELİK ÇERÇEVELER ÜZERİNDEKİ ETKİSİ 270

YER, MEKÂN ve SANAT 272

UZAKDOĞU BAHÇE KÜLTÜRÜNDE ESTETİK FELSEFENİN MEKÂNSAL BAĞLAMDA YENİDEN OKUNMASI 290

FOTOVOLTAİK MODÜLLERİN GERİ DÖNÜŞÜM YÖNETİMİ: ANKARA İLİ İÇİN SAYISAL PROJEKSİYONLAR VE GERİ DÖNÜŞÜM STRATEJİLERİ 310

ALBANİAN HONEY WİNE: TRADİTİON, TECHNİCAL STANDARDS AND MARKET POTENTİAL 324

SOLUTION-ORIENTED STRATEGIES FOR SUSTAINABLE GROUNDWATER MANAGEMENT IN WATER-SCARCE AGRICULTURAL AREAS: KONYA CLOSED BASIN EXAMPLE IN TÜRKİYE..... 325

FUNCTIONAL YOGURT FORMULATIONS WITH FREEZE-DRIED ARONIA AND BEETROOT: EFFECTS ON MICROBIAL STABILITY, ANTIOXIDANT ACTIVITY AND SENSORY QUALITY 334

GIDA EŞLEŞTİRME KAVRAMININ GIDA KALİTESİ VE TÜKETİCİ ALGISI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ338

GIDA NEOFOBİSİNİN TÜKETİCİ DAVRANIŞI VE YENİ GIDA KABULÜ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ 346

ADVANCES IN BIOACTIVE COMPOUNDS EXTRACTION FROM FUNCTIONAL FOODS 354

APPLICATION OF NANOTECHNOLOGY IN FOOD PRESERVATION AND SAFETY 355

DEVELOPMENT OF NATURAL FOOD ADDITIVES FROM PLANT EXTRACTS 356

EVALUATION OF PROBIOTIC STRAINS FOR DAIRY PRODUCT ENRICHMENT 357
SHELF-LIFE EXTENSION TECHNIQUES FOR PERISHABLE FOOD ITEMS..... 358
OPTIMIZATION OF ENZYMATIC PROCESSING FOR FOOD TEXTURE IMPROVEMENT 359
IMPACT OF FOOD PACKAGING MATERIALS ON QUALITY AND SAFETY 360
ADVANCES IN NANOMATERIALS FOR SUSTAINABLE ENERGY APPLICATIONS 361
OPTIMIZATION OF SMART GRID SYSTEMS USING MACHINE LEARNING TECHNIQUES 362
DESIGN AND ANALYSIS OF STRUCTURAL HEALTH MONITORING SYSTEMS 363
RECENT DEVELOPMENTS IN RENEWABLE ENERGY HARVESTING METHODS 364
APPLICATION OF IOT IN INDUSTRIAL AUTOMATION AND CONTROL..... 365
DEEP LEARNING TECHNIQUES FOR DEFECT DETECTION IN MANUFACTURING 366
ADVANCED ROBOTICS FOR PRECISION AGRICULTURE 367
SMART TRANSPORTATION SYSTEMS AND TRAFFIC MANAGEMENT USING AI 368
INTEGRATION OF BIOMATERIALS IN CIVIL ENGINEERING FOR ENHANCED DURABILITY 369
SUSTAINABLE WATER RESOURCE MANAGEMENT IN AFRICAN URBAN AREAS..... 370
ADVANCES IN WASTE-TO-ENERGY TECHNOLOGIES FOR AFRICAN COMMUNITIES 371
ASSESSING SOIL REMEDIATION TECHNIQUES IN KYRGYZSTAN'S INDUSTRIAL ZONES 372
AIR POLLUTION IMPACTS ON PUBLIC HEALTH IN KYRGYZSTAN URBAN CENTERS 373
EVALUATION OF SOLID WASTE MANAGEMENT SYSTEMS IN YEMEN 374
STRATEGIES FOR MITIGATING WATER POLLUTION IN YEMENI AGRICULTURE 375
MONITORING ENVIRONMENTAL CHANGES USING REMOTE SENSING IN ERITREA..... 376
FLOOD RISK ASSESSMENT AND MANAGEMENT IN ERITREAN COASTAL ZONES..... 377
MATERNAL HEALTHCARE ACCESS AND SOCIOECONOMIC BARRIERS AMONG WOMEN IN RURAL KYRGYZSTAN..... 378
PERCEPTIONS AND PRACTICES OF ANTENATAL NUTRITION AMONG PREGNANT WOMEN IN BISHKEK 379
PSYCHOSOCIAL STRESSORS AND COPING STRATEGIES AMONG PREGNANT WOMEN IN THE WEST BANK 380
BARRIERS TO ADEQUATE PRENATAL CARE IN GAZA: PERSPECTIVES OF WOMEN AND HEALTH PROVIDERS..... 381
IMPACT OF WOMEN'S EDUCATION ON MATERNAL AND INFANT HEALTH OUTCOMES IN SINGAPORE 382
CULTURAL INFLUENCES ON CONTRACEPTIVE USE DECISIONS AMONG SINGAPOREAN WOMEN 383
PREGNANCY-RELATED HEALTH LITERACY AND OUTCOMES IN OMANI WOMEN 384
SOCIAL SUPPORT NETWORKS AND MATERNAL WELL-BEING DURING PREGNANCY IN OMAN..... 385
ADVANCES IN NANOMATERIALS FOR ENERGY STORAGE APPLICATIONS 386
SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF BIOCOMPATIBLE POLYMER COMPOSITES 387
NANOSTRUCTURED CERAMICS FOR HIGH-TEMPERATURE APPLICATIONS: CHALLENGES AND PROSPECTS..... 388

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

MICROSTRUCTURAL ANALYSIS OF METAL ALLOYS UNDER CYCLIC LOADING CONDITIONS 389
MECHANICAL PROPERTIES ENHANCEMENT IN ALBANIAN ALUMINUM ALLOYS 390
CORROSION BEHAVIOR AND MITIGATION TECHNIQUES OF STEEL IN..... 391
DEVELOPMENT OF BIODEGRADABLE MATERIALS FOR MEDICAL IMPLANTS 392
EFFECTS OF HEAT TREATMENT ON TITANIUM ALLOY MICROSTRUCTURE 393
APPLICATIONS OF DEEP LEARNING IN MEDICAL IMAGE ANALYSIS 394
ETHICAL IMPLICATIONS OF AI IN SOCIETY: A CHINESE PERSPECTIVE 395
ENHANCING NATURAL LANGUAGE PROCESSING WITH TRANSFER LEARNING TECHNIQUES 396
AI-DRIVEN PREDICTION MODELS FOR ENVIRONMENTAL MONITORING 397
MACHINE LEARNING APPROACHES TO CYBERSECURITY THREATS DETECTION..... 398
DEVELOPING SMART CITY INITIATIVES USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE 399
AI IN EDUCATION: PERSONALIZED LEARNING SYSTEMS FOR STUDENTS 400
THE IMPACT OF NATURAL VENTILATION ON INDOOR AIR QUALITY IN URBAN BUILDINGS 401
SMART WATER MANAGEMENT SYSTEMS FOR URBAN ENVIRONMENTS 402
GREEN INFRASTRUCTURE STRATEGIES IN CITY PLANNING: A CASE STUDY..... 403
BIODIVERSITY AND URBAN LANDSCAPE INTEGRATION IN SPAIN 404
ADVANCED WASTE RECOVERY TECHNIQUES IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING 405
ENERGY-EFFICIENT HVAC SYSTEMS FOR COMMERCIAL BUILDINGS IN DUBAI 406
SUSTAINABLE URBAN WATER RESOURCES MANAGEMENT AND PLANNING 407
SUSTAINABLE URBAN DESIGN STRATEGIES FOR RAPIDLY GROWING CITIES..... 408
TRADITIONAL ETHIOPIAN ARCHITECTURE AND ITS INFLUENCE ON MODERN DESIGN..... 409
INTEGRATING CULTURAL HERITAGE INTO CONTEMPORARY AZERBAIJANI ARCHITECTURE 410
ADVANCES IN DIGITAL TOOLS FOR ARCHITECTURAL DESIGN AND VISUALIZATION..... 411
CLIMATE-RESPONSIVE ARCHITECTURE: CASE STUDIES FROM CHILE 412
URBAN REGENERATION AND COMMUNITY PARTICIPATION IN CHILEAN CITIES..... 413
INNOVATIONS IN ARCHITECTURAL MATERIALS FOR DESERT ENVIRONMENTS 414
GLOBAL BURDEN OF INFECTIOUS DISEASES AND HEALTHCARE RESPONSE IN AFRICA 415
NUTRITION AND CHILDHOOD DISEASE PREVENTION IN SUB-SAHARAN AFRICA 416
HEALTHCARE ACCESSIBILITY AND CHALLENGES IN RURAL KYRGYZSTAN..... 417
MENTAL HEALTH SERVICES DEVELOPMENT IN KYRGYZSTAN: A STRATEGIC OVERVIEW 418
EPIDEMIOLOGY OF MALARIA IN YEMEN AND PREVENTIVE MEASURES..... 419
MATERNAL AND CHILD HEALTHCARE CHALLENGES IN CONFLICT-AFFECTED AREAS OF YEMEN 420
EMERGING PATTERNS IN CHRONIC DISEASES AND PUBLIC HEALTH IN ERITREA..... 421
VACCINATION UPTAKE AND PUBLIC HEALTH OUTCOMES IN ERITREA..... 422
STRATEGIES FOR WATER SANITATION TO REDUCE DISEASES IN ERITREAN COMMUNITIES 423

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

HEMŞİRELİK ALANINDA DUYGUSAL EMEK İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALARIN LİSANSÜSTÜ TEZLER KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ 424

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

STRUGGLE OF ALGAE WITH CLIMATE CHANGE

Assoc. Prof. Dr. Seher Dirican
Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Science, Department of Biology, Sivas, Turkey
E-mail: sdirican@cumhuriyet.edu.tr - ORCID ID: 0000-0001-9130-5114

ABSTRACT

Aquatic systems are the basic source of life for living beings. Today, climate change is affecting the worldwide. One of the important results of climate change, perhaps the most important, is the negative effects it has created and will create on aquatic systems. Climate change will also greatly affect aquatic systems and those who benefit from these aquatic systems and use them as a source of income. In order to better understand the reflections of aquatic systems on climate change, predictions about the past, present and future of aquatic systems are of great importance. This study focuses on the struggle of algae against climate change. Since aquatic systems are open to public use and economic benefit, it is necessary to monitor the excessive algae growth observed in these systems and inform the local people about this issue. The use of algae in carbon dioxide gas capture applications is a new technology. While algae convert solar energy into chemical energy through photosynthesis, they also remove carbon dioxide gas from the atmosphere by incorporating it into their bodies. Especially microscopic algae can absorb carbon from the atmosphere faster than terrestrial plants due to their high growth rates. Thus, algae help reduce carbon levels in the atmosphere. This new technology has a high potential to contribute to the fight against climate change in the world and in Turkey. Incentives should be given to studies that adopt and implement algae cultivation techniques that increase carbon storage and reduce climate change and greenhouse gas emissions with this new technology. A bio-ecological system-based harmonious approach is very important in combating climate change. This approach includes sustainable management, protection and restoration of ecological systems to adapt to the negative effects of climate change. It is very beneficial to be prepared by developing plans and projects in advance against climate change, the effects of which will increase in the future.

Keywords: Algae, Climate Change, Struggle, Sustainable Development.

1. INTRODUCTION

In order for humans to exist on Earth, the climate must be suitable and water resources must be sufficient. In particular, in the atmosphere, different chemical components must be present in certain proportions for living things to sustain their lives. The reason for the mobility in this layer of the atmosphere, which has the most important chemical components of the climate, is solar radiation energy. The atmosphere must digest pollutant emissions resulting from human activities in a balanced manner over time. As a result of the occasional changes in atmospheric chemistry, climate change has occurred throughout the Earth's approximately 4.5 billion-year history. Climate change caused by today's human activities will first affect water resources

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

(Şen, 2022). Climate change refers to significant changes in climate measurements, such as temperature or precipitation, that have been ongoing in recent years. While natural factors caused climate change in the early periods of Earth's history, the main cause of climate change observed today is human activities (Kahraman and Şenol, 2018).

Climate change is associated with an increase in the concentration of greenhouse gases in the atmosphere and the resulting increase in average temperatures worldwide. The main cause of climate change is greenhouse gases released into the atmosphere by human activities. These are carbon dioxide, methane, nitrous oxide and other gases emitted into the atmosphere, especially by activities such as burning fossil fuels, industrial production and deforestation. These greenhouse gases accumulate in the atmosphere and prevent some of the sun's rays that warm the earth from radiating back into space from the earth and trap the heat in the atmosphere. These gas emissions from fossil fuels accumulate in the atmosphere and lead to an increase in average temperatures worldwide (Kurnaz, 2023). In recent years, microscopic algae have been used quite frequently in carbon removal as a biological carbon capture and storage technique due to their high capacity to capture and convert carbon dioxide (Huang et al. 2023). Additionally, obtaining various valuable compounds from intensively cultivated microscopic algae can be used in similar areas such as food, feed and biofuel.

Climate change has a number of negative consequences on a global scale. Climate change is an important world problem that concerns all living things, all sectors, plant and animal production globally, making its impact felt more and more each passing day and causing significant negative consequences. Climate change causes significant economic losses and negative effects on agricultural productivity by increasing the severity and frequency of climatic natural disasters such as floods, droughts and storms. Due to climate change, the yield and quality of plant organisms decrease, biodiversity decreases and species composition changes (Özer, 2021).

As a result of climate change, the warming in surface temperatures that began in the late nineteenth century has become more pronounced in the early 1980s, and has been increasing globally, with almost every year being warmer than the previous year. The magnitude of the global linear temperature increase trend between 1906 and 2005 has reached 0.74 °C. In the twentieth century, while mid-latitude and polar snow cover, polar land and sea ice, and mid-latitude mountain glaciers have melted and decreased in area and volume, global mean sea level has risen by approximately 0.17 m and ocean temperatures have increased, according to observation records from tide gauges and sea level meters. While precipitation has increased by approximately 0.5 to 1 percent per decade in the mid- and high-latitude regions of the northern hemisphere, it has decreased by approximately 3 percent per decade in a significant portion of the subtropical belt lands, including the Mediterranean Basin. In Turkey, in regions where the Mediterranean precipitation regime prevails, a significant decrease in winter total precipitation, namely drought, is observed (Türkeş, 2012). The Mediterranean basin region, which includes Turkey, is one of the regions expected to be most affected by climate change. It is estimated that average air temperatures in Turkey will increase by 1.0 °C to 2.0 °C for the period 2016-2040; 1.5 °C to 4.0 °C for the period 2041-2070; and 1.5 °C to 5.0 °C for the period 2071-2099. In addition, it is estimated that temperatures will increase and precipitation will decrease in the Mediterranean Basin, making this basin one of the most fragile regions on earth (Pekin, 2021). Turkey is highly susceptible to climate change due to its geographical location, topography and climate structure that varies by region. It is expected that economic growth will be negatively affected by changes in temperature and precipitation, and ecosystem degradation will occur that will negatively affect water quality and quantity. The level of impact of these effects is likely to affect each of Turkey's seven regions differently. The Southeastern and Central Anatolian Regions of Turkey are more at risk of desertification than temperature

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

increases. The same situation applies to the semi-humid Aegean Region, which does not have enough water (Öbük and Sınmaz, 2024).

Climate change will disrupt the composition and productivity of natural ecological systems and reduce their biodiversity. However, while some ecological systems respond quickly to climate change, others respond very slowly. Since each species will respond to climate change and disrupted climatic factors at different levels and in different ways, the structure of many ecological systems will be disrupted. As the habitats of flora and fauna change, there may be local increases in biodiversity due to newly introduced species. However, increasing negativities may lead to a decrease in biodiversity and an increase in unwanted species, and habitat fragmentation may create new obstacles for the migration of climate-dependent species. Climate change and all changes related to it will affect ecological systems that contribute to the production of goods and services by controlling material and nutrient cycles, water quality, water regime, soil erosion, air quality and climate (Öztürk, 2002). It is useful to be prepared for future climate change by developing plans and projects in advance. This study is about on the struggle of algae against climate change.

2. DEFINITION OF CLIMATE, CLIMATE CHANGE AND ALGAE

Climate is defined as the average condition of all weather conditions experienced or observed over many years in any part of the world (Kaya, 2009).

Climate change is defined as a change in climate over a period of decades or longer. The concept of climate change refers to broader changes in climate values, including precipitation, temperature and wind patterns, rising sea levels, shrinking mountain glaciers and shifts in plant flowering times (Günay and Hacıyakupoğlu, 2023).

Algae are simple-structured and chlorophyll-containing organisms. Their chloroplasts are not free in the cytoplasm but granular on the endoplasmic reticulum. In addition to chlorophyll, they also carry other pigment substances not found in plants. These pigment substances also give the specific colors to various groups. Unspecialized body parts that resemble the stem elements of plants but do not carry vascular tissue are called thallus (Cirik and Gökpınar, 2006).

3. THE IMPORTANCE OF STRUGGLING CLIMATE CHANGE

It is not possible for any country to combat climate change, which is a global threat, on its own. It is impossible for countries to keep themselves out of the negativities caused by climate change with their own efforts. Therefore, countries need to act with a sense of global responsibility in order to get rid of the dangerous process caused by climate change or to limit its effects (Erdoğan, 2018).

Climate change is among the most important global challenges of our time, as it knows no boundaries and affects all countries regardless of their level of development. The negative effects of climate change, which directly affect sustainable development, such as temperature increase, drought, flood, forest fires, loss of biodiversity, increased frequency and severity of extreme weather events, sea level rise, melting glaciers, food insecurity and increased health risks, are increasing in the world and in Turkey. Various international reports and scientific studies indicate that countries' current plans to combat climate change are inadequate and that it is vital not to exceed the 1.5 degrees Celsius limit, which is dangerous for people, natural life and ecosystems, in the global temperature increase. Within the scope of combating climate change, the issue of transitioning to a low-carbon economy at a global level envisages a radical transformation that will change people's lifestyles, production and manufacturing methods.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Therefore, combating and adapting to climate change should not be perceived as a mere environmental problem. In reality, this struggle may directly affect the growth strategies, energy policies, health and agriculture programs, water resource use, food security, transition to a low-carbon economy and sustainable development goals that countries will follow and may be decisive in their development. In order to achieve these goals, it is important for developed countries to fulfill their commitments in financing, technology transfer and capacity development (URL-1, 2025). For this, international cooperation is of great importance.

4. STRUGGLE OF ALGAE WITH CLIMATE CHANGE

Algae, which perform the first production through photosynthesis, have very important roles in aquatic systems as they form the first link of the food chain. Algae show a geographical distribution depending on the physical and chemical changes of the environment. Human activities, domestic, industrial and agricultural wastes have had a direct effect on eutrophication in recent years. In addition, nitrogen mixed into water from the atmosphere, nutrients carried by rainwater and substances carried to the environment through drainage are natural developments that accelerate the pollution process. One of the most obvious results of eutrophication is the occurrence of excessive algal blooms. The increase in phytoplankton populations causes the color, odor and ecological balance of the water to deteriorate. In addition, excessive algae growth causes toxic effects for many living creatures in the aquatic environment and causes deaths (Aktar and Cebe, 2010).

The increase in temperature of aquatic systems, especially due to climate change, will force many aquatic organisms to change their habitat. This will cause very important changes and losses in the food chain. The food chain in aquatic systems can sometimes be very long and is easily affected by many factors such as water temperature and current systems. The most easily measurable effect of climate change is the increase in water temperatures. The food chain in aquatic systems starts with microscopic algae. Phytoplankton constitutes the first step of the food chain in aquatic systems. As water temperature increases due to climate change, algal blooms also increase. Phytoplankton live in the lighted surface waters of aquatic systems. These phytoplankton serve as food for many aquatic species such as zooplankton, fish, shrimp, and mussels. The most important benefit of phytoplankton is that they produce 70 percent of the oxygen on earth. Phytoplankton play a very important role in the carbon cycle. The organic matter yield created by herbivorous species that feed on benthic or phytoplanktonic algae, which provide the energy necessary for their lives from primary production, is sustained by phytoplankton. As a result of the increase in the temperature of aquatic systems, algae species migrate to new regions suitable for their lives (Kayhan et al. 2015). Thus, significant changes occur in the food chain.

Coloration in aquatic systems can be caused by algae living in the water, rocks on which the water is located, or chemicals released as a result of the death of some living things. The number of algae living in the water increases greatly at times, and the color of the algae can cover the entire environment. This situation, also known as an algal bloom, can occur in very different colors, shapes, and sizes (Gözcelioğlu, 2017). Drought and excessive rainfall put pressure on water quality. In dry months, water quantities in aquatic systems will lead to higher concentrations of pollutants, especially from point sources. This will cause water quality to decrease. Warmer waters mean less oxygenated waters. The decrease in dissolved oxygen levels, which is one of the most important determinants of water quality, causes serious pollution problems. Dissolved oxygen concentrations are lower in warmer waters, and increasing temperatures encourage the proliferation of algae species that consume dissolved oxygen when they decompose and decay (Karaman and Gökalp, 2010).

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

The increasing density and frequency of blue-green algae, which cause taste and odor in aquatic systems, is a growing global problem. Human activities such as climate change and agricultural loads are increasing the algal blooms. Especially in stagnant water systems and potable water sources, taste and odor problems are frequently experienced due to algae. The most frequently reported earthy-woody-musty tastes and odors are caused by blue-green algae (Fakıoğlu et al. 2018). Therefore, while previously only microorganisms were studied in terms of taste and odor, in recent years, studies have also been conducted in terms of algae in terms of taste and odor.

Phytoplankton are also vital for climate change. While approximately 25 percent of anthropogenic carbon dioxide emissions are bound by terrestrial plants, 25 percent are bound by phytoplankton in the oceans for aquatic production. 10 gigatons of carbon are transferred from the atmosphere to the oceans annually. Therefore, even small changes in phytoplankton growth can affect atmospheric carbon dioxide concentrations that will feed back to global surface temperatures. On the other hand, the oceans, which are estimated to have absorbed 40 percent of the total carbon dioxide emissions given to the atmosphere by humans since the industrial revolution, are therefore facing the problem of acidification. It is estimated that this problem affects more than 95 percent of open ocean waters near the surface. It is also stated that the oceans have the capacity to absorb 70-80 percent of foreseeable global carbon dioxide emissions (Eren, 2021). The use of algae in carbon dioxide gas capture applications is a new technology. Algae use carbon dioxide gas in the atmosphere as a source of energy through photoautotrophic nutrition. Photosynthesis is the production of organic compounds from inorganic compounds such as carbon dioxide and water using sunlight to meet the nutritional needs of organisms containing chlorophyll. While organisms convert solar energy into chemical energy through photosynthesis, they also remove carbon dioxide gas from the atmosphere by incorporating it into their bodies. Especially microscopic algae can take in carbon from the atmosphere faster than terrestrial plants due to their high growth rates. Algae have an excellent ability to capture and use carbon dioxide. Algae have a much faster growth rate and a carbon capture capacity 10-50 times greater than plants on land (Vuppaladadiyam et al. 2018). Approximately 50 percent of the mass of microscopic algae is carbon. All of the carbon in the mass of microscopic algae comes from carbon dioxide gas, originating from the atmosphere. During the production of 10 kg of microscopic algae, approximately 18.3 kg of carbon dioxide gas can be removed from the atmosphere. Algae are a very good alternative for capturing carbon dioxide because they grow very quickly. The most important point here is to identify a fast-growing microscopic algae species that has a high carbon dioxide binding ability and a large amount of valuable components (Ho et al. 2011). In recent years, many studies have been carried out on the reduction of carbon levels in the atmosphere by algae.

Shena et al. (2021) reported that with the parallel spiral flow photobioreactor design, the biomass yield and carbon dioxide capture rate of *Spirulina sp*. increased by 81.5 percent and 100.5 percent, respectively.

Zuluaga et al. (2021) reported that the carbon dioxide removal efficiency was highest in *Botryococcus braunii* and *Scenedesmus sp*. cultures at 10 percent carbon dioxide, reaching 6.78 percent and 6.60 percent, respectively. In addition, they emphasized that microscopic algae can be an excellent alternative for carbon dioxide capture by transferring carbon dioxide from flue gas from an industrial chimney to the bioreactor.

Akgül et al. (2022) reported the reproductive efficiency and carbon dioxide retention efficiency of *Chlorella vulgaris* as 0.14 g/L/day and 0.25 g/L/day, respectively, for a gas mixture containing 15 percent carbon dioxide. However, increasing the carbon dioxide content in the given gas mixture to 90 percent inhibited growth. It was also reported that this situation could be prevented by gradually increasing the carbon dioxide gas in the gas mixture given to the algal culture.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Huang et al. (2023) reported an 81.4 percent increase in the carbon dioxide utilization efficiency of *Chlorella vulgaris*. It also reported that it provides an effective method for capturing microscopic algal carbon from industrial flue gas with high sulfate dioxide concentrations.

The cultivation of microscopic algae provides the use of a large amount of carbon and nitrogen. In this case, it clearly and clearly indicates that microscopic algae can be used to remove waste gases containing carbon and nitrogen (Xu et al. 2023). Thus, algae help reduce carbon levels in the atmosphere. This new technology has a high potential to contribute to the fight against climate change in the world and in Turkey. Incentives should be given for studies that adopt and implement algae cultivation techniques that increase carbon storage and reduce climate change and greenhouse gas emissions with this new technology.

Nutrients reach aquatic systems from point and non-point pollutant sources. Point sources are domestic and industrial wastewater. Non-point sources are fertilization in agricultural areas, leachate from solid waste storage areas, cattle, poultry and small cattle waste, atmospheric transport, surface runoff and erosion. Eutrophication is the enrichment of the natural process of biological production in aquatic systems caused by nutrients, especially phosphorus and nitrogen compounds. Eutrophication can result in algal blooms, surface deposits, surface plant masses and increased benthic aquatic plants. This can cause effects such as fish deaths, bad odor and negative effects on public health due to the decomposition of organic substances, release of toxic substances and lack of dissolved oxygen (Sağlamtimur and Sağlamtimur, 2018). Eutrophication occurs in aquatic systems due to climate change and environmental pollutants. Harmful algae increases are also related to eutrophication caused by climate change and pollution. Eutrophication is more frequently observed in polluted, shallow and closed aquatic systems. Harmful algal blooms, defined as a sudden and excessive increase in one or more phytoplankton species locally in aquatic systems, have increased in frequency in recent years. Excessive algal blooms on the Turkish coast were first observed in 1957 in the Gulf of İzmir. Algal blooms observed in subsequent years have been addressed in various studies. In the Mediterranean system *Dinophysis tripos*, *Dinophysis caudata*, *Dinophysis rotundata*, and *Pseudonitzschia pungens* have been reported to cause excessive blooms and are also toxin-secreting algae species (Sezgin and Yılmaz, 2012).

Artüz (2008) determined that the species that caused the phenomenon described as mixed algal bloom throughout the Marmara Sea were *Rhizosolenia calcar-avis* and *Dinophysis caudata* and *Dinophysis tripos*.

Ulcay et al. (2010) reported that *Microcystis aeruginosa* and *Microcystis wesenbergii* from Cyanophyceae caused the intense algal bloom in Lake Uluabat.

Çiçek and Ertan (2012) determined a total of five sections in Köprüçay River, namely Ochrophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Charophyta and Euglenophyta, and reported that Ochrophyta members were richer in terms of taxa and individual numbers than other sections. In addition, it was reported that there was a significant correlation between physicochemical parameters and epilithic algal diversity indices.

The source of the color in pink lakes is an alga called *Dunaliella salina* and Halobacteria cutirubrum from halobacteria. Especially in the summer months when the temperature and salinity increase, the algae produce a red-colored substance called beta-carotene. This substance protects the algae from the harmful effects of high-energy sunlight. Since halobacteria also reproduce excessively during the same period, the color of the lake turns pink or red. When the effect of the temperature decreases or the rains begin, there is no need for beta-carotene production. For this reason, the red-pink colors disappear. The most well-known and most impressive of the pink lakes is Hillier Lake in Australia. Salt Lake in Bozcaada in Turkey is also among the pink lakes (Gözcelioğlu, 2017).

Gülle et al. (2020) reported that *Peridiniopsis* cf. c*unningtonii* individuals were effective in the algal bloom in Karacaören-I Dam Lake.

Yümün and Kam (2021) reported that the mucilage in the Sea of Marmara contained the most Cloropyhya (*Stigeoclonium sp*.), followed by Rhodophyta (*Ceramium sp*.) and a small amount of Bacillariophyta (*Pleurosigma sp*.).

In the mucilage samples obtained from the Dardanelles, the most dominant species from the Cyanophyta group algae were *Prochlorococcus marinus*, *Synechococcus sp*., *Lyngbya sp*., *Trichodesmium erythraeum*, *Aphanocapsa sp*. and *Leptolyngbya sp*., were found by Yılmaz et al. (2022).

Climate change is the greatest threat to life on earth. Therefore, it is undoubtedly one of the most popular agenda items of recent times. It is not possible to expect humanity to remain indifferent to this threat. On the contrary, it is necessary to ensure that sensitivity on this issue becomes global and to take preventive measures urgently according to the results of scientific research (Sağlam et al. 2008). Accordingly, climate change and the increase in global water temperatures in recent years have seriously affected the structure of algae in aquatic systems. It is necessary to anticipate the negative effects of climate change in advance and to take advantage of potential opportunities by taking appropriate measures to prevent or minimize the damage they may cause. On the other hand, there is an increase in nitrogen and phosphate concentrations in aquatic systems and the fact that algae quickly reflect changes in environmental conditions, and there are changes in their species composition and density. This has made algae one of the most emphasized groups in monitoring studies in aquatic systems. Since aquatic systems are the environments most affected by climate change and environmental pollutants, it is very important to know the algae communities of these aquatic environments and to determine the changes that occur over time. For this, nutrient concentrations and algae species in aquatic systems should be monitored as an indicator of climate change, human and environmental health.

5. CONCLUSION

Climate change threatens life on earth from the tops of mountains to the deepest parts of the oceans, from the equator to the poles. Climate change also causes aquatic systems to warm, and aquatic species are also negatively affected by this change. Climate change also negatively affects aquatic systems, the biological characteristics, habitats, stocks and sustainability of aquatic organisms. Excessive algae growth observed in aquatic systems should be monitored and local people should be informed about this issue. Carbon capture technologies can reduce the negative effects of climate change. Serious investments are being made in new and biologically based carbon capture technologies that will reduce climate change and increasing carbon emissions in the worldwide. Algae are the most proven organisms in carbon capture. The cost of algae is lower than other chemical technologies and materials, and their cultivation is simple and economical. Algae will more come to the forefront in this regard in the near future. In order to prevent the negative developments of climate change and to deliver a clean ecological environment to future generations, more active participation should be ensured in this issue.

RFERENCES

Akgül, G., Varol, M., Ünşar, A.E. 2022. Effect of CO_2 Concentration and Nitrogen Stress on CO_2 Capture Efficiency of *Chlorella vulgaris* Microalgae Culture. Journal of Engineering Sciences and Design, 10(2): 698-721.

Aktar, S., Cebe, G.E. 2010. General Spesifications, Using Areas of Algae and their Importance on Pharmacy. Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University, 39(3): 237-264.

Artüz, M.L. 2008. Report-2 on Mucilage Aggregates Formed as a Result of Mixed Algal Blooms Observed Throughout the Marmara Sea. Sevinç and Erdal İnönü Foundation, pp. 118.

Cirik, S., Gökpınar, Ş. 2006. Plankton Information and Culture (Textbook). Ege University, Faculty of Fisheries Publication No: 47, İzmir, pp. 274.

Çiçek, N.L., Ertan, O. 2012. The Relationship with Some Physicochemical Parameters of Köprüçay River Epilithic Algae Diversity. Journal of Eğirdir Fisheries Faculty, 8(1): 22-41.

Erdoğan, S. 2018. The Global Efforts Aiming to Combat Climate Change and the European Union. MANAS Journal of Social Studies, 7(4): 703-718.

Eren, Z. 2021. The Relationship of Harmful Algae Bloom and Mucilage Outbreak in the Sea of Marmara. Journal of Environmental and Natural Studies, 3(2): 203-213.

Fakıoğlu, M., Karpuzcu, M.E., Öztürk, İ. 2018. Evaluation of Algae Related Taste and Odor Problem in Drinking Water. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 24(6): 1141-1156.

Gözcelioğlu, B. 2017. Pink Lakes. Nature Earth Sciences, Science and Technology Journal, 70-71.

Gülle, İ., Yalım, F.B., Ülkü, M. 2020. A Study on the Bloom of Dinoflagellates *Peridiniopsis* cf. *cunningtonii* (Lemmermann) Lemmermann in a Dam Lake Ecosystem in Turkey. Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research, 6(3): 223-230.

Günay, N., Hacıyakupoğlu, S. 2023. Chronological Analysis of Climate Change and an Overview of Nuclear Energy. Journal of Natural Hazards and Environment, 2023; 9(2): 365-384.

Ho, S.H., Chen, C.Y., Lee, D.J., Chang, J.S. 2011. Perspectives on Microalgal CO_2 Emission Mitigation Systems - A review. Biotechnology Advances, 29(2): 189-198.

Huang, Y., Fu, J., Xia, A., Zhu, X., Zhu, X., Liao, Q. 2023. Step-wise SO_2-feeding Strategies for Microalgae-based CO_2 Fixation from Flue Gas and Bioenergy Production. Chemical Engineering Journal, 468(143646): 1-12.

Karaman, S., Gökalp, Z. 2010. Impacts of Global Warming and Climate Change Over Water Resources. Reserach Journal of Agricultural Sciences, 3(1): 59-66.

Kahraman, S., Şenol, P. 2018. Climate Change: Global, Regional and Urban Effects. Academia Journal of Social Sciences, 1: 353-370.

Kaya, B. 2009. The Anlysis of the Climate Change on Wheat, Barley and Corn in Turkey by Panel Data. İstanbul University, Institute of Social Sciences, Department of Economic Policy, Master Thesis, pp. 177.

Kayhan, F.E., Kaymak, G., Tartar, Ş., Akbulut, C., Esmer, H.E., Ertuğ, N.D.Y. 2015. Effects of Global Warming on Fish and Marine Ecosystems. Erciyes University Journal of Institute of Science and Technology, 31(3): 128-134.

Kurnaz, M.L. 2023. Turkiye in Climate Change and Adaptation Processes. Resilience Journal, 7(1): 199-208.

Öbük, D.N., Sınmaz, S. 2024. The Process of Climate Change and the Spatial Perspective of Climate Change Action Plans in Türkiye. Urban Academy, 17(3): 939-960.

Özer, Z. 2021. Economic Effects and Developments of Biofuel Policies and Climate Change on Forage Crops in the World and in Turkey. Ege University, Institute of Science and Technology, Agricultural Economics, Master Thesis, pp. 147.

Öztürk, K. 2002. Global Climatic Changes and Their Probable Effect upon Turkey. Gazi University Gazi Faculty of Education Journal, 22(1): 47-65.

Pekin, M.A. 2021. Possible Changes in Yield of Alfalfa (*Medicago sativa*) According to Climate Change Projections. Ankara University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Agronomy, Master Thesis, pp. 69.

Sağlam, N.E., Düzgüneş, E., Balık, İ. 2008. Global Warming and Climatic Changes. Ege University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 25(1): 89-94.

Sağlamtimur, N.D., Sağlamtimur, B. 2018. Eutrophication Status and Scenarios in Aquatic Enviroments. Ömer Halisdemir University Journal of Engineering Sciences, 7(1): 75-82.

Shena, Y., Zhang, Y., Zhang, Q., Ye, Q., Cai, Q., Wu, X. 2021. Enhancing the Flow Field in Parallel Spiral-flow Column Photobioreactor to Improve CO_2 Fixation with *Spirulina sp*.. Science of the total Environment, 799(149314): 1-9.

Şen, Z. 2022. Climate Change and Türkiye. Journal of Environment, City and Climate, 1(1): 1-19.

Türkeş, M. 2012. Observed and Projected Climate Change, Drought and Desertification in Turkey. Ankara University Journal of Environmental Sciences, 4(2): 1-32.

Ulcay, S., Kurt, O., Taşkın, E., Öztürk, M. 2010. Seasonal Toxic Blue-Green Algae (Cyanobacteria, Cyanophyceae) Blooms Observed at the Uluabat (Apolyont) Lake (Bursa). Research Journal of Biology Sciences, 3 (1): 117-120.

URL-1, 2025. The Importance of Combating Climate Change. https://www.mfa.gov.tr/iklim-degisikligiyle-mucadelenin-onemi.tr.mfa, Ministry of Foreign Affairs of the Republic of Türkiye, Access date: 29 May 2025.

Xu, P., Li, J., Qiana, J., Wang, B., Liu, J., Xu, R., Chen, P., Zhou, W. 2023. Recent Advances in CO_2 Fixation by Microalgae and its Potential Contribution to Carbon Neutrality. Chemosphere, 319 (137987): 1-14.

Vuppaladadiyam, A., Yao, J.G., Florin, N., George, A., Wang, X., Labeeuw, L., Jiang, Y., Davis, R.W., Abbas, A., Ralph, P., Fennell, P.S., Zhao, M. 2018. Impact of Flue Gas Compounds on Microalgae and Mechanisms for Carbon Assimilation and Utilization - A Review. Chemsuschem, 11: 334-355.

Yılmaz, S., Çelik, E.Ş., Yılmaz, D.K., Küçüker, M.A. 2022. Cyanobacterial Communities in Mucilage Collected from Çanakkale Strait (Dardanelles): Metagenomic Approach. COMU Journal of Marine Sciences and Fisheries, 5(1): 11-18.

Yümün, Z.Ü., Kam, E. 2021. Mucilage Problem and Solution Methods in the Sea of Marmara. Turkish Academy of Sciences, 163-185.

Zuluaga, L.I.Z., Hernandez, L.C., Vacas, E.I.C., Menjivar, A.G., Pacheco, I.Y.L., Zacarias, C.C., Boully, L., Iqbal, H.M.N., Saldivar, R.P. 2021. Bio-capture and Influence of CO_2 on the Growth Rate and Biomass Composition of the Microalgae *Botryococcus braunii* and *Scenedesmus sp*.. Journal of CO_2 Utilization, 43(101371): 1-9.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

EVALUATION OF GREEN WATER FOOTPRINT IN THE AXIS OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY

Assoc. Prof. Dr. Seher Dirican

Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Science, Department of Biology, Sivas, Turkey

E-mail: sdirican@cumhuriyet.edu.tr - ORCID ID: 0000-0001-9130-5114

ABSTRACT

All organisms interact with the environment throughout their lives. The environment includes many living and non-living factors. In order to create a sustainable environment for all organisms, natural balances must be preserved or disturbed balances must be improved. Although most of the earth is covered with water, most of this water is useless for organisms. The amount of water that organisms can use is less than one percent of the total water. In other words, the amount of this vital resource, defined as freshwater, is not small, but less than small. This amount of water is very important for the smooth progress of activities such as health, agriculture and industry. An important indicator for the use of freshwater resources is the water footprint. In this axis, water footprint has recently been used to better understand the connections between water use and increasing pressures on water. This study focused on evaluating the green water footprint in the axis of environmental sustainability. The values of water footprint components vary for each product. Green water footprint is related to agriculture and food production. In this axis, detailed green water footprint studies should be disseminated. In order to protect existing water resources and ensure environmental sustainability, detailed analysis of the green water footprint is important to contribute to water management policies. As a result, increasing the green water footprint used in products is important for the environmental sustainability of water resources, especially in arid or semi-arid regions.

Keywords: Environmental Sustainability, Green Water Footprint, Water Resources.

1. INTRODUCTION

People's needs are diversifying and increasing day by day. Particularly population growth, urbanization and migration movements are the main factors that cause an increase in this diversification. As consumption-oriented human activities tend to increase continuously, the use of natural resources also increases. However, natural resources are limited and are gradually decreasing, polluted and even disappearing in response to needs. This relationship between needs and resources has made the concept of environmental sustainability an important topic of discussion in recent years. Environmental sustainability has become a concept encountered in every aspect of daily life. The impact of humans on the environment is much greater and faster than expected. Humans consume more natural resources than the earth can renew. Recently, various methodologies have been developed to measure the effects of environmental problems. Freshwater is an essential natural resource for both organisms and production and industry. As water becomes scarce day by day, freshwater natural resources are becoming very valuable today. In this context, a new methodology has been developed to examine water use

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

and better understand the connections between increasing pressure on water. This newly developed methodology is water footprint (Hoekstra, 2010; Oel and Hoekstra, 2012; Zhang et al. 2013; Lovarelli et al. 2016). Various studies are carried out around the world in the context of this new methodology.

Water footprint is the total amount of clean water resources used for the production of goods and services consumed by an individual or society or used by the producer for the production of goods and services. The water footprint reflects not only the volume of water, but also the type of water used, when and where it is used. In this respect, the water footprint of a product is a multidimensional indicator. The first water footprint studies were conducted nationwide to reveal a country's water resources and the amount that would meet the water needs in direct production. Water footprint studies, which have become more popular today, are carried out specifically for products, companies or commercial goods, and have begun to be used by the private sector to examine the supply chains of companies (Turan, 2017). The feature that distinguishes the water footprint from the concept of virtual water is that the concept of water footprint shows not only the volume of water used, but also when and where this water was used and the type of water. Considering the current globalization process, rapid population growth, urbanization, global warming and the effects of climate change, the amount of freshwater resources and their appropriate sharing between different sectors has become one of the issues that decision makers think about most. In this context, it has become even more important to measure the amount and quality of water used in the production of goods and services consumed within the country and on a global scale (Sütırmak, 2020). To create economic connections and create planning accordingly by creating a balance of efficiency between sectors, it will ensure that development takes place in an environmentally, economically and socially sustainable manner.

Green water footprint, one of the water footprint components in the context of environmental sustainability, was evaluated in this study. This study consists of four parts. In the first part, the concept of environmental sustainability will be emphasized. In the second part, water footprint and its components will be discussed. In the third section, green water footprint will be evaluated within the scope of environmental sustainability. The last part includes the results and situation evaluation. This study is based on local and foreign literature review. It is thought that the evaluations resulting from the study will provide useful ideas in terms of green water footprint in the context of environmental sustainability.

2. ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY

Environment is the environment in which organisms continue their vital functions, biological, economic, social and cultural lives. Recently, the understanding of environmental sustainability has become increasingly important. Excessive consumption of natural resources and forgetting of future generations, and activities dominated only by the understanding of production and consumption, pose a clear threat to the sustainability of the world. Sustainability is the principle of consuming the environment and natural resources while preserving the right of future generations to use them. Sustainability refers to the equitable distribution of natural resources over time, both among the current generation and future generations (Şenocak and Bursalı, 2018). Sustainability is not just an environmental problem caused by excessive resource consumption. At the same time, sustainability can be achieved depending on social, cultural, economic and political solutions.

Environmental sustainability is defined as the creation and maintenance of conditions that enable people and the environment to be in productive harmony and meet the economic, social and environmental needs of future generations (Yaşlıca, 2023). Environmental

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

sustainability requires protecting natural resources and avoiding their excessive use. Living in a green and clean world is possible by ensuring environmental sustainability. Environmental sustainability is critically important in the efficient use of water and preventing pollution of water resources.

3. WATER FOOTPRINT AND ITS COMPONENTS

Water footprint not only indicated the amount of water used in production and consumption, but also the components of the water used. Components of the water footprint represent water use and quality. The water footprint has three components. These are green water footprint, blue water footprint and gray water footprint. The type or scope of water used in water footprint calculations is represented by the green water footprint, blue water footprint and gray water footprint components. Of these components, green water is the amount of rainwater required to produce any product. The second component within the water footprint is blue water, the amount of surface and groundwater required to produce any given product. The third component of the water footprint is gray water, which is the amount of freshwater used to eliminate or reduce the pollution load, based on current water quality standards. In traditional water use, only the blue water footprint, which expresses the amount of surface and groundwater, is taken into account. However, unlike traditional water uses, in the water footprint method, in addition to the blue water footprint, the amounts of green water footprint and gray water footprint are also defined. These three water footprint components present themselves with different ecological functions. The total water footprint of each sector or country is equal to the sum of its green, blue and gray components (Zeng et al. 2012; Avanoz, 2020). While green and blue colors indicate water consumption, gray color indicates pollution on water.

4. GREEN WATER FOOTPRINT AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY

When green water footprint is mentioned, it refers to the total volume of rainwater used in the production of a good or service. These resources are used especially in horticulture, forestry and agricultural activities. It occurs when the amount of precipitation falling per unit area does not pass into groundwater and remains on the surface or is used by plants. This is an indicator of the amount of water evaporated and used by plants. The scarcity of green water limits food production. Green water footprint occurs mostly in agricultural product growing processes. When evaluating the amount of green water in a region, climate change and variability should be taken into account, as it is linked to the amount of precipitation in that region (Sütırmak, 2020). Green water footprint means terrestrial precipitation that does not flow or mix with groundwater, but is stored in the soil or temporarily remains on the soil or plant.

Green water footprint, blue water footprint and gray water footprint affect water systems in different ways. The availability of water resources in a stream basin is limited by the amount of rain. Precipitation, which contributes to the amount of water in the basin, leaves the basin through evaporation or flows to the seas. Evaporation flows, called green water, can be made useful through cultivated areas or forests. In this way, vapor streams are used efficiently rather than being lost to the atmosphere. Surface runoff, which is described as blue water in a basin, can be made useful as green water by withdrawing from the permeable layer and streams and providing domestic, agricultural or industrial use. In this way, surface flows can be used for beneficial purposes instead of being lost to the seas (Hoekstra, 2010). Green water is cheaper to use than blue water. Blue water is used when green water is insufficient. Therefore, by reducing the use of blue water, both production costs and environmental impacts are reduced.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Especially in agriculture, blue water depends on the type of product, the tolerance of the product to water shortage, irrigation efficiency and the amount of green water (Lovarelli et al. 2016). The amount of precipitation affects the supply and demand of green water.

Precipitation constitutes an extremely important water source for organisms. The precipitation, together with the temperature factor, is the main factor that determines the structural characteristics, species richness and rhythm of vital activity of plant and animal communities on the earth. There is always enough water vapor in the air to form precipitation. However, the necessary meteorological conditions for this water vapor to condense do not always occur. As water vapor in the air condenses, snow, hail, rain, dew and fog form. Regional and seasonal distribution of precipitation is an important limiting factor for organisms. There are seasonal variations in precipitation amounts in tropical and subtropical regions. Physiological drought caused by frozen water towards the poles and in the higher parts of the mountains, and physical drought caused by lack of precipitation and water scarcity towards the deserts, significantly restrict life and species richness. Only a certain number of organisms can adapt to these conditions. The mass of water contained in the earth is more or less constant, and no water molecule can leave the earth and the atmosphere. However, it moves regularly in nature under the influence of solar energy and gravity. This movement of water between the lithosphere, hydrosphere and atmosphere is called the hydrological cycle. Atmospheric movements and marine currents constitute the driving force of the hydrological cycle. The precipitation factor that affects the water cycle varies depending on latitude, altitude and the atmospheric characteristics of the region (Kocataş, 2003). The energy required for the hydrological cycle is provided by the sun.

Due to the relationship between environmental problems and consumption, population has an important place in the environmental issue. Research conducted at the global level reveals that one of the two main determinants of humanity's ecological footprint is population and the other is consumption (Dietz et al. 2007). The most fundamental relationship between population and environment is that population size acts as a multiplier of activities and consumption, and that every individual in the population is involved in environmental damage. Therefore, the size and change of the population, which affects consumption levels along with other factors, is directly or indirectly linked to the environment as a natural consequence of people's resource needs and their contribution to pollution. Today, the world population still continues to increase despite decreasing fertility rates (Özgür, 2017). The world population, which was approximately 2.5 billion in 1950, doubled in 37 years and exceeded 5 billion in 1987. In 2024, the world population will reach 8 billion. It is predicted that the global population may reach 8.5 billion in 2030, 9.7 billion in 2050 and 10.4 billion in 2100 (Sevinç and Aktuğ, 2023). Accordingly, the increasing trend in the global population will further increase the demand for water resources. In this context, water resources should be protected and managed sustainably. Therefore, water should be used carefully, consciously and economically. In this way, people can reduce their water footprint. Recently when the concept of environmental sustainability is of great importance, the sustainability of rainwater collection and storage systems has become a great hope for transferring natural water resources to future generations. The importance of collecting rainwater and storing and using it under appropriate conditions has become even more evident.

Organisms cannot always benefit directly from available water. There are many factors that limit this benefit. For this reason, soil water, which supports the life of plants and terrestrial organisms, constitutes only a tiny fraction of 0.01 percent of the total water available worldwide. When the structures of plants and animals are examined, it is observed that their structures consist of around 70-80 percent water. Cycles in ecosystems have a very complex structure. Some cycles occur between organisms and the atmosphere, while others occur between organisms and soil. It is possible for some cycles to occur in both ways. In addition,

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

there is an internal cycle between plants and animals that ensures the preservation and displacement of nutritional elements within organisms (Sargıncı et al. 2022). Global warming and climate change are among the biggest environmental problems of recent times, negatively affecting every sector from health to agriculture. Climate change has many effects globally and regionally, and it is indicated that these effects will increase day by day. The effects of climate change include decreasing water resources, increasing droughts and floods, and decreasing productivity in agriculture. Drought is observed more and more every day due to the effect of climate change. Unconscious use of water resources and failure to receive expected precipitation increases drought. Drought is one of the main problems of agricultural production. The agricultural sector uses the most water in the world. The demand for increasingly limited water resources is increasing rapidly and world food security is endangered (Dirican, 2021). It is impossible to sustain life without clean, healthy water. To ensure the sustainability of water resources, attention should be paid to the use of every drop of water. Water footprint can be calculated for the production of a single food or a non-food product. Water footprint components together indicate the use of water, the source of water and the volume of clean water required to eliminate pollutants. When foods are evaluated in terms of water footprint for protein, the water footprint per gram of milk, egg and chicken meat is 1.5 times higher than legumes. The water footprint of beef is 6 times higher than that of legumes. One kilogram of beef requires approximately 93 percent green water footprint, 4 percent blue water footprint and 3 percent gray water footprint. This varies depending on the type of production system, the source and composition of the feed used for the animal (Pekcan, 2017). The main priority parameter in the blue and green water footprint analyzes of agricultural production is the plant water consumption, that is, evoptranspiration values, of agricultural products. First of all, the blue and green evapotranspiration values, which are the water footprint components of agricultural products, are compared with the effective precipitation and irrigation water amount to obtain plant water consumption, that is, blue and green evapotranspiration values (Avanoz, 2020). When we look at water use by sectors, agricultural water consumption is higher in parallel with global use throughout the world. When we look at the water footprints of agricultural products in general, the green water footprint is higher. For this reason, production may be affected by precipitation and climate conditions. In this context, in addition to the economic benefits of agricultural activities, the pressure on water resources should also be taken into consideration. For this purpose, awareness and awareness raising about water footprint should be provided for sector employees and consumers in order to reduce water consumption in the agricultural sector. Producers and consumers should be informed about the amount of water spent in agricultural production processes. It is very important to carry out afforestation efforts to prevent desertification and erosion. The water content of the basins should be parallel to the water footprint of the products grown around them. The most water loss occurs in traditional irrigation methods in agriculture. For this, pressurized and modern irrigation systems should be preferred. Instead of producing fruits and plants that require excessive water, fruits and plants that need less water should be produced. In addition, sustainable agricultural policies need to be determined by evaluating the economic benefits of agriculture and its impact on water resources.

Sustainable development is only possible with a sustainable environment. The environmental dimension of sustainability focuses on ensuring the continuity of natural resources. In a sustainable environment, the level of use of natural resources should not exceed the rate at which these resources renew themselves and the rate of pollutants in the natural environment should not exceed the rate at which resources process pollutants. In this context, protecting human health, protecting biodiversity and plant and animal life, and protecting air, soil and water quality constitute the scope of environmental sustainability (Kaypak, 2011). Environmental sustainability is meeting the needs of future generations by protecting and

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

developing environmental values in social, economic, physical and all similar areas. Environmental sustainability basically aims to protect natural resources. People should transfer the water they use to future generations in a better way than the current situation, or if this is not possible, in its current state. In this context, environmental sustainability aims to control human pressure on water resources and thus protect the natural environment. In particular, deterioration in water resources and lack of continuity in water services negatively affect societies by triggering fragility in other areas. The small water footprint of societies ensures the sustainability of water resources. In this context, green water footprint and environmental sustainability, which is a dimension of sustainability, stand out as two complementary elements. Although green water footprint and environmental sustainability are two complementary elements, they cannot be used interchangeably. Because while green water footprint refers to the amount of rainwater required to produce products, environmental sustainability indicates a desired outcome. Environmental sustainability focuses on improving the quality of life for both today and future generations. Environmental sustainability shows a long-term orientation by paying attention to the roots of the problems. Although the concepts of environmental sustainability and green water footprint have different meanings, they are intertwined concepts that are related to each other and contribute to each other. Because the green water footprint is important in achieving the sustainable water target. Therefore, in order to establish water resources, the concepts of environmental sustainability and green water footprint should be approached as a whole and the concepts should be handled from a holistic perspective.

5. CONCLUSION

Sustainability of water resources is extremely important. Water resources around the world are limited and if they are not managed properly, there may not be sufficient water resources for future generations. The aim of water resources management is to determine a environmental sustainable potential that will not change the functioning of the hydrological system without causing permanent damage to natural resources. Water consumption should be reduced to reduce the demand for water resources. With global warming, climate change and population growth, the correct and effective use of water plays an important role in countries' future water management plans. Accurately determining the amount and quality of consumed and produced products and the water used in the process until these products meet the consumer is increasing in importance day by day. Water footprint values vary for each product grown or produced. In fact, the stages the product goes through before it is ready for sale, the region where the product is grown, climate and geographical conditions also cause significant changes in the amount of water footprint. Calculation of water footprint components is necessary for sustainable management of water resources. In order to use water sustainably, calculating the green water footprint component is important for future planning, finding solutions to water-related problems and raising public awareness. A close relationship should be established between water, which is the basic element of environmental sustainability, environmental variables and food security. However, increasing the green water footprint used in products is important for the environmental sustainability of water resources, especially in arid or semi-arid regions.

RFERENCES

Avanoz, Z. 2020. Calculation of Water Footprint of Crop Production in Turkey. Batman University, Institute of Science, Department of Civil Engineering, M.Sc. Thesis, pp. 80.

Dietz, T., Rosa, E.A., York, R. 2007. Driving the Human Ecological Footprint. Frontiers in Ecology and the Environment, 5(1): 13-18.

Dirican, S. 2021. A Study on the Water Occupancy Rates of Karacalar Dam Lake (Sivas-Turkey) in the Past Decade. International Journal of Agriculture and Environmental Research, 7(2): 259-264.

Hoekstra, A.Y. 2010. The Water Footprint: Water in the Supply Chain. Water, 93: 12-13.

Kaypak, Ş. 2011. A Sustainable Environment for A Sustainable Development in the Process of Globalization. Karamanoglu Mehmetbey University Journal of Social and Economic Research, 13(20): 19-33.

Kocataş, A. 2003. Ecology and Environmental Biology. Ege University Faculty of Fisheries Publications No: 51, Seventh Edition, Ege University Press, İzmir, Turkey, pp. 597.

Lovarelli, D., Bacenetti, J., Fiala, M., 2016. Water Footprint of crop productions: A Review. Science of the Total Environment, 548-549: 236-251.

Oel, V.P.R., Hoekstra, A.Y. 2012. Towards Quantification of the Water Footprint of Paper: A First Estimate of its Consumptive Component. Water Resources Management, 26: 733-749.

Özgür, E.M. 2017. Population Dynamics, Environment, and Sustainability. Turkish Journal of Geographical Sciences, 15(1): 1-26.

Pekcan, A.G. 2017. Dietary Guidelines and Water Footprint. Journal of Nutrition and Dietetics, 45(2): 95-98.

Sargıncı, M., Dönmez, A.H., Yıldız, O. 2022. Water Cycle in Biosphere And Mechanisms of Water Uptake by Plants. Journal of Duzce University Botanical Garden for Ornamental and Medicinal Plants, 1(1): 8-20.

Sevinç, M.Y., Aktuğ, S.S. 2023. A Global Overview of the Problems Caused by Population Growth. Anadolu University Journal of Social Sciences, 6(11): 13-30.

Sütırmak, T. 2020. Water Footprint Profile of Istanbul University-Cerrahpasa Avcılar Campus. Istanbul University-Cerrahpaşa, Graduate Education Institute, Department of Environmental Engineering, M.Sc. Thesis, pp. 85.

Şenocak, B. Bursalı, Y.M. 2018. Awareness of Environmental Sustainability in Enterprises and the Relationship Between Green Business Practices and Business Success. Süleyman Demirel University the Journal of Faculty of Economics and Administrative Sciences, 23(1): 161-183.

Turan, E.S. 2017. An Evaluation of Turkey's Water Footprint. Turkish Bulletin of Hygiene and Experimental Biology, 74: 55-62.

Yaşlıca, B.E. 2023. The Relationship Between Environmental Sustainability, Logistics Performance and Corporate Governance and Their Effects on Global Competitiveness. Maltepe University, Graduate Education Institute, Department of International Trade and Logistics, İstanbul, Turkey, Ph.D Thesis, pp. 151.

Zeng, Z., Liu, J., Koeneman, P.H., Zarate, E., Hoekstra, A.Y. 2012. Assessing Water Footprint at River Basin Level: A Case Study for the Heihe River Basin in Northwest China. Hydrology and Earth System Sciences, 16(8): 2771-2781.

Zhang, G.P., Hoekstra, A.Y., Mathews, R.E. 2013. Water Footprint Assessment (WFA) for Better Water Governance and Sustainable Development. Water Resources and Industry, 1-2: 1-6.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

ALKALİ KOŞULLAR ALTINDA YETİŞTİRİLEN SOYADA *LACTİPLANTİBACİLLUS PLANTARUM* UYGULAMASININ RİZOSFER MİKROBİYOM DİNAMİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Assoc. Prof. Dr., Özge Kahraman Ilıkkan
Başkent Üniversitesi, Gıda İşleme Bölümü, Ankara, Türkiye
okilikkan@baskent.edu.tr, 0000-0001-5843-6868

Muhammed Fatih Kaya
Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Biyolojik Bilimler, Ankara, Türkiye
fatih.kaya_01@metu.edu.tr, 0009-0006-6437-1427

Ece Fidan
Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Biyolojik Bilimler, Ankara, Türkiye
fidan-ece@hotmail.com, 0009-0007-1914-8696

Elif Cemre Dönmez
Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Biyolojik Bilimler, Ankara, Türkiye
e278562@metu.edu.tr, 0009-0004-3867-7508

Assoc. Prof. Emre Aksoy
Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Biyolojik Bilimler, Ankara, Türkiye
emreaks@metu.edu.tr, 0000-0002-9410-2715

ÖZET

Laktik asit bakterileri (LAB) ve bitki büyümesini teşvik eden bakteriler (PGPB) son zamanlarda giderek daha fazla ilgi görmektedir. Bu fermentatif ve probiyotik bakteriler, geniş metabolik aktiviteleri, fitohormonları sentezlemeleri, düşük patojeniteleri ve çeşitli çevre koşullarına güçlü adaptasyonları nedeniyle tarımda güvenli ve etkili bir biyogübre olarak kabul edilmektedir. LAB suşları bitki kök yüzeylerine yapışarak rizosfer kolonizasyonunu kolaylaştırır, bu da patojen çoğalmasını bastırır, organik asit üreterek pH'ı düşürür ve besin alımını kolaylaştırır. Ayrıca, LAB'nin çevresel strese karşı direnci ve toprakta hızlı çoğalması, onları sürdürülebilir tarım için umut verici alternatif mikrobiyal ajanlar haline getirir. Bu nedenle, çalışmada alkali koşulların neden olduğu demir eksikliği durumunda *Lactiplantibacillus plantarum* suşu ile sulamanın ve tohuma priming uygulamasının soyanın rizosfer mikrobiyomunda laktobasil birikimi 16SrRNA amplikon temelli metagenom yöntemi ile araştırılmıştır. Analiz sonuçlarına bakıldığında, biyoçeşitlilik sonuçları, tohum kaplama uygulamasının rizosfer mikrobiyomunda daha dengeli ve çeşitli bir bakteri topluluğu oluşturduğunu göstermiştir. Shannon ve Simpson indeksleri, en yüksek çeşitlilik ve en düşük baskınlık değerlerinin tohum kaplama grubunda gözlendiğini ortaya koymuştur. Beta çeşitlilik analizleri (Jensen–Shannon mesafesi ve PCoA) ise uygulama yöntemine bağlı olarak mikrobiyal topluluk kompozisyonunun belirgin şekilde farklılaştığını göstermiştir. Özellikle tohum kaplama grubunun kontrol ve sulama gruplarından ilk eksen boyunca net biçimde

ayrılması, doğrudan inokülasyonun rizosfer yapısını yeniden şekillendirdiğini göstermektedir. *Lactobacillus* okumalarının en yüksek düzeyde sulama ile inoküle edilen gruplarda saptanması, bu yöntemin daha güçlü rizosfer kolonizasyonu sağladığını ortaya koyarken; tohum kaplama uygulaması erken dönem kolonizasyonu destekleyerek mikrobiyal çeşitlilik artışına katkı sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler : soya, *Lactiplantibacillus plantarum*, rizosfer mikrobiyom

THE EFFECTS OF *LACTIPLANTIBACILLUS PLANTARUM* APPLICATION ON RHIZOSPHERE MICROBIOME DYNAMICS IN SOYBEANS GROWN UNDER ALKALINE CONDITIONS

Assoc. Prof. Dr., Özge Kahraman Ilıkkan
Department of Food Processing, Baskent University, Ankara, Türkiye
okilikkan@baskent.edu.tr, 0000-0001-5843-6868

Muhammed Fatih Kaya
Department of Biological Sciences, Middle East Technical University, Ankara, Türkiye
fatih.kaya_01@metu.edu.tr, 0009-0006-6437-1427

Ece Fidan
Department of Biological Sciences, Middle East Technical University, Ankara, Türkiye fidan-ece@hotmail.com, 0009-0007-1914-8696

Elif Cemre Dönmez
Department of Biological Sciences, Middle East Technical University, Ankara, Türkiye
e278562@metu.edu.tr, 0009-0004-3867-7508

Assoc. Prof. Dr. Emre Aksoy
Department of Biological Sciences, Middle East Technical University, Ankara, Türkiye
emreaks@metu.edu.tr, 0000-0002-9410-2715

ABSTRACT

Lactic acid bacteria (LAB) and plant growth-promoting bacteria (PGPB) have recently been gaining increasing attention. These fermentative and probiotic bacteria are considered safe and effective biofertilizers in agriculture due to their broad metabolic activities, phytohormone synthesis, low pathogenicity, and strong adaptation to various environmental conditions. LAB strains adhere to plant root surfaces, facilitating rhizosphere colonization, which suppresses pathogen proliferation, lowers pH by producing organic acids, and facilitates nutrient uptake. Furthermore, LAB's resistance to environmental stress and rapid multiplication in soil make them promising alternative microbial agents for sustainable agriculture. Therefore, this study

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

investigated the accumulation of lactobacilli in the rhizosphere microbiome of soybeans using a 16SrRNA amplicon-based metagenomic method, focusing on irrigation with *Lactiplantibacillus plantarum* and seed priming under alkaline conditions that cause iron deficiency. The analysis results indicate that the seed priming application created a more balanced and diverse bacterial community in the rhizosphere microbiome. The Shannon and Simpson indices revealed that the highest diversity and lowest dominance values were observed in the seed coating group. Beta diversity analyses (Jensen–Shannon distance and PCoA) showed that microbial community composition differed significantly depending on the application method. In particular, the clear separation of the seed coating group from the control and irrigation groups along the first axis indicates that direct inoculation reshaped the rhizosphere structure. The detection of *Lactobacillus* readings at the highest levels in the groups inoculated with irrigation indicates that this method provides stronger rhizosphere colonization, while seed coating supports early colonization and contributes to increased microbial diversity.

Keywords: soybean, *Lactiplantibacillus plantarum*, rhizosphere microbiome

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF SUSTAINABLE SLA RESINS

MSc. Student, Azra ALBAYRAK
Bursa Technical University,
azralbayrak06@gmail.com - 0009-0006-3406-6202

Assoc. Prof. Fatma Nur PARIN
Bursa Technical University,
nur.parin@btu.edu.tr - 0000-0003-2048-2951

ABSTRACT

In this study, a water-based photocurable resin was modified with bamboo fiber and lavender essential oil and processed via SLA to explore more sustainable composite formulations. TGA, and tensile analyses showed that all systems exhibited similar thermal behavior, with the main degradation occurring between 300–345 °C and 50% mass loss around 410–415 °C, indicating that additive incorporation did not significantly alter overall thermal stability. In contrast, the mechanical response was highly sensitive to composition. Bamboo fiber provided a clear reinforcing effect, increasing tensile strength from 33.93 MPa to 37.43 MPa and modulus from 994.28 MPa to 1389.23 MPa. Conversely, lavender oil caused a sharp deterioration in properties, reducing strength to 13.46 MPa and modulus to 495.85 MPa due to its plasticizing effect. These results highlight the distinct roles of the two additives, with bamboo fiber acting as a reinforcing phase and lavender essential oil reducing the load-bearing capacity of the polymer network. The results demonstrate that the effects of natural additives in SLA resins are strongly formulation-dependent, with bamboo fiber promoting reinforcement and higher lavender essential oil contents reducing strength and stiffness through plasticization.

Key words: Stereolithography (SLA), water-based photopolymer resin, bamboo fiber, lavender essential oil, biocomposite.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

SUMAK (*Rhus coriaria L.*) VE İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE POTANSİYEL TERAPÖTİK FAYDALARI

SUMACH (Rhus coriaria L.) AND ITS POTENTIAL THERAPEUTIC BENEFITS ON HUMAN HEALTH

Prof. Dr H.Ahmet DEVECİ

Gaziantep University

h_ahmet_deveci@gantep.edu.tr - 0000-0002-3862-1991

Lecturer Ayla DEVECİ

Kilis 7 Aralik University

ayladeveci@kilis.edu.tr - 0000-0003-2574-0251

ÖZET

Bitki kaynaklı fitokimyasallar, oksidatif strese ve inflamasyona bağlı kronik hastalıklardan korunma ve yönetme konusunda önemli biyolojik aktivitelere sahip bileşiklerdir. Sumak (*Rhus coriaria L.)* Akdeniz bölgesine ait olan bir bitki olup, fenolik bileşikler, flavonoidler, tanenler ve organik asitlerce zengindir. Bu bileşikler sumağa antioksidan antiinlamatuvar, nöroprotektif ve kardiyoprotektif özellikler kazandırmaktadır. Bu derleme çalışmasında sumağın fitokimyasal içeriğini, biyolojik etkilerini ve insan sağlığı üzerine olan terapötik faydalarını güncel literatür ışığında değerlendirmeyi amaçladık. Güncel literatür bilgileri değerlendirildiğinde, sumağın reaktif oksijen türlerinin oluşumunu engelleyerek oksidatif stresi azalttığı, inflamatuar sinyal yolaklarını modüle ettiği, proinflamatuar sitokin düzeylerini düşürdüğü ve antimikrobiyal etkileri sayesinde doğal gıda koruyucu olarak kullanıldığı gösterilmiştir. Ayrıca yapılan çalışmalarda sumağın metabolik sendrom, kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıklar üzerinde koruyucu etkilerinin olabileceği kanısına varılmıştır. Sonuç olarak mevcut bilimsel veriler değerlendirildiğinde sumağın fonksiyonel bir gıda olabileceği, klinik etkinliğinin ve potansiyel terapötik faydalarının netleştirilmesi için daha fazla insan çalışmalarına ihtiyaç vardır.
Bu çalışmada sumağın fitokimyasal içeriği, biyolojik etkileri ve insan sağlığı üzerine potansiyel terapötik etkileri güncel literatür gözden geçirilerek sunulmaya çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Sumak, fitokimyasal içerik, biyolojik etkiler

ABSTRACT

Plant-derived phytochemicals are compounds with important biological activities in protecting and managing chronic diseases caused by oxidative stress and inflammation. Sumac (Rhus coriaria L.) is a plant belonging to the Mediterranean region and is rich in phenolic compounds,

flavonoids, tannins and organic acids. These compounds give sumac antioxidant, anti-inflammatory, neuroprotective and cardioprotective properties. In this review study, we aimed to evaluate the phytochemical content, biological effects and therapeutic benefits of sumac on human health in the light of current literature. When current literature information is evaluated, it has been shown that sumac reduces oxidative stress by preventing the formation of reactive oxygen species, modulates inflammatory signaling pathways, reduces pro-inflammatory cytokine levels and is used as a natural food preservative thanks to its antimicrobial effects. Additionally, studies have concluded that sumac may have protective effects on metabolic syndrome, cardiovascular and neurodegenerative diseases. As a result, when the current scientific data is evaluated, sumac can be a functional food and more human studies are needed to clarify its clinical effectiveness and potential therapeutic benefits. In this study, the phytochemical content, biological effects and potential therapeutic effects of sumac on human health will be presented by reviewing the current literature.

Keywords: Sumach, phytochemical content, biological effects

1. GİRİŞ

Bitkisel kaynaklı biyoaktif bileşikler, son yıllarda fonksiyonel gıdalar ve nütrasötikler alanında yoğun şekilde araştırılmaktadır. Bitkilerde doğal olarak bulunan sağlığımıza birçok faydası olan ve besin öğesi olmayan biyoaktif bileşiklere fitokimyasallar denir (Sağlam vd., 2021; Yang ve Ling, 2025). Fitokimyasalların insan sağlığını desteklemede ve kronik hastalıkların önlenmesindeki rolü birçok araştırmaya konu olmuş ve bu fitokimyasalların önemi her geçen gün daha da artmaktadır. Fitokimyasallarla yapılan çoğu çalışmada, bu bileşiklerinin biyolojik aktiviteleri ortaya konulmuş ve insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır (Shahidi & Ambigaipalan, 2015; Cory vd., 2018; Salehi vd., 2019; Zannou vd., 2025). Bitkisel kaynaklı fitokimyasallar, oksidatif stres ve inflamasyon süreçlerini düzenleyerek metabolik sendrom ile ilişkili kardiyometabolik risk faktörlerinde iyileştirici etki yapabilmektedir. Bitkilerdeki biyoaktif bileşiklerden olan fenolik bileşikler antioksidan kapasiteyi artırmakta ve lipid profili ile glikoz metabolizmasını olumlu yönde etkileyebilmektedir (Ehsani vd., 2022; Rodriguez-Mateos vd., 2025; Gasmi vd., 2023; Perrone vd., 2022; Gündeşli, 2025). Fitokimyasalların oksidatif stres, inflamasyon ve kardiyometabolik risk faktörleri üzerindeki etkileri, sumak gibi bitkisel kaynakların sağlık açısından potansiyel faydalarını gündeme getirmiştir.

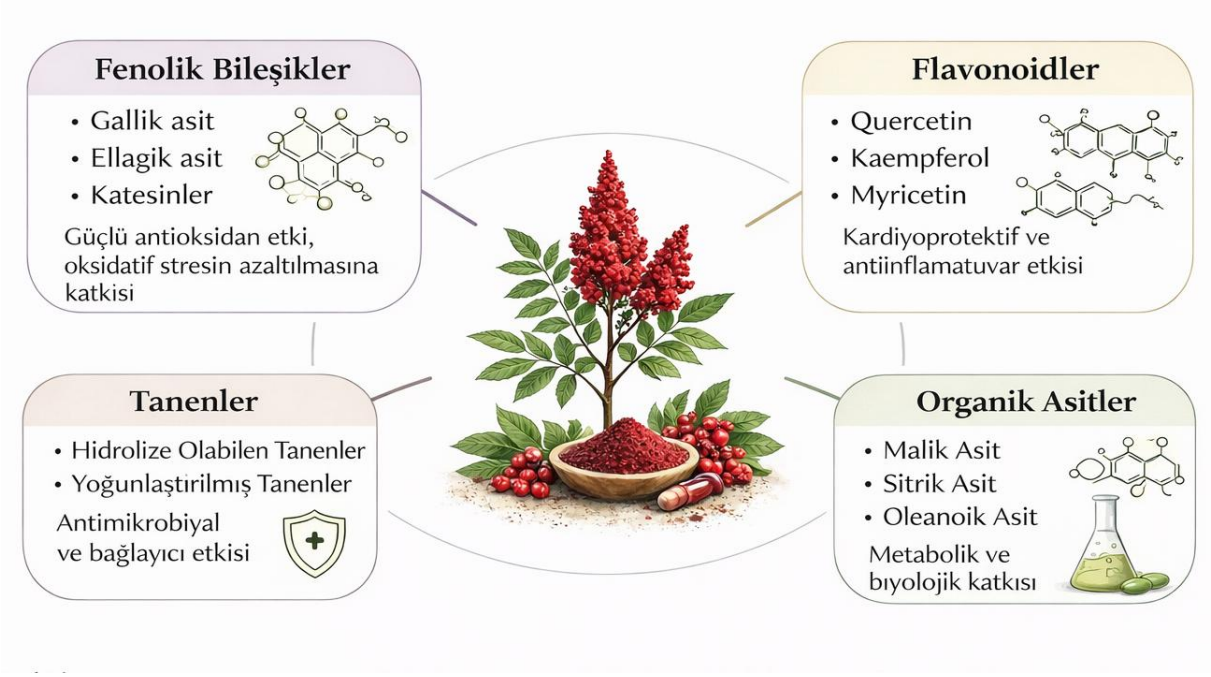
Sumak (*Rhus coriaria L.*) Anacardiaceae familyasına ait olan baharat ve tatlandırıcı madde olarak kullanılan bir Akdeniz bitkisidir. Sumak Türkiye, Lübnan, Suriye, Ürdün ve İran gibi çeşitli Akdeniz ve Orta Doğu ülkelerinde genellikle baharat olarak kullanılır (Shabbir, 2012; Abu-Reidah vd., 2014; Alsamri vd., 2021). Sumak geleneksel kullanımlarının yanı sıra zengin fitokimyasal içeriği nedeniyle modern bilimsel araştırmaların da odağında yer almaktadır (Shabbir, 2012; Abu-Reidah vd., 2015). Sumak bitkisi, fenolik asitler, flavonoidler, tanenler ve antosiyaninler gibi önemli fitokimyasal sınıfları barındırması nedeniyle güçlü biyolojik aktivitelere sahiptir (Jafari vd., 2026 Kosar vd., 2007; Shabbir, 2012; Zannou vd., 2025)

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Bu literatür çalışmasında sumak bitkisinin fitokimyasal profili, biyolojik etkileri ve insan sağlığı üzerine potansiyel terapötik faydaları güncel çalışmalar ışığında değerlendirilmeye çalışıldı.

2. SUMAĞIN FİTOKİMYASAL PROFİLİ

Sumağın (*Rhus coriaria L.*) fitokimyasal profili, onun biyolojik aktiviteleri ve potansiyel terapötik etkileri belirleyen temel bileşenleri içermektedir. Sumakta bulunan en önemli fitokimyasallar fenolik bileşikler, flavonoidler, tanenler ve organik asitlerdir (Abu-Reidah vd., 2015; Alsamri vd., 2021; Khalil vd., 2021; Batiha vd., 2022; Zannou vd., 2025).



Görsel 1.Sumakta bulunan fenolik bileşikler

Sumakta bulunan fenolik bileşikler güçlü antioksidan özellikleriyle oksidatif stresi azaltıp, lipid peroksidasyonunu inhibe ederek hücresel hasarı önlemektedir (Shabbir, 2012; Shahidi ve Ambigaipalan, 2015). Gallik asit, ellagik asit ve kateşin gibi fenolik bileşikler sumağın antiinflamatuar ve antimikrobiyal etkilerinde önemli rol oynarlar (Abu-Reidah vd., 2015; Özcan vd., 2018; Khalil vd., 2021; Batiha vd., 2022; Zannou vd., 2025).

Sumakta bulunan quercetin, kaempferol ve myricetin gibi flavonoidler antioksidan etkilerinin yanında kardiyoprotektif ve nöroprotektif etkileriyle de önem çıkmaktadır (Cory vd., 2018; Isgrò vd., 2022; Ahmed vd., 2026). Tanenler ise özellikle mikroorganizma hücre duvarı üzerinde etkili olup antimikrobiyal özellikleriyle gıda koruyucu olarak kullanımları dikkat çekmektedir (Kossah vd., 2009; Shabbir, 2012). Sumakta bulunan malik asit ve sitrik asit gibi organik asitler sumağın hem tat profilini hem de bazı biyolojik aktivitelerini desteklemektedir

Sumağın fitokimyasal zenginliği yalnızca tek bir bileşene bağlı olmayıp, bu bileşenlerin birbiriyle sinerjik etkisine bağlıdır. Bu durum sumağın antioksidan, antiinflamatuar, antimikrobiyal, metabolik ve kardiyoprotektif etkilerini açıklamada kritik bir rol oynamaktadır (Shabbir, 2012; Abu-Reidah vd., 2015; Khalil vd., 2021; Batiha vd., 2022; Zannou vd., 2025; Shidfar vd., 2014; Khalil vd., 2021; Jafarpour vd., 2024; Ghafouri vd., 2024). Ayrıca sumağın

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

fenolik ve flavonoid içeriğin yüksek olması, onun terapötik potansiyelini arttırmakta ve birçok kronik hastalığın önlenmesinde kullanılabilirliğini desteklemektedir. Bu nedenle sumağın fitokimyasal içeriğinin belirlenmesi, onun hem biyolojik etkilerinin hem de terapötik faydalarının ortaya konmasında yapılacak olan daha sonraki çalışmalar için önemli bir temel oluşturur.

3. SUMAĞIN BİYOLOJİK ETKİLERİ VE POTANSİYEL TERAPÖTİK FAYDALARI

Sumağın (*Rhus coriaria L.*) geleneksel tıptaki kullanımı ve son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalar, bu bitkinin önemli biyolojik etkilerinin ve potansiyel terapötik faydalarının olduğunu kanıtlar düzeydedir.

Sumağın en dikkat çekici özelliklerinden biri yüksek fenolik ve flavonoid içerikleri sayesinde güçlü antioksidan aktiviteye sahip olmasıdır. Bu bileşikler reaktif oksijen türlerini (ROT) nötralize ederek hücresel oksidatif stresi azaltmaktadır. Böylece özellikle lipid peroksidasyonu ve DNA hasarını engelleyerek kronik hastalıkların riskini önemli ölçüde azaltmaktadır (Kossah vd., 2009; Shabbir, 2012; Abu-Reidah vd., 2014; Shahidi ve Ambigaipalan, 2015; Khalil vd., 2021; Batiha vd., 2022; Zannou vd., 2025). Sumağın fenolik bileşikler ve flavanoidlerden kaynaklı antioksidan etkisi, diyabet, kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıklar gibi oksidatif stresin rol oynadığı durumlarda potansiyel terapötik faydalar sağlamaktadır. Bunun yanı sıra antiinflamatuvar etkileri nedeniyle sıklıkla kullanılan sumağın içerisindeki fenolik bileşikler sayesinden antimikrobiyal aktivite gösterdiği bilinmektedir (Rayne ve Mazza, 2007; Shabbir, 2012; Ostadrahimi vd., 2025; Canbey, 2025; Abu-Reidah vd., 2015; Zannou vd., 2025). Kronik inflamasyon temelli metabolik sendrom, nörodejeneratif süreçler ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde fenolik bileşiklerin önemli katkıları bulunabilir.

Sumakta bulunan gallik asit ve tanenler mikroorganizma hücre duvarını bozarak antibakteriyel ve antifungal özellikleriyle ön plana çıkmaktadır. Bu özellikler sumağı hem doğal gıda koruyucu ajan hem de gastrointestinal ve oral enfeksiyonların önlenmesinde potansiyel bir doğal alternatif haline getirmektedir (Borges vd, 2012; Kahkeshani vd., 2019; Keyvani-Ghamsari vd., 2023; Łomanowska vd., 2024; Zannou vd., 2025).

Sumak metabolik açıdan değerlendirildiğinde, kan şekeri düzeylerinin düşürülmesinde sumağın önemli etkileri olduğu ve glikoz metabolizmasının dengelenmesine katkıda bulunduğu, lipid profili üzerinde olumlu etkileri olduğu ve endotelyal fonksiyonları iyileştirme potansiyeli ile kardiyovasküler riskin azaltılmasına katkıda bulunabileceği bildirilmektedir (Cory vd., 2018; Shidfar vd., 2014; Khalil vd., 2021; Jafarpour vd., 2024; Ghafouri vd., 2024).

Sumak ile yapılan çalışmalarda özellikle bitkinin meyvesinde bulunan fenolik bileşiklerin nöroprotektif etkileri olduğu, bu bileşiklerin beyin dokusunda ROT üretimini azaltarak mikroglial aktivasyonu ve inflamasyonu baskıladığı bildirilmiştir (Isgrò vd., 2022; Ahmed vd., 2026). Bu bilgiler ışığında sumak Alzheimer ve Parkinson gibi nörodejeneratif hastalık süreçlerinin yavaşlamasına katkıda bulunabilir.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Görsel 2.Sumağın biyolojik etkileri ve potansiyel terapötik faydaları

Sumak tüm bu biyolojik aktiviteleri nedeniyle sadece besinsel bir bileşen değil, aynı zamanda potansiyel bir terapötik ajan olarak değerlendirilebilir.

4. SONUÇ

Mevcut bilimsel kanıtlar, sumağın zengin fitokimyasal içeriği sayesinde çok yönlü biyolojik etkilere sahip olduğunu göstermektedir (Shabbir, 2012; Abu-Reidah vd., 2015; Khalil vd., 2021; Batiha vd., 2022; Zannou vd., 2025; Isgrò vd., 2022; Ahmed vd., 2026). Sumağın antioksidan, antiinflamatuar, antimikrobiyal, nöroprotektif, metabolik kardiyoprotektif etkileri onu fonksiyonel gıda ve nutrasötik geliştirme açısından umut verici bir doğal kaynak haline getirmektedir. Ancak sumağın tüm bu özelliklerinin ortaya konması terapötik potansiyelinin klinik uygulamalara aktarılabilmesi için daha fazla randomize kontrollü klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKÇA

Abu-Reidah, I. M., Jamous, R. M., & Ali-Shtayeh, M. S. (2014). Phytochemistry, pharmacological properties and industrial applications of Rhus coriaria L.(sumac). *Jordan journal of biological sciences*, 7(4).

Abu-Reidah, I. M., Ali-Shtayeh, M. S., Jamous, R. M., Arráez-Román, D., & Segura-Carretero, A. (2015). HPLC–DAD–ESI-MS/MS screening of bioactive components from Rhus coriaria L.(Sumac) fruits. *Food chemistry*, *166*, 179-191.

Ahmed, A., Khan, H., Shen, Y., Xu, S., Zhao, Y., Lv, J., ... & Li, P. (2026). Neuroprotective potential of Rhus coriaria: Insights into acetylcholinesterase inhibition and amyloid-β modulation. *Journal of Alzheimer's Disease*, *109*(3), 1053-1067.

Alsamri, H., Athamneh, K., Pintus, G., Eid, A. H., & Iratni, R. (2021). Pharmacological and antioxidant activities of Rhus coriaria L.(Sumac). *Antioxidants*, *10*(1), 73.

Batiha, G. E. S., Ogunyemi, O. M., Shaheen, H. M., Kutu, F. R., Olaiya, C. O., Sabatier, J. M., & De Waard, M. (2022). Rhus coriaria L.(Sumac), a versatile and resourceful food spice with cornucopia of polyphenols. *Molecules*, *27*(16), 5179.

Borges, A., Saavedra, M. J., & Simões, M. (2012). The activity of ferulic and gallic acids in biofilm prevention and control of pathogenic bacteria. *Biofouling*, *28*(7), 755-767.

Canbey, İ. (2025). Sumak (Rhus coriaria L.) Bitkisinin Biyoaktif Bileşikleri, Etkileri ve Kullanım Alanları. *Gıda Bilimi ve Mühendisliği Araştırmaları*, *4*(1), 17-28.

Cory, H., Passarelli, S., Szeto, J., Tamez, M., & Mattei, J. (2018). The role of polyphenols in human health and food systems: A mini-review. *Frontiers in Nutrition*, *5*, 87.

Ehsani, S., Zolfaghari, H., Kazemi, S., & Shidfar, F. (2022). Effects of sumac (Rhus coriaria) on lipid profile, leptin and steatosis in patients with non-alcoholic fatty liver disease: a randomized double-blind placebo-controlled trial. *Journal of Herbal Medicine*, *31*, 100525.

Gasmi, A., Mujawdiya, P. K., Noor, S., Lysiuk, R., Darmohray, R., Piscopo, S., ... & Bjørklund, G. (2022). Polyphenols in metabolic diseases. *Molecules*, *27*(19), 6280.

Ghafouri, A., Estêvão, M. D., Alibakhshi, P., Pizarro, A. B., Kashani, A. F., Persad, E., ... & Morvaridzadeh, M. (2021). Sumac fruit supplementation improve glycemic parameters in patients with metabolic syndrome and related disorders: A systematic review and meta-analysis. *Phytomedicine*, *90*, 153661.

Gündeşli, M. A. (2025). Polyphenolic Compounds and Therapeutic Potential of Sumac (Rhus coriaria L.): A Comprehensive Review. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *13*(11), 3427-3434.

Isgrò, C., Spagnuolo, L., Pannucci, E., Mondello, L., Santi, L., Dugo, L., & Sardanelli, A. M. (2022). Rhus coriaria L. Extract: antioxidant effect and modulation of bioenergetic capacity in fibroblasts from Parkinson's disease patients and THP-1 macrophages. *International Journal of Molecular Sciences*, *23*(21), 12774.

Jafari, A., ParsiNezhad, B., AhmadianMoghaddam, M., Hasani, M., Rasaei, N., Saeedi-Boroujeni, A., ... & Alaghi, A. (2026). Sumac (Rhus coriaria L.) and Human Metabolic Health: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Endocrinology, Diabetes & Metabolism*, *9*(1), e70135.

Jafarpour, A., Jalali, S., Akhlaghi, M., & Amlashi, M. A. (2024). The effect of Sumac on cardiometabolic parameters in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Nutrition*, *11*, 1305024.

Kahkeshani, N., Farzaei, F., Fotouhi, M., Alavi, S. S., Bahramsoltani, R., Naseri, R., ... & Bishayee, A. (2019). Pharmacological effects of gallic acid in health and diseases: A mechanistic review. *Iranian journal of basic medical sciences*, *22*(3), 225.

Keyvani-Ghamsari, S., Rahimi, M., & Khorsandi, K. (2023). An update on the potential mechanism of gallic acid as an antibacterial and anticancer agent. *Food Science & Nutrition*, *11*(10), 5856-5872.

Khalil, M., Hayek, S., Khalil, N., Serale, N., Vergani, L., Calasso, M., ... & Portincasa, P. (2021). Role of Sumac (Rhus coriaria L.) in the management of metabolic syndrome and related disorders: Focus on NAFLD-atherosclerosis interplay. *Journal of Functional Foods*, *87*, 104811.

Kosar, M., Bozan, B., Temelli, F., & Baser, K. H. C. (2007). Antioxidant activity and phenolic composition of sumac (Rhus coriaria L.) extracts. *Food chemistry*, *103*(3), 952-959.

Kossah, R., Nsabimana, C., Zhang, H., & Chen, W. (2010). Optimization of extraction of polyphenols from Syrian sumac (Rhus coriaria L.) and Chinese sumac (Rhus typhina L.) fruits. *Research Journal of Phytochemistry*, *4*(3), 146-153

Łomanowska, M., Olchowik-Grabarek, E., Czerkas, K., Abdulladjanova, N., & Sękowski, S. (2024). The molecular mechanisms of the antibacterial activity of sumac (Rhus typhina L.) tannin against Pseudomonas aeruginosa. *Applied Sciences*, *14*(22), 10728.

Ostadrahimi, A., Ezzati, S., Bahadori, M. B., Molani-Gol, R., Attari, V. E., & Kia, E. M. (2025). Delivery of Sumac (Rhus coriaria L.) Extract in a Chewing Gum System and Its Functional, Textural, and Sensory Characterization. Food Science & Nutrition, 13, 1-9.

Perrone, A., Yousefi, S., Basile, B., Corrado, G., Giovino, A., Salami, S. A., ... & Martinelli, F. (2022). Phytochemical, antioxidant, anti-microbial, and pharmaceutical properties of sumac (Rhus coriaria L.) and its genetic diversity. *Horticulturae*, *8*(12), 1168.

Rayne, S., & Mazza, G. (2007). Biological activities of extracts from sumac (Rhus spp.): a review. Plant Foods for Human Nutrition, 62, 165-175.

Rodriguez-Mateos, A., Le Sayec, M., & Cheok, A. (2025). Dietary (poly) phenols and cardiometabolic health: from antioxidants to modulators of the gut microbiota. *Proceedings of the Nutrition Society*, *84*(3), 279-289.

Sağlam, Ö. Ç., Sağlam, H., & Mert, E. (2021). Üzümde bulunan fitokimyasallar ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi,* 3(3), 78-86

Salehi, B., Martorell, M., Arbiser, J. L., Sureda, A., Martins, N., Maurya, P. K., ... & Sharifi-Rad, J. (2018). Antioxidants: positive or negative actors?. *Biomolecules*, *8*(4), 124.

Shabbir, A. (2012). Rhus coriaria linn, a plant of medicinal, nutritional and industrial importance: a review. *J Anim Plant Sci*, *22*(2), 505-12.

Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – A review. *Journal of Functional Foods*, *18*, 820–897.

Shidfar, F., Rahideh, S. T., Rajab, A., kosarndozi, N., Hosseini, S., Shidfar, S., & Mojab, F. (2014). The effect of sumac (Rhus coriaria L.) Powder on Serum Glycemic Status, ApoB, ApoA-I and total antioxidant capacity in type 2 diabetic patients. *Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR*, *13*(4), 1249.

Yang, Y., & Ling, W. (2025). Health benefits and future research of phytochemicals: a literature review. *The Journal of nutrition*, *155*(1), 87-101.

Zannou, O., Oussou, K. F., Chabi, I. B., Alamou, F., Awad, N. M., Miassi, Y. E., ... & Ibrahim, S. A. (2025). Phytochemical and nutritional properties of sumac (Rhus coriaria): a potential ingredient for developing functional foods. *Journal of Future Foods,* 5(1), 21-35.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

KURKUMİNİN ANTİOKSİDAN VE ANTİMİKROBİYAL ETKİLERİ
ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL EFFECTS OF CURCUMIN

Prof. Dr H.Ahmet DEVECİ

Gaziantep University

h_ahmet_deveci@gantep.edu.tr - 0000-0002-3862-1991

Lecturer Ayla DEVECİ

Kilis 7 Aralik University

ayladeveci@kilis.edu.tr - 0000-0003-2574-0251

ÖZET

Zerdeçal (*Curcuma longa L.*) bitkisinin biyoaktif bileşenlerinden biri olan kurkumin, güçlü biyolojik aktivitelerinden dolayı son yıllarda yoğun olarak araştırılmaktadır. Yüzyıllardır halk tarafından hem geleneksel tıpta hem de mutfaklarda kullanılan zerdeçalın tedavi edici etkilerinin çoğunlukla kurkuminden kaynaklandığı biliniyor. Önemli bir polifenol olan kurkumin, düşük moleküler ağırlığa ve lipofilik yapıya sahip olup, hücre zarlarından kolayca geçebilmekte ve birçok hücresel sinyal yolunu etkileyebilmektedir. Bu özelliklerinden dolayı kurkumin antioksidan ve antimikrobiyal etkiler başta olmak üzere çeşitli biyolojik aktiviteler gösterebilmektedir. Kurkuminin en önemli özelliklerinden biri güçlü antioksidan aktivitesidir. Bu aktivite sayesinde kurkuminin oksidatif strese bağlı diyabet, nörodejeneratif hastalıklar ve inflamatuar hastalıklar gibi birçok hastalığın önlenmesinde veya tedavisinde potansiyel faydalara sahip olabileceği düşünülmektedir. Kurkumin ayrıca geniş spektrumlu antimikrobiyal özelliklere sahiptir. Birçok mikroorganizmaya karşı potansiyel aktivitesi, kurkuminin alternatif veya destekleyici bir antimikrobiyal ajan olarak kullanılabileceğini düşündürmektedir. Ancak kurkuminin biyoyararlılığının düşük olması klinik uygulamalarda önemli bir sınırlama oluşturmaktadır. Bu nedenle gelecekteki çalışmaların biyoyararlılığı artıran formülasyonlara ve insanlarda klinik çalışmalara odaklanılması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada zerdeçalın biyoaktif bileşenlerinden biri olan kurkuminin antioksidan ve antimikrobiyal etkileri son çalışmalar ışığında ele alınarak literatüre önemli katkılar sağlanmaya çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kurkumin, antioksidan etki, antimikrobiyal etki

ABSTRACT

Curcumin, one of the bioactive components of the turmeric (Curcuma longa L.) plant, has been intensively researched in recent years due to its strong biological activities. It is known that the therapeutic effects of turmeric, which has been used by the public for centuries in both traditional medicine and cuisine, are mostly due to curcumin. Curcumin, an important polyphenol, has a low molecular weight and lipophilic structure, can easily pass through cell

membranes and affect many cellular signaling pathways. Due to these properties, curcumin can show various biological activities, especially antioxidant and antimicrobial effects. One of the most important properties of curcumin is its strong antioxidant activity. Thanks to this activity, it is thought that curcumin may have potential benefits in the prevention or treatment of many diseases such as oxidative stress-related diabetes, neurodegenerative diseases and inflammatory diseases. Curcumin also has broad-spectrum antimicrobial properties. Its potential activity against many microorganisms suggests that curcumin can be used as an alternative or supportive antimicrobial agent. However, the low bioavailability of curcumin constitutes a significant limitation in clinical applications. Therefore, it is of great importance that future studies focus on formulations that increase bioavailability and clinical studies in humans. In this study, the antioxidant and antimicrobial effects of curcumin, one of the bioactive components of turmeric, will be discussed in the light of the latest studies and an attempt will be made to make important contributions to the literature.

Keywords: Curcumin, antioxidant effect, antimicrobial effect

1. GİRİŞ

Geleneksel tıp uygulamaları hem doğal hem de düşük maliyetli olup gelir düzeyi düşük olan ülkelerde birincil sağlık hizmetlerinin kaynağıdır. Dünyanın birçok bölgesinde insanlar, doğal ilaçlara özellikle de bitkisel olanlara daha fazla yönelmektedir. Çünkü doğal bitkisel ilaçlar diğer ilaçlara göre daha güvenli alternatif olarak kabul edilmektedir (Easmin vd., 2015; van Antel ve Carvalheiro, 2013). Özellikle bitkilerden elde edilen doğal ilaçlar ya da direkt olarak kullanılan bitkiler benzersiz kimyasal yapılara ve etki mekanizmalarına sahip bileşikler açısından zengindir. Bu bileşikler önemli biyolojik etkileri nedeniyle çeşitli hastalıklarının önlenmesinde ve tedavisinde potansiyel terapötik faydaları ile öne çıkmaktadır (Thomford vd., 2018; El-Saadony vd., 2025).

Zerdeçal (*Curcuma longa L.*), hem bilim dünyasından hem de mutfak dünyasından büyük ilgi gören bir baharattır. Zerdeçal, zencefil ailesinden rizomlu otsu çok yıllık bir bitkidir (Hewlings ve Kalman, 2017). Zerdeçal başta Hindistan olmak üzere dünya çapında yaygın olarak kullanılan bir baharat olup, rizomları taze, pişmiş, kurutulmuş ve zengin turuncu-sarı toz haline getirilmiş olarak tüketilmektedir Ayrıca Asya mutfağında, özellikle körilerde baharat olarak kullanılır ve boya görevi görür (Hussain vd., 2017; Krishnaswamy, 2008; Kapoor ve Saraf, 2011; Zorofchian vd., 2014; El-Saadony vd., 2025)

Kurkuminin kaynağı olan zerdeçalın tıbbi özellikleri binlerce yıldır bilinmektedir. Zerdeçal özellikle Asya geleneksel tıbbında çok eskilerden beri kullanılmış ve kapsamlı şekilde birçok araştırmaya konu olmuştur. Zerdeçalın yüzyıllardır çeşitli kültürlerde temel beslenme maddesi olarak kullanılmasıyla güvenli bir bitki olduğu kanıtlanmış durumdadır. Ayrıca Alzheimer hastalığı, kanser, diyabet ve romatizmal hastalıklar dahil olmak üzere çeşitli hastalıkların tedavisinde de kullanılmıştır (Alrawaiq ve Abdullah, 2014; El-Saadony vd., 2025; Hewlings ve Kalman, 2017).

Kurkumin, hücre zarlarını kolayca geçebilen düşük molekül ağırlıklı lipofilik bir polifenoldür (Hosseini ve Hosseinzadeh, 2018; Den Hartogh, 2019). Kurkumin, anti-enflamatuar, antidiyabetik, nöroprotektif ve hastalıklarla mücadele özellikleri de dahil olmak üzere çeşitli sağlık yararları açısından yaygın olarak araştırılmıştır (Giordano ve Tommonaro, 2019).

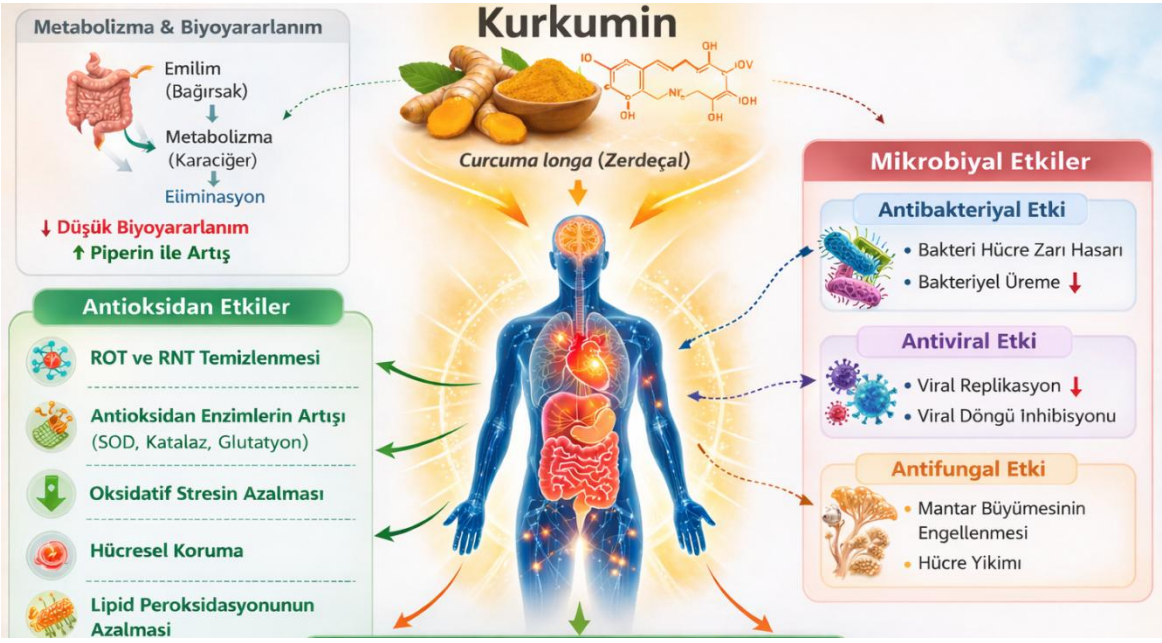
ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Kurkuminin birden fazla sinyal molekülünü hedef aldığı ve aynı zamanda hücresel düzeyde aktivite gösterdiği, bu da çoklu sağlık yararlarını desteklemeye yardımcı olduğunu göstermektedir (Gupta vd.,2013; Hewlings ve Kalman, 2017). Kurkumin Nörolojik hastalıklar, inflamasyon, diyabet ve çeşitli kanserlerle ilişkili epigenetik modifikasyonları etkili bir şekilde düzenler (Giordano ve Tommonaro, 2019). Ek olarak, kurkumin seçici olarak fosforilaz kinazı inhibe ederek glikojen metabolizmasını azaltır ve proteazomal yolları değiştirir (Heng, 2017).

Kurkumin takviyesinin sayısız terapötik faydası olduğu bilinse de, bu faydaların çoğu antioksidan ve antimikrobiyal etkilerinden kaynaklanmaktadır (Gupta vd., 2013; Aggarwal vd Harikumar, 2009; Hewlings ve Kalman, 2017). Antioksidan ve antimikrobiyal mekanizmalar yoluyla bildirilen faydalarına rağmen, kurkuminin tek başına alınmasının en büyük sorunlarından biri, esas olarak zayıf emilim, hızlı metabolizma ve hızlı eliminasyondan kaynaklanan düşük biyoyararlanımıdır [Anand vd., 2007; Hewlings ve Kalman, 2017). Kurkuminin biyoyararlanımını iyileştirmek için çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Karabiberin ana aktif bileşeni olan piperin kurkuminin biyoyararlanımında %2000'lik bir artış meydana getirmektedir (Shoba vd., 1998; Hewlings ve Kalman, 2017).
Bu çalışmanın amacı kurkuminin antioksidan ve antimikrobiyal etkileri ve insan sağlığı üzerine potansiyel faydaları güncel bilimsel literatür gözden geçirilerek değerlendirilmeye çalışılacaktır.

2. KURKUMİNİN ANTİOKSİDAN VE ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTELERİ

Zerdeçalda bulunan doğal bir bileşik olan kurkuminin birçok biyolojik etkiye sahip olduğu ve bu etkilerinin de insan sağlığı üzerine sayısız terapötik faydalarının olduğu bilinmektedir. Kurkuminin bu terapötik faydaların çoğunun antioksidan, antiinflamatuar ve antimikrobiyal, etkilerinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Aggarwal ve Harikumar, 2009; Gupta vd., 2013; Hewlings ve Kalman, 2017; El-Saadony vd., 2025).



2.1. Kurkuminin Antioksidan Aktivitesi

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Oksidatif stres, endojen antioksidanlar ile insan vücudunda doğal olarak üretilen oksidan moleküller arasındaki dengesizlikten kaynaklanmaktadır. Solunum gibi normal hücresel süreçler sırasında bile üretilen reaktif oksijen türlerinin (ROT) fazla birikmesi sonucu biyolojik bileşenler oksitlenerek doku hasarı meydana gelmektedir(Soleimani vd., 2018; Jabczyk vd., 2021). Organizmalar ROT kaynaklı zararı önlemek için antioksidan savunma sistemlerini kullanırlar (Batinić-Haberle vd., 2010). Kurkuminin antioksidan aktivitesi en önemli özellik olarak kabul edilir. Kurkuminin reaktif nitrojen ve oksijenin türlerinin (RNT ve ROT) uzaklaştırılması, farklı enzimlerin düzenlenmesi ve metal şelasyonu gibi özellikleri, kurkuminin oksidatif stres belirteçleri üzerindeki antioksidan etkisinden kaynaklanmaktadır (Qiu L vd., 2023; El-Saadony ve 2025).

Yapılan bir çalışmada diyabetin neden olduğu oksidatif strese karşı kurkuminin antioksidan aktivitesi gösterilmiştir. Diyabetli sıçan modelinde yapılan çalışmada süperoksit dismutazın artan ekspresyonunun kurkuminin antioksidan koruma sağlamasına neden olduğu bildirilmiştir (Haryuna, 2017).

Sankar ve arkadaşları hem serbest hem de kapsüllenmiş kurkuminin, glutatyon redüktaz, SOD ve CAT gibi antioksidan enzimlerin aktivitesini dolaylı olarak artırabileceğini öne sürmüştür (Sankar vd., 2015). Kurkumin ayrıca diğer antioksidanlarla birleştirildiğinde sinerjik antioksidan etkiler gösterir (Aftab ve Vieira, 2010).
Son yirmi yılda birçok çalışmada kurkuminin antioksidan özelliklerinin ve serbest radikalleri temizleme yeteneğinin altında yatan mekanizmalar incelenmiş ve kurkuminin hücresel oksidatif hasarı azalttığı gözlemlenmiştir(Riaz, 2024).Yapılan bir çalışmada, kurkuminin antioksidan enzim aktivitesini artırarak karaciğerdeki oksidatif stresi ve iltihabı azaltabileceği bildirilmiştir(Kuncha, 2014).
Başta bir çalışmada ise kurkuminin sıçanların karaciğer, böbrek ve beyinlerinde stres kaynaklı oksidatif hasarı önleyebildiği gösterilmiştir (Jagetia vd., Rajanikant, 2015).
Kurkuminin ROT üretimini ve lipid peroksidasyonunu azaltarak hücreleri radyasyonun neden olduğu oksidatif hasardan korumaktadır Kurkumin sadece zararlı serbest radikalleri nötralize etmekle kalmaz, aynı zamanda diğer antioksidanların etkinliğini de arttırmaktadır(Riaz vd., 2024; El-Saadony vd., 2025). Bu bulgular umut verici olsa da, kurkuminin antioksidan faydalarının tam kapsamını doğrulamak için insanlarda daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

2.2. Kurkuminin Antimikrobiyal Aktivitesi

Kurkuminin antimikrobiyal aktivitesi; mikrobiyal hücre yapılarının bozulması, temel mikrobiyal enzimlerin inhibisyonu ve hatta konak bağışıklık tepkilerinin modülasyonu gibi farklı mekanizmalara atfedilebilir (Murtadlo vd., 2023). Kurkuminin antibakteriyel mekanizması, bakteri hücre zarı bütünlüğünün bozulmasına neden olmasıdır. Lipofilik özelliklere sahip olan Kurkumin öncelikle bakteri hücre zarı ile etkileşime girmektedir. Bu etkileşim sonucunda zarın akışkanlığını ve geçirgenliğini değiştirerek hücresel içeriğin sızmasına ve hücre ölümüne yol açmaktadır. Dahası kurkumin bakterileri konak bağışıklık sisteminden koruyan karmaşık yapılar olan bakteri biyofilmlerinin oluşumuna da müdahale edebilmektedir (Gautam vd., 2007; Anand vd., 2008; Hatcher vd., 2008; Gul ve Bakht, 2015; Murtadlo vd., 2023). Yapısal bozulmanın yanı sıra kurkumin bakterilerde DNA replikasyonu ve transkripsiyonu için hayati önem taşıyan bazı enzimleri inhibe ederek bakteriyel çoğalmayı da önler. Ayrıca kurkuminin konak bağışıklık sistemi antimikrobiyal savunmalarını artırmak

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

için modüle ettiği gösterilmiştir. Kurkumin, sitokinler, transkripsiyon faktörleri ve enzimler gibi inflamasyonda yer alan çeşitli sinyal moleküllerini düzenleyebilir ve bu da vücudun patojeni temizlemede doğuştan gelen bağışıklık tepkisine yardımcı olabilir. Ek olarak, kurkumin konak hücrelerini mikrobiyal toksinlerin verdiği hasardan koruyabilen antioksidan özelliklere sahiptir (Negi vd., 1999; Praditya vd., 2019; Murtadlo vd., 2023).

Kurkuminin antimikrobiyal aktiviteleri ile ilgili hem in vitro hem de in vivo olarak çeşitli mikroorganizmalara karşı test edilmiş ve güçlü antimikrobiyal potansiyelininin olduğu doğrulanmıştır. Kurkuminin *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Helicobacter pylori* dahil olmak üzere hem Gram-pozitif hem de Gram-negatif bakterilere karşı etkili olduğu gösterilmiştir. Özellikle, kurkuminin bakteri hücre duvarlarını bozduğu ve bakteri proteinlerinin ve DNA'sının sentezine müdahale ederek bakteri hücre ölümüne yol açtığı görülmektedir. Dahası kurkuminin çoklu ilaç dirençli bakteri suşlarıyla mücadelede potansiyel faydaları gösterilmiş ve geleneksel antibiyotiklere alternatif olarak olası kullanımını vurgulanmıştır (Teow vd., 2016; Murtadlo vd., 2023).
Kurkuminin antiviral aktivitesiyle ilgili olarak yapılan çalışmalarda HIV, influenza, hepatit C ve Zika virüsü de dahil olmak üzere çeşitli virüslere karşı etkili olduğu, kurkuminin bu etkisini virüslerin replikasyon döngüsüne müdahale ederek gösterdiği ve viral baskılamada faydalı olduğu bildirilmiştir (Babaei vd., 2022; Soni vd., 2020). Ayrıca kurkuminin birçok mantar türüne karşı çok yönlü bir antifungal ajan olarak potansiyelinin olduğu gösterilmiştir (Garcia-Gomes vd., 2012; Thomachan, 2016).

3. SONUÇ

Zerdeçalın başlıca biyoaktif bileşiği olan kurkumin birçok biyolojik aktiviteye sahip olup, başta güçlü antioksidan ve antimikrobiyal özellikleriyle dikkat çeken doğal bir polifenoldür. Kurkumin ile ilgili yapılan çalışmalarda, kurkuminin reaktif oksijen ve nitrojen türlerin azaltarak oksidatif stresi baskıladığını ve antioksidan enzim sistemlerini desteklediği görülmektedir. Ayrıca kurkuminin bakteri, virüs ve mantarlara karşı geniş spektrumlu antimikrobiyal etkilere sahip olduğu ve patojenlerin çoğalmasını engelleyediği bilinmektedir. Kurkuminin antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri nedeniyle birçok metabolik ve kronik hastalığın önlenmesi ve tedavisinde umut verici bileşik haline getirmiştir. Ancak kurkumin düşük biyoyararlanıma sahip olması onun klinik kullanımındaki sınırlılığına neden olmaktadır. Bu yüzden kurkuminin biyoyararlanımını arttırmaya dönük yeni formülasyonları geliştirilmesi, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinden yararlanarak insanlarda daha kapsamlı klinik çalışmaların yapılması ve insan sağlığı için klinik kullanımının arttırılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Aftab, N., & Vieira, A. J. P. R. (2010). Antioxidant activities of curcumin and combinations of this curcuminoid with other phytochemicals. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, *24*(4), 500-502.

Aggarwal, B. B., & Harikumar, K. B. (2009). Potential therapeutic effects of curcumin, the anti-inflammatory agent, against neurodegenerative, cardiovascular, pulmonary, metabolic, autoimmune and neoplastic diseases. *The international journal of biochemistry & cell biology*, *41*(1), 40-59.

Alrawaiq, N. S., & Abdullah, A. (2014). A review of antioxidant polyphenol curcumin and its role in detoxification. *Int J Pharm Tech Res*, *6*(1), 280-289.

Anand, P., Kunnumakkara, A. B., Newman, R. A., & Aggarwal, B. B. (2007). Bioavailability of curcumin: problems and promises. *Molecular pharmaceutics*, *4*(6), 807-818.

Anand, P., Sundaram, C., Jhurani, S., Kunnumakkara, A. B., & Aggarwal, B. B. (2008). Curcumin and cancer: an "old-age" disease with an "age-old" solution. *Cancer letters*, *267*(1), 133-164.

Babaei, F., Nassiri-Asl, M., & Hosseinzadeh, H. (2020). Curcumin (a constituent of turmeric): New treatment option against COVID-19. *Food science & nutrition*, *8*(10), 5215-5227.

Batinić-Haberle, I., Rebouças, J. S., & Spasojević, I. (2010). Superoxide dismutase mimics: chemistry, pharmacology, and therapeutic potential. *Antioxidants & redox signaling*, *13*(6), 877-918.

Den Hartogh, D. J., Gabriel, A., & Tsiani, E. (2019). Antidiabetic properties of curcumin II: evidence from in vivo studies. *Nutrients*, *12*(1), 58.

Easmin, M. S., Sarker, M. Z. I., Ferdosh, S., Shamsudin, S. H., Yunus, K. B., Uddin, M. S., ... & Khalil, H. A. (2015). Bioactive compounds and advanced processing technology: Phaleria macrocarpa (sheff.) Boerl, a review. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, *90*(6), 981-991.

El-Saadony, M. T., Saad, A. M., Mohammed, D. M., Alkafaas, S. S., Ghosh, S., Negm, S. H., ... & El-Tarabily, K. A. (2025). Curcumin, an active component of turmeric: biological activities, nutritional aspects, immunological, bioavailability, and human health benefits-a comprehensive review. *Frontiers in immunology*, *16*, 1603018.

Garcia-Gomes, A. S., Curvelo, J. A. R., Soares, R. A., & Ferreira-Pereira, A. (2012). Curcumin acts synergistically with fluconazole to sensitize a clinical isolate of Candida albicans showing a MDR phenotype. *Medical mycology*, *50*(1), 26-32.

Gautam, S. C., Gao, X., & Dulchavsky, S. (2007). Immunomodulation by curcumin. *The molecular targets and therapeutic uses of curcumin in health and disease*, 321-341.

Giordano A, Tommonaro G. Curcumin and cancer. Nutrients. (2019) 11:2376.

Gul, P., & Bakht, J. (2015). Antimicrobial activity of turmeric extract and its potential use in food industry. *Journal of food science and technology*, *52*(4), 2272-2279.

Gupta, S. C., Patchva, S., & Aggarwal, B. B. (2013). Therapeutic roles of curcumin: lessons learned from clinical trials. *The AAPS journal*, *15*(1), 195-218.

Haryuna TS, Munir D, Maria A, Bashiruddin J. (2017). The antioxidant effect of curcumin on cochlear fibroblasts in rat models of diabetes mellitus. *Iran J Otorhinolaryngol.*, 29(93),197-202.

Hatcher, H., Planalp, R., Cho, J., Torti, F. M., & Torti, S. V. (2008). Curcumin: from ancient medicine to current clinical trials. *Cellular and molecular life sciences*, *65*(11), 1631-1652.

Heng, M. (2017). Phosphorylase kinase inhibition therapy in burns and scalds. *BioDiscovery*, *20*, e11207.

Hewlings, S. J., & Kalman, D. S. (2017). Curcumin: A review of its effects on human health. *Foods*, *6*(10), 92.

Hosseini, A., & Hosseinzadeh, H. (2018). Antidotal or protective effects of Curcuma longa (turmeric) and its active ingredient, curcumin, against natural and chemical toxicities: A review. *Biomedicine & pharmacotherapy*, *99*, 411-421.

Hussain, W., Haleem, K. S., Khan, I., Tauseef, I., Qayyum, S., Ahmed, B., & Riaz, M. N. (2017). Medicinal plants: a repository of antiviral metabolites. *Future Virology*, *12*(6), 299-308.

Jabczyk, M., Nowak, J., Hudzik, B., & Zubelewicz-Szkodzińska, B. (2021). Curcumin in metabolic health and disease. *Nutrients*, *13*(12), 4440.

Jagetia, G. C., & Rajanikant, G. K. (2015). Curcumin stimulates the antioxidant mechanisms in mouse skin exposed to fractionated γ-irradiation. *Antioxidants*, *4*(1), 25-41.

Kapoor, S., & Lata Saraf, S. (2011). Topical herbal therapies: an alternative and complementary choice. *Res J Med Plant*, *5*, 650-69.

Krishnaswamy, K. (2008). Traditional Indian spices and their health significance. *Asia Pacific journal of clinical nutrition*, *17*.

Kuncha, M., Naidu, V. G. M., Sahu, B. D., Gadepalli, S. G., & Sistla, R. (2014). Curcumin potentiates the anti-arthritic effect of prednisolone in Freund's complete adjuvant-induced arthritic rats. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, *66*(1), 133-144.

Murtadlo, A. A. A., Ansori, A. N. M., Kharisma, V. D., Muchtaromah, B., Tamam, M. B., Turista, D. D. R., ... & Zainul, R. (2024). A mini review of Curcuma longa: Antimicrobial properties. *Journal of Medicinal and Chemical Sciences*, *7*(1), 215-221.

Negi, P. S., Jayaprakasha, G. K., Jagan Mohan Rao, L., & Sakariah, K. K. (1999). Antibacterial activity of turmeric oil: a byproduct from curcumin manufacture. *Journal of agricultural and food chemistry*, *47*(10), 4297-4300.

Praditya, D., Kirchhoff, L., Brüning, J., Rachmawati, H., Steinmann, J., & Steinmann, E. (2019). Anti-infective properties of the golden spice curcumin. *Frontiers in microbiology*, *10*, 438961.

Qiu, L., Gao, C., Wang, H., Ren, Y., Li, J., Li, M., ... & Zhang, J. (2023). Effects of dietary polyphenol curcumin supplementation on metabolic, inflammatory, and oxidative stress indices in patients with metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in endocrinology*, *14*, 1216708.

Riaz T, Awais A, Akram M, Rangasamy S, Garcia-Sierra F, Al Hasibuzzaman Md, et al. (2024). Phytochemistry and phytochemical potential of Curcuma longa: A narrative review. *J Sci Technol Res.* 5, 44–56.

Sankar P, Gopal Telang A, Kalaivanan R, Karunakaran V, Manikam K, Sarkar SN (2015). Effects of nanoparticle-encapsulated curcumin on arsenic-induced liver toxicity in rats. *Environ Toxicol.* 30, 628–37.

Shoba, G., Joy, D., Joseph, T., Majeed, M., Rajendran, R., & Srinivas, P. S. S. R. (1998). Influence of piperine on the pharmacokinetics of curcumin in animals and human volunteers. *Planta medica*, *64*(04), 353-356.

Soleimani, V., Sahebkar, A., & Hosseinzadeh, H. (2018). Turmeric (Curcuma longa) and its major constituent (curcumin) as nontoxic and safe substances. *Phytotherapy Research*, *32*(6), 985-995.

Soni, V. K., Mehta, A., Ratre, Y. K., Tiwari, A. K., Amit, A., Singh, R. P., ... & Vishvakarma, N. K. (2020). Curcumin, a traditional spice component, can hold the promise against COVID-19?. *European Journal of Pharmacology*, *886*, 173551.

Teow, S. Y., Liew, K., Ali, S. A., Khoo, A. S. B., & Peh, S. C. (2016). Antibacterial action of curcumin against Staphylococcus aureus: a brief review. *Journal of tropical medicine*, *2016*(1), 2853045.

Thomachan, S., Sindhu, S., & John, V. D. (2016). Synthesis, characterization, antibacterial, antifungal and cytotoxic activity of curcuminoid analogues with trisubstituted phenyl and anthracenyl ring and their zinc (II), copper (II) and vanadyl (IV) chelates. *Int. J. Pharmac. Chem*, *6*, 78-86.

Thomford, N. E., Senthebane, D. A., Rowe, A., Munro, D., Seele, P., Maroyi, A., & Dzobo, K. (2018). Natural products for drug discovery in the 21st century: innovations for novel drug discovery. *International journal of molecular sciences*, *19*(6), 1578.

Van Andel, T., & Carvalheiro, L. G. (2013). Why urban citizens in developing countries use traditional medicines: the case of Suriname. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, *2013*(1), 687197.

Zorofchian Moghadamtousi, S., Abdul Kadir, H., Hassandarvish, P., Tajik, H., Abubakar, S., & Zandi, K. (2014). A review on antibacterial, antiviral, and antifungal activity of curcumin. *BioMed research international*, *2014*(1), 186864.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

BACİLLUS SP. KAYNAKLI KİTOSANAZIN *ESCHERİCHİA COLİ*'DE HETEROLOG EKSPRESYONU

Sevgi SAİD
Yıldız Teknik Üniversitesi
sevgi.said@std.yildiz.edu.tr - 0009-0007-0115-5425
Doç. Dr. Emel ORDU
Yıldız Teknik Üniversitesi
bemel@yildiz.edu.tr - 0000-0003-3060-2806
Dr. Öğr. Üyesi Günseli KURT GÜR
Yıldız teknik Üniversitesi
gunseli@yildiz.edu.tr - 0000-0002-2911-9465

Özet

Doğada en yaygın bulunan ikinci polimer olan kitinin %50 veya daha yüksek oranda deasetillenmesiyle kitosan polimeri oluşmaktadır. Kitosanın deasetilasyon derecesi kullanım alanlarının da farklılaşmasında neden olabilmektedir. Kitosanlar polikatyonik, toksik olmayan biyouyumlu homopolimerlerdir. Kitosanazlar (E.C 3.2.1.132) kitosanlar arasındaki beta-1,4 glikozidik bağları hidrolize edip COS (kitooligosakkarit) yapılarının oluşumunu sağlar. COS suda çözünebilir, düşük vizkoziteli ve biyoçözünebilir maddeler olup; antimikrobiyal, antitümör, anti-inflamatuar ve antioksidan etkileri üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Kitosanazlar aminoasit dizi benzerliğine göre 7 farklı glikozil hidrolaz (GH3, GH5, GH7, GH8, GH46, GH75, GH80) ailesi altında incelenmektedir. Bu çalışmada araştırmaların odağında bulunan ve kaynakları *Bacillus* sp., *Streptomyces* sp., ve *Serratia* sp. olan GH46 ailesine ait kitosanazlara benzerlik gösteren bir kitosanazın heterolog ekspresyonu gerçekleştirilmiştir. Literatürde *Bacillus* sp. kaynaklı kitosanazlar üzerinde yapılmış araştırmalar bulunmaktadır. Önceki çalışmalardan yüksek aktivite gösterdiği belirlenen *Bacillus* sp. kaynaklı bir kitosanaz dizisi homoloji tespiti için NCBI veri tabanında BLASTp aracı kullanılarak sorgulanmıştır. Benzerlik oranı %93 olarak belirlenen *Bacillus* sp. kaynaklı kitosanaz dizisi çalışmada kullanılmak üzere seçilmiştir. Hedef gen dizisi, *Escherichia coli* BL21(DE3) suşunda ifade edilmesini sağlamak üzere kodon optimizasyonu yaptırılmış ve ilgili dizi pET-28a(+) vektörü içerisinde temin edilmiştir. *E. coli* BL21(DE3) suşunun söz konusu vektörle transformasyonunu takiben pozitif klonlar belirlenmiştir. Rekombinant kitosanaz üreten *Escherichia coli* suşu farklı sıcaklıklarda (20°C, 28°C, 37°C) ve bu sıcaklığın farklı saatleri boyunca (8, 12, 18, 24 saat) eksprese ettirilerek kitosanaz aktivite düzeyi karşılaştırılmıştır. Seçilen koşullarda üretimi takiben enzimin biyokimyasal karakterizasyonu yapılacaktır. Elde edilen COS'ların kalitesinin değerlendirilmesi yoluyla endüstride kullanılma potansiyeli ortaya konacak ve kitosandan COS'ların rekombinant kitosanaz kullanılarak üretilmesi çevrede kimyasal atık birikimini önleyen bir strateji olarak öne çıkacaktır.

Bu çalışma Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2025-7132 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kitosanaz, *Bacillus sp*., *E. coli*, heterolog ekspresyon

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Heterologous Expression of Chitosanase from *Bacillus* sp. in *Escherichia coli*

Sevgi SAİD
Yildiz Technical University
sevgi.said@std.yildiz.edu.tr - 0009-0007-0115-5425
Doç. Dr. Emel ORDU
Yildiz Technical University
bemel@yildiz.edu.tr - 0000-0003-3060-2806
Dr. Öğr. Üyesi Günseli KURT GÜR
Yildiz Technical University
gunseli@yildiz.edu.tr - 0000-0002-2911-9465

Abstract

Chitosan is a polymer formed by the deacetylation of chitin—the second most abundant polymer in nature—at a rate of 50% or higher. The degree of deacetylation in chitosan can lead to variations in its application areas. Chitosans are polycationic, non-toxic, and biocompatible homopolymers. Chitosanases (E.C 3.2.1.132) hydrolyze the beta-1,4-glycosidic bonds within chitosans, enabling the formation of chitooligosaccharide (COS) structures. COSs are water-soluble, low-viscosity, and biodegradable substances; extensive research has been conducted on their antimicrobial, antitumor, anti-inflammatory, and antioxidant effects. Based on amino acid sequence similarity, chitosanases are examined under seven different glycosyl hydrolase families (GH3, GH5, GH7, GH8, GH46, GH75, and GH80). This study focuses on the heterologous expression of a chitosanase showing similarity to those belonging to the GH46 family, sourced from *Bacillus sp.*, *Streptomyces sp.*, and *Serratia sp.* Previous research in the literature has investigated *Bacillus sp.*-derived chitosanases, with studies indicating high levels of activity. A *Bacillus sp.*-derived chitosanase sequence, previously identified for its high activity, was queried using the BLASTp tool in the NCBI database for homology detection. The sequence, exhibiting a 93% similarity rate, was selected for use in this study. The target gene sequence was codon-optimized for expression in the *Escherichia coli* BL21(DE3) strain and obtained within the pET-28a(+) vector. Following the transformation of the *E. coli* BL21(DE3) strain with the aforementioned vector, positive clones were identified. The recombinant chitosanase-producing *E. coli* strain was expressed at different temperatures (20°C, 28°C, 37°C) and across various time intervals (8, 12, 18, 24 hours) to compare chitosanase activity levels. Following production under the selected conditions, the biochemical characterization of the enzyme will be performed. By evaluating the quality of the obtained COSs, their potential for industrial use will be revealed. Furthermore, the production of COSs from chitosan using recombinant chitosanase will emerge as a strategy that prevents chemical waste accumulation in the environment.

This work was supported by the Yıldız Technical University Scientific Research Projects Coordination Unit under project number FYL-2025-7132.

Keywords: Chitosanase, *Bacillus* sp., *E. coli*, heterologous expression

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

SPİRAMİD VE HİDROKİNİDİNİN NÖROBLASTOMDA KARŞILAŞTIRMALI ANTİTÜMÖR ETKİLERİ: APOPTOZUN İNDÜKLENMESİ VE PROLİFERASYON İLE MİGRASYONUN BASKILANMASI

Doç.Dr. Turan Demircan
İzmir Bakırçay Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji ABD
turan.demircan@bakircay.edu.tr - 0000-0002-2424-9893

ÖZET

Nöroblastoma, özellikle yüksek riskli olgularda sınırlı tedavi seçenekleri ve düşük sağkalım oranları ile karakterize agresif bir pediatrik malignitedir. Bu durum, yeni ve etkili tedavi stratejilerine olan ihtiyacı açıkça ortaya koymaktadır. Bu çalışmada, ilaç yeniden konumlandırma yaklaşımı kapsamında, sınıf IA antiaritmik bir iyon kanal blokeri olan hidrokinidin ile dopamin D_2/serotonin 5-HT_2 reseptör antagonisti ve endoplazmik retikulum stres indükleyicisi olan spiramidin antikanser etkileri, SH-SY5Y insan nöroblastoma hücre hattında araştırılmıştır. Hücreler, artan konsantrasyonlarda bileşiklerle muamele edilmiş ve hücre canlılığı, koloni oluşumu, yara iyileşme (migrasyon), proliferasyon, apoptoz ve kantitatif gen ekspresyon analizleri ile değerlendirilmiştir.

Her iki bileşik de hücre canlılığında doza bağımlı bir azalma oluşturmuş, ancak spiramid tüm deney koşullarında daha yüksek etkinlik göstermiştir. Fonksiyonel analizler, klonojenik sağkalımın, hücre migrasyonunun ve DNA sentezinin belirgin şekilde baskılandığını ve buna eşlik eden hücre ölümünde artış olduğunu ortaya koymuştur. Moleküler düzeyde ise, her iki bileşik apoptoz ve hücre döngüsü ile ilişkili genlerde koordineli bir transkripsiyonel düzenlenmeye yol açmış; pro-apoptotik ve hücre döngüsü inhibitörü genlerin (Bax, CDKN1A, CDKN1B) ekspresyonu artarken, anti-apoptotik ve proliferatif genlerin (Bcl-2, CCND1) ekspresyonu azalmıştır.

Özellikle spiramidin daha güçlü sitotoksik ve anti-migratuvar etkiler göstermesi, etkisinin daha belirgin şekilde apoptoz ve hücresel stres mekanizmaları üzerinden gerçekleştiğini düşündürmektedir. Sonuç olarak, hidrokinidin ve spiramidin nöroblastoma hücre büyümesini birbirini tamamlayan stres ve hücre döngüsü ilişkili mekanizmalar üzerinden baskıladığı ve ileri preklinik çalışmalar için umut vadeden adaylar olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler : Nöroblastoma, İlaç yeniden konumlandırma, Apoptoz, Hücre döngüsü düzenlenmesi, SH-SY5Y hücre hattı

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

COMPARATIVE ANTI-TUMOR EFFECTS OF SPIRAMIDE AND HYDROQUINIDINE IN NEUROBLASTOMA: INDUCTION OF APOPTOSIS AND SUPPRESSION OF PROLOFERATION AND MIGRATION

Assoc.Prof.Dr. Turan Demircan
İzmir Bakırçay University, School of Medicine, Department of Medical Biology
turan.demircan@bakircay.edu.tr - 0000-0002-2424-9893

ABSTRACT

Neuroblastoma remains one of the most aggressive pediatric malignancies, with poor outcomes in high-risk cases despite intensive multimodal therapy. This study explores a drug repurposing strategy by evaluating the anti-cancer potential of hydroquinidine, a class IA antiarrhythmic agent, and spiramide, a dopamine D_2/serotonin 5-HT_2 receptor antagonist known to induce endoplasmic reticulum stress, in SH-SY5Y human neuroblastoma cells. Cells were exposed to increasing concentrations of each compound and assessed through a comprehensive panel of in vitro assays, including cell viability, clonogenic survival, wound healing, proliferation, apoptosis, and gene expression analyses.

Both agents elicited a clear dose-dependent reduction in cell viability; however, spiramide demonstrated consistently greater potency across all tested conditions. Functional assays revealed marked inhibition of colony formation, migratory capacity, and DNA synthesis, alongside a significant increase in apoptotic cell death. At the molecular level, treatment with both compounds resulted in coordinated transcriptional changes in key regulators of apoptosis and cell cycle progression, characterized by upregulation of pro-apoptotic and cell cycle inhibitory genes (Bax, CDKN1A, CDKN1B) and downregulation of anti-apoptotic and proliferative markers (Bcl-2, CCND1).

Notably, spiramide exerted more pronounced cytotoxic and anti-migratory effects, suggesting a mechanism more strongly driven by apoptosis and cellular stress responses. Overall, these findings indicate that hydroquinidine and spiramide impair neuroblastoma cell growth through complementary mechanisms and highlight their potential as repurposed therapeutic candidates for further preclinical investigation.

Keywords : Neuroblastoma, Drug repurposing, Apoptosis, Cell cycle regulation, SH-SY5Y cells

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Türkiye faunasında nadir bir tür *Heinemannia festivella* ([Denis & Schiffermüller], 1775) (Lepidoptera, Elachistidae) hakkında*

Muhabbet KEMAL[1] Hanife UÇAK[2] Selama SEVEN ÇALIŞKAN[3]
Mustafa ÖZDEMİR[4] Kesran AKIN[5] Erdem SEVEN[6]

[1] Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Van, Türkiye.
e-mail: muhabbet_kemal@yahoo.com.tr D: 0000-0003-0183-4050
[2] Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
e-mail: uck_hanife@hotmail.com ID: 0000-0002-3148-6678
[3] Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara, Türkiye.
e-mail: selma@gazi.edu.tr ID: 0000-0003-4406-6768
[4] Kavak ve Hızlı Büyüyen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Kocaeli, Türkiye.
e-mail: mustafaozdemir11@ogm.gov.tr ID: 0000-0002-7232-0594
[5] Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Bitlis, Türkiye.
e-mail: kakin@beu.edu.tr ID: 56719383500
[6] Batman Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Batman, Türkiye.
e-mail: erdem.seven@batman.edu.tr ID: 0000-0002-7587-5341

ÖZET

Palearktik bölge elementi *Heinemannia festivella* ([Denis & Schiffermüller], 1775), Türkiye faunasında nadir türlerden biridir. Cinsin familya düzeyindeki taksonomik konumu tarihsel olarak Lavernidae, Cosmopterygidae, Momphidae, Agonoxenidae ve Parametriotidae gibi farklı familyalar altında değerlendirilmiş; son moleküler çalışmalara göre Elachistidae içinde ele alınmıştır.

Çalışmanın amacı, *H. festivella'nın* Türkiye'den doğrulanmış kesin kaydını sunarken, ergin morfoloji ve kanat damarlanmasını ayrıntılı olarak incelemek, bazı morfolojik karakter açısından mevcut kaynaklardaki veriler ile karşılaştırmalı olarak değerlendirmek ve literatürdeki boşlukları gidermektir. Bu bağlamda kanat boyutları, anten, tegula, palpus ve vertex pulları, genetik izolasyonda önemli taksonomik karakterlerden erkek üreme organın yapısı üzerinde durulmuştur. Ayrıca familya düzeyindeki filogenetik çalışmalarda belirleyici diyagonistik özelliklerden, kanat damarlanması da incelenmiş bazı önemli karakterler ortaya çıkarılmıştır.

Literatürde yer alan çizimler ile yapılan karşılaştırmada, Niğde popülasyonunun özellikle valva formu ve gnathos yapısı bakımından kısmi benzerlikler göstermekle birlikte bazı yapısal farklılıklar içerdiği saptanmıştır. Bu farklılıklar tür içi varyasyon, coğrafi farklılaşma veya değerlendirilen kaynaklardaki çizimlerin metodolojik farklılıkları ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Ekolojik yönden habitat tercihi, türün yalnızca alçak sulak alanlar veya orman ekosistemleri ile sınırlı olmadığını, yüksek rakımlı dağ stebi habitatında da varlık gösterebildiğini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak çalışma, *Heinemannia festivella*'nın Türkiye'deki dağılımına ilişkin belirsizliği gidermekte, erkek genital morfolojisi ve kanat damarlanmasına ait ayrıntılı görsel ve yapısal veriler sunmakta ve cinsin taksonomik konumuna ilişkin morfolojik temelli tartışmalara katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Lepidoptera, Elachistidae, *Heinemannia festivella*, morfoloji, Türkiye.

* Bu çalışma, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP) tarafından FBA-2023-10185 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

On the rare species *Heinemannia festivella* ([Denis & Schiffermüller], 1775) (Lepidoptera, Elachistidae) in the fauna of Türkiye*

Muhabbet KEMAL[1] Hanife UÇAK[2] Selama SEVEN ÇALIŞKAN[3]
Mustafa ÖZDEMİR[4] Kesran AKIN[5] Erdem SEVEN[6]

[1] Yüzüncü Yıl University, Faculty of Science, Department of Biology, Van, Türkiye.
e-mail: muhabbet_kemal@yahoo.com.tr D: 0000-0003-0183-4050)
[2] Yüzüncü Yıl University, Institute of Science, Van, Türkiye.
e-mail: uck_hanife@hotmail.com ID: 0000-0002-3148-6678
[3] Gazi University, Faculty of Science, Department of Biology, Ankara, Türkiye.
e-mail: selma@gazi.edu.tr ID: 0000-0003-4406-6768
[4] Poplar and Fast-Growing Forest Trees Research Institute, Kocaeli, Türkiye.
e-mail: mustafaozdemir11@ogm.gov.tr ID: 0000-0002-7232-0594
[5] Bitlis Eren University, Faculty of Sciences and Literature, Department of Biology, Bitlis, Türkiye.
e-mail: kakin@beu.edu.tr ID: 56719383500
[6] Batman University, Faculty of Sciences and Literature, Department of Biology, Batman, Türkiye.
e-mail: erdem.seven@batman.edu.tr ID: 0000-0002-7587-5341

ABSTRACT

The Palearctic element *Heinemannia festivella* ([Denis & Schiffermüller], 1775) is a rare species within the fauna of Türkiye. Historically, the taxonomic position of the genus at the family level has been assigned to various families, including Lavernidae, Cosmopterygidae, Momphidae, Agonoxenidae, and Parametriotidae; however, recent molecular studies have placed it within Elachistidae.

The aim of this study is to present a confirmed definitive record of *H. festivella* from Türkiye, provide a detailed examination of adult morphology and wing venation, evaluate morphological characters comparatively with existing literature, and address current knowledge gaps. In this context, in addition to the male reproductive organ structure, which plays a critical role in genetic isolation, important taxonomic characters such as wingspan, antennae, tegula, palpus, and vertex scales have been discussed. Furthermore, wing venation, a defining diagonistic trait in family-level phylogenetic studies, has also been examined, revealing some important characters.

Comparative analysis with existing data indicates that while the Niğde population shows partial similarities in valve shape and gnathos structure, it also exhibits certain structural differences. These variations are thought to result from intraspecific variation, geographical differentiation, or methodological discrepancies in previous illustrations. Ecologically, habitat preference indicates that the species is not limited to low-lying wetlands or forest ecosystems, but can also exist in high-altitude mountain steppe habitats.

In conclusion, this study resolves the uncertainty regarding the distribution of *Heinemannia festivella* in Türkiye, provides detailed visual and structural data on male genital morphology and wing venation, and contributes to morphology-based discussions on the taxonomic position of the genus.

Keywords: Lepidoptera, Elachistidae, *Heinemannia festivella*, morphology, Türkiye

* This study was supported by the Van Yüzüncü Yıl University Scientific Research Projects Coordination Unit (BAP) under project number FBA-2023-10185.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

SUBLETHAL TOXICITY OF METHIDATHION ON THE *EISENIA FETIDA*

Res. Asst., Muhterem Elif DEMİRAĞ
Ege University,
muhterem.elif.demirag@ege.edu.tr - 0009-0007-6343-1309
Res. Asst. Dr., Melodi YENMİŞ
Ege University,
melodi.yenmis@ege.edu.tr, 0000-0003-2627-6008
Sude ÖZDEMİR
sudezdemiir2@gmail.com, 0009-0004-4563-4725
Assoc. Prof. Dr., Esra AKAT ÇÖMDEN
Ege University,
esra.akat@ege.edu.tr - 0000-0001-7080-3106

ABSTRACT

Pesticides are widely used chemicals for controlling pests and pathogens in order to enhance agricultural productivity. The use of these chemicals has been increasing for various reasons, leading to exposure of non-target organisms and resulting in toxic effects. Among these, organophosphate pesticides are one of the most extensively used classes worldwide. Methidathion, an organophosphate pesticide, is highly hazardous to human health and can also induce significant toxicity in non-target organisms upon exposure. In this study, the sublethal effects of methidathion were investigated in *Eisenia fetida*, an earthworm species that plays a crucial role in maintaining soil ecosystem health and sustainability. The results revealed that methidathion exposure caused histopathological alterations in the body wall, disruptions in energy metabolism, and the induction of oxidative stress. These results indicate that *E. fetida* may serve as an effective biomarker of Methidathion toxicity. Therefore, Methidathion should be carefully considered in environmental risk assessments, and its use in agricultural practices be strictly regulated. [1]

Keywords: Methidathion, oxidative stress, earthworm, ecotoxicology

[1] This study was funded by the TÜBİTAK 1002-A Program (Project No: 224Z059).

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

YAŞLILARDA HAYVAN DESTEKLİ TERAPİLER VE RUH SAĞLIĞI

Döne GÜNAY[1*], Sevda UZUN[2]

[*1] Sivas İl Sağlık Müdürlüğü, Sivas, Türkiye,
donegunay@gmail.com 0000-0002-8721-6028
[2]Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir, Türkiye,
sevdauzun@ahievran.edu.tr 0000-0002-5954-717X

Özet

Yaşlı bireylerde ruh sağlığı, yaşamın ileri dönemlerinde giderek önem kazanan bir alan olarak ön plana çıkmaktadır. Depresyon, kaygı ve sosyal izolasyon, yaşlı nüfusun karşılaştığı başlıca psikososyal sorunlar arasında yer almakta ve bireylerin yaşam kalitesi ile genel iyilik halini olumsuz etkilemektedir. Geleneksel farmakolojik ve psikoterapötik yaklaşımlar, yaşlı bireylerin ruhsal ihtiyaçlarını tek başına karşılamada yetersiz kalabilmektedir. Bu bağlamda, hayvan destekli terapiler, yaşlı bireylerin ruh sağlığını destekleyen yenilikçi ve etkili bir müdahale yöntemi olarak dikkat çekmektedir.

Hayvan destekli terapiler, terapi sürecine evcil hayvanların veya özel olarak eğitilmiş hayvanların dahil edilmesini içerir. Bu terapiler, depresyon ve kaygının azaltılması, sosyal etkileşimin artırılması ve yaşam kalitesinin yükseltilmesi gibi psikososyal hedeflere hizmet etmektedir. Kurumsal bakımda yaşayan yaşlı bireyler üzerinde yapılan uygulamalar, hayvan destekli terapilerin ruhsal iyilik halini desteklediğini, depresyon ve kaygıyı azalttığını, bireylerin sosyal bağlarını güçlendirdiğini ve yaşam memnuniyetini artırdığını göstermektedir.

Farklı hayvan destekli terapi modelleri bulunmakta olup, köpek ve at terapileri en yaygın olarak uygulanmaktadır. Düzenli ve bireye özel seanslar, terapötik etkinin sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte, terapilerin uygulanmasında hijyen, alerjik reaksiyonlar ve hayvan sağlığı ile ilgili olası riskler dikkate alınmalıdır. Ayrıca, etik ve hukuki sorumluluklar, katılımcıların rızası ve bilgilendirilmiş onam süreçleri, programların güvenli ve sürdürülebilir bir şekilde yürütülmesi için temel kriterler arasında yer almaktadır.

Sonuç olarak, hayvan destekli terapiler, yaşlı bireylerin ruhsal iyilik halini ve yaşam kalitesini artıran etkili bir psikososyal müdahaledir. Bu terapiler, yalnızca bireysel ruh sağlığını desteklemekle kalmayıp, sosyal etkileşimi ve yaşam memnuniyetini de güçlendirmektedir. Gelecekte yapılacak araştırmalar, hayvan destekli terapilerin uzun dönem etkilerini, farklı hayvan türleriyle karşılaştırmalı etkinliklerini ve kurumsal bakım ortamlarındaki sürdürülebilir uygulama modellerini detaylı bir şekilde incelemelidir. Bu sayede yaşlı nüfusun ruh sağlığının desteklenmesine yönelik daha güvenli ve etkili müdahaleler geliştirilebilecektir.

Anahtar Kelimeler: Yaşlı birey, Hayvan destekli terapiler, Ruh sağlığı, Psikososyal müdahale

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

ANIMAL-ASSISTED THERAPIES AND MENTAL HEALTH IN THE ELDERLY

Abstract

Mental health in older adults is an increasingly important area in the later stages of life. Depression, anxiety, and social isolation are among the main psychosocial problems faced by the elderly population and negatively affect their quality of life and overall well-being. Traditional pharmacological and psychotherapeutic approaches alone are often insufficient to meet the psychological needs of older adults. In this context, animal-assisted therapies have emerged as an innovative and effective intervention to support the mental health of older adults.

Animal-assisted therapies involve the inclusion of domestic animals or specially trained animals in the therapeutic process. These therapies aim to reduce depression and anxiety, increase social interaction, and enhance quality of life. Applications conducted with older adults living in institutional care settings have shown that animal-assisted therapies support mental well-being, reduce depression and anxiety, strengthen social connections, and improve life satisfaction.

There are different models of animal-assisted therapies, with dog and equine therapies being the most commonly implemented. Regular and individually tailored sessions are essential for sustaining therapeutic effectiveness. In addition, potential risks such as hygiene issues, allergic reactions, and animal health must be considered when implementing these therapies. Ethical and legal responsibilities, obtaining consent from participants, and ensuring informed agreement are fundamental criteria for the safe and sustainable execution of therapy programs.

In conclusion, animal-assisted therapies are an effective psychosocial intervention that enhances the mental well-being and quality of life of older adults. These therapies not only support individual mental health but also strengthen social interaction and life satisfaction. Future research should examine the long-term effects of animal-assisted therapies, compare the effectiveness of different animal types, and explore sustainable implementation models in institutional care settings. This will contribute to developing safer and more effective interventions to support the mental health of the elderly population.

Keywords: Older adults, Animal-assisted therapies, Mental health, Psychosocial intervention.

1. Giriş

Yaşlanma süreci, bireylerin biyolojik, psikolojik ve sosyal işlevlerinde önemli değişimlere yol açmaktadır. Özellikle ruh sağlığı açısından, yaşlı bireyler depresyon, kaygı ve sosyal izolasyon gibi risklerle karşı karşıya kalmaktadır (World Health Organization, 2023). Bu bağlamda, geleneksel psikoterapiler ve farmakolojik müdahaleler, yaşlı bireylerin ruhsal ihtiyaçlarını tek başına karşılamakta genellikle yetersiz kalmaktadır.

Son yıllarda, hayvan destekli terapiler, yaşlı bireylerde ruh sağlığını destekleyen yenilikçi ve etkili bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (Veilleux, 2021; Hughes, Verreynne, Harpur, & Pachana, 2020). Bu terapiler, terapi sürecine evcil hayvanların veya özel olarak eğitilmiş hayvanların dahil edilmesini içerir ve depresyon ile kaygıyı azaltmak, sosyal etkileşimi artırmak ve yaşam kalitesini yükseltmek gibi hedeflere sahiptir (Ambrosi, Zaiontz, Peragine, Sarchi, & Bona, 2019).

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Hayvan destekli terapiler, özellikle kurumsal bakım ortamlarında yaşayan yaşlı bireyler için önemli bir psikososyal destek yöntemi olarak değerlendirilmektedir. Bu yaklaşım, yalnızca ruhsal belirtileri iyileştirmekle kalmayıp, sosyal bağların güçlenmesine ve yaşam memnuniyetinin artmasına da katkı sağlamaktadır (Parra, Hernández Garre, & Pérez, 2022; Jain, Syed, Hafford-Letchfield, & O'Farrell-Pearce, 2020).

2. Hayvan Destekli Terapilerin Yaşlı Bireylerde Ruh Sağlığına Etkileri

Hayvan destekli terapiler, yaşlı bireylerde ruhsal iyilik halini artırmak, depresyon ve kaygı semptomlarını azaltmak, yalnızlık hissini hafifletmek ve sosyal etkileşimi güçlendirmek amacıyla uygulanan etkili psikososyal müdahaleler olarak öne çıkmaktadır. Araştırmalar, bu terapilerin hem kurumsal bakım ortamlarında yaşayan yaşlı bireyler hem de çeşitli ruhsal bozuklukları olan orta yaş ve yaşlı hastalarda önemli olumlu etkiler sağladığını göstermektedir.

Örneğin, Ambrosi ve arkadaşlarının (2019) randomize kontrollü çalışmasında, kurumsal bakımda yaşayan yaşlı bireylerde hayvan destekli terapilerin depresyon ve kaygı puanlarını anlamlı şekilde düşürdüğü gösterilmiştir. Benzer şekilde, Parra ve arkadaşları (2022) köpek destekli terapi uygulamalarının demanslı hastalarda ruhsal iyilik halini artırdığını ve depresyon belirtilerini azalttığını rapor etmiştir. Bu bulgular, hayvan destekli terapilerin sadece bireysel ruhsal belirtileri iyileştirmekle kalmayıp, sosyal ve psikolojik uyum üzerinde de etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Hayvan destekli terapiler, sosyal etkileşimi teşvik ederek yalnızlık hissinin azaltılmasında da önemlidir. Hughes ve arkadaşları (2020) tarafından yapılan sistematik derleme, evcil hayvanların yaşlı bireylerde sosyal bağları güçlendirdiğini ve yaşam memnuniyetini artırdığını göstermiştir. Veilleux (2021) de benzer şekilde, bu terapilerin yaşlı bireylerin kendilerini değerli hissetmelerine ve sosyal katılımlarının artmasına katkı sağladığını belirtmiştir.

Bunun yanı sıra, hayvan destekli terapiler ruhsal iyilik hali ve yaşam kalitesi üzerinde de olumlu etkiler göstermektedir. Chen ve arkadaşları (2021) tarafından yapılan bir randomize kontrollü çalışmada, şizofreni tanısı olan orta yaş ve yaşlı bireylerde hayvan destekli terapilerin ruhsal iyilik halini iyileştirdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca, Litta ve arkadaşları (2024), psikiyatrik rehabilitasyon programlarına entegre edilen hayvan destekli müdahalelerin yaşlı bireylerde iyileşme odaklı psikososyal sonuçları desteklediğini rapor etmiştir.

Sonuç olarak, hayvan destekli terapiler yaşlı bireylerin ruhsal ve sosyal iyilik halini bütüncül şekilde destekleyen, depresyon ve kaygıyı azaltan, yalnızlık hissini hafifleten ve yaşam memnuniyetini artıran kapsamlı müdahaleler olarak değerlendirilmektedir. Bu etkilerin sürdürülebilir ve sistematik şekilde sağlanabilmesi için terapilerin farklı uygulama modelleri ve yöntemlerinin detaylı bir şekilde ele alınması önem taşımaktadır.

3. Hayvan Destekli Terapilerin Uygulama Modelleri

Hayvan destekli terapilerin uygulanmasında farklı modeller bulunmaktadır ve bu modeller, yaşlı bireylerin ruhsal ve sosyal ihtiyaçlarına uygun şekilde seçilmektedir. En yaygın uygulamalar arasında köpek destekli terapi, at terapisi ve çok hayvanlı programlar yer almaktadır (Young & Horton, 2019). Özellikle kurumsal bakım ortamlarında köpek destekli terapiler daha sık tercih edilmekte ve seanslar, yaşlı bireylerin güvenliği, sağlık durumu ve bireysel gereksinimleri göz önünde bulundurularak planlanmaktadır (Jain, Syed, Hafford-Letchfield, & O'Farrell-Pearce, 2020).

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Bunun yanı sıra, hayvan destekli terapi programlarının sürekliliği ve bireye özel uyarlanması, terapötik etkinin uzun vadede sürdürülmesine katkı sağlamaktadır. Düzenli olarak planlanan ve kişiye özgü ihtiyaçlara göre şekillendirilen seanslar, yalnızca ruhsal iyilik halini artırmakla kalmayıp, sosyal etkileşimi teşvik etmek ve yaşam kalitesini desteklemek açısından da büyük önem taşımaktadır (Veilleux, 2021).

4. Faydalar ve Zorluklar

Hayvan destekli terapilerin sağladığı başlıca faydalar arasında depresyon ve kaygının azalması, sosyal katılımın artması ve yaşam kalitesinin yükselmesi yer almaktadır. Bununla birlikte, bu terapilerin uygulanması bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bunlar arasında alerjik reaksiyonlar, hijyen ile ilgili riskler ve hayvan sağlığının korunması sayılabilir (Veilleux, 2021; Hughes, Verreynne, Harpur, & Pachana, 2020). Bu nedenle, hayvan destekli terapi programlarının planlanması ve yürütülmesinde multidisipliner bir yaklaşım benimsenmesi önerilmektedir; böylece terapötik faydalar maksimize edilirken, potansiyel riskler de en aza indirilebilir.

5. Hukuki ve Etik Boyut

Hayvan destekli terapilerin güvenli ve sürdürülebilir bir şekilde uygulanabilmesi için hukuki ve etik sorumluluklar büyük önem taşımaktadır. Programların başarısı, hem katılımcı güvenliğinin sağlanmasına hem de hayvanların refahının korunmasına bağlıdır. Ayrıca, kurumsal izinlerin alınması ve programların yasal çerçevede yürütülmesi kritik bir unsurdur (American Geriatrics Society, 2024). Tüm uygulamalar, yaşlı bireylerin rızası ve bilgilendirilmiş onam süreçleri çerçevesinde planlanmalı ve yürütülmelidir. Bu yaklaşım, hem etik standartların korunmasını sağlar hem de terapötik etkinin güvenli bir şekilde sürdürülmesine katkıda bulunur.

6. Sonuç

Hayvan destekli terapiler, yaşlı bireylerde depresyon, kaygı ve sosyal izolasyon gibi ruhsal sorunların yönetiminde etkili ve yenilikçi bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Bu terapiler, sosyal etkileşimi artırmak, yaşam kalitesini yükseltmek ve genel ruhsal iyilik halini desteklemek amacıyla güvenli ve yapılandırılmış bir şekilde uygulanabilir. Bununla birlikte, uygulamaların planlanması sırasında hayvan sağlığı, katılımcı güvenliği ve hukuki-etik sorumluluklar titizlikle göz önünde bulundurulmalıdır.

Gelecekte yapılacak çalışmalar, hayvan destekli terapilerin uzun dönem etkilerini, farklı hayvan türleriyle karşılaştırmalı etkinliklerini ve kurumsal bakım ortamlarındaki sürdürülebilir uygulama modellerini detaylı bir şekilde incelemelidir. Bu sayede, yaşlı bireylerin ruhsal ve sosyal iyilik halini destekleyen daha güvenli, etkili ve sürdürülebilir müdahale stratejileri geliştirilebilecektir (Tudorancea, Stanciu, Torrent, Madero, Hritcu, & Tamba, 2025; World Health Organization, 2023).

7. Kaynakça

American Geriatrics Society. (2024). *American Geriatrics Society*. https://www.americangeriatrics.org/

Ambrosi, C., Zaiontz, C., Peragine, G., Sarchi, S., & Bona, L. (2019). Randomized controlled study on the effectiveness of animal-assisted therapy on depression, anxiety, and illness

perception in institutionalized elderly. *Psychogeriatrics: The Official Journal of the Japanese Psychogeriatric Society, 19*(1), 55–64. https://doi.org/10.1111/psyg.12367

Chen, T. T., Hsieh, T. L., Chen, M. L., Tseng, W. T., Hung, C. F., & Chen, C. R. (2021). Animal-assisted therapy in middle-aged and older patients with schizophrenia: A randomized controlled trial. *Frontiers in Psychiatry, 12*, 713623. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2021.713623

Hughes, M. J., Verreynne, M. L., Harpur, P., & Pachana, N. A. (2020). Companion animals and health in older populations: A systematic review. *Clinical Gerontologist, 43*(4), 365–377. https://doi.org/10.1080/07317115.2019.1650863

Jain, B., Syed, S., Hafford-Letchfield, T., & O'Farrell-Pearce, S. (2020). Dog-assisted interventions and outcomes for older adults in residential long-term care facilities: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Older People Nursing, 15*(3), e12320. https://doi.org/10.1111/opn.12320

Litta, A., Benazzi, D., Carbutti, P., Vacca, A., Nannavecchia, A. M., Morelli, A., Sisto, A. M., Attolino, E., Manigrasso, P., & Nacci, M. (2024). Animal-assisted intervention in a recovery-oriented psychiatric rehabilitation program. *Psychiatria Danubina, 36*(Suppl 2), 371–375.

Parra, E. V., Hernández Garre, J. M., & Pérez, P. E. (2022). Impact of dog-assisted therapy for institutionalized patients with dementia: A controlled clinical trial. *Alternative Therapies in Health and Medicine, 28*(1), 26–31.

Tudorancea, I. M., Stanciu, G. D., Torrent, C., Madero, S., Hritcu, L., & Tamba, B. I. (2025). Psychedelic interventions for major depressive disorder in the elderly: Exploring novel therapies, promise and potential. *Dialogues in Clinical Neuroscience, 27*(1), 98–111. https://doi.org/10.1080/19585969.2025.2499458

Veilleux, A. (2021). Benefits and challenges of animal-assisted therapy in older adults: A literature review. *Nursing Standard, 36*(1), 28–33. https://doi.org/10.7748/ns.2020.e11625

World Health Organization. (2023). *Ageing and health*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health

Young, C., & Horton, J. (2019). Canine and equine therapy for mental health: A review of clinical effectiveness. *Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health*.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

YAŞLILIKTA GERİATRİK MASAJ VE RUH SAĞLIĞI

Döne GÜNAY[1*], Sevda UZUN[2]

[*1] Sivas İl Sağlık Müdürlüğü, Sivas, Türkiye,
donegunay@gmail.com 0000-0002-8721-6028
[2]Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir, Türkiye,
sevdauzun@ahievran.edu.tr 0000-0002-5954-717X

Özet

Yaşlanma, bireylerin hem fiziksel hem de ruhsal sağlıklarını etkileyen karmaşık bir süreçtir. Kas-iskelet sistemi sorunları, kronik ağrı ve hareket kısıtlılıkları, yaşlı bireylerin günlük yaşam kalitesini düşürürken, depresyon, kaygı ve sosyal izolasyon gibi ruhsal sorunları da artırabilir. Bu nedenle, geriatri masajı gibi dokunma ve basınç temelli terapiler, yaşlı bakımında hem fiziksel rahatlama hem de ruhsal iyi oluşun desteklenmesi açısından önemli bir müdahale olarak öne çıkmaktadır.

Geriatrik masaj, yaşlı bireylerin özel ihtiyaçlarına göre uyarlanmış farklı teknikleri içerir. Örneğin Parkinson hastalarında uygulanan bazı masaj yöntemleri, eklem hareket açıklığını artırarak günlük fonksiyonelliği ve yaşam kalitesini iyileştirebilir. Abdominal masaj uygulamaları ise sindirim sistemini rahatlatır ve gastrointestinal konforu artırır. Kendi kendine yapılan basit masaj teknikleri, kas spazmları ve kronik ağrının yönetiminde etkili olup, hareket kabiliyetini ve günlük yaşam aktivitelerine katılımı destekler.

Fiziksel rahatlama ve hareket kabiliyetindeki gelişmelerin yanı sıra, masaj terapileri yaşlı bireylerin ruhsal sağlıklarını da destekler. Dokunma, stres ve kaygıyı azaltmaya yardımcı olur ve depresif belirtilerin hafiflemesini sağlar. Özellikle demans veya Alzheimer gibi durumlarda duyusal temelli masaj uygulamaları, davranışsal sorunları azaltabilir ve psikolojik istikrarı güçlendirebilir. Ayrıca fiziksel rahatlama ve hareket kabiliyetindeki artış, sosyal etkileşim ve günlük yaşam aktivitelerine katılımı artırarak dolaylı yoldan ruhsal iyi oluşu destekler.

Sonuç olarak, geriatri masajı yaşlı bireylerde hem bedensel hem de ruhsal sağlık üzerinde bütüncül faydalar sağlayan etkili bir müdahaledir. Düzenli uygulamalar, yaşam kalitesini artırmak ve psikolojik iyi oluşu desteklemek için sağlık profesyonelleri tarafından değerlendirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Yaşlılık, Geriatrik Masaj, Ruh Sağlığı, Dokunma Terapisi.

GERIATRIC MASSAGE AND MENTAL HEALTH in OLDER ADULTS

Abstract

Aging is a complex process that affects both the physical and mental health of individuals. Musculoskeletal problems, chronic pain, and limited mobility negatively impact the quality of daily life among older adults, while increasing the risk of depression, anxiety, and social isolation. In this context, geriatric massage, as a touch- and pressure-based therapeutic

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

intervention, plays a significant role in promoting both physical comfort and psychological well-being in older populations.

Geriatric massage interventions encompass various techniques tailored to the specific needs of older individuals. For instance, certain massage methods applied to patients with Parkinson's disease have been shown to enhance joint mobility, thereby improving functional capacity and overall quality of life. Similarly, abdominal massage supports gastrointestinal comfort and alleviates digestive discomfort. Additionally, simple self-administered massage techniques have proven effective in managing muscle spasms and chronic pain, while facilitating greater mobility and participation in daily activities.

Beyond the physical benefits, massage therapies also contribute to the psychological well-being of older adults. Touch-based interventions help reduce stress and anxiety and can alleviate depressive symptoms. In particular, sensory-based massage approaches for individuals with dementia or Alzheimer's disease may reduce behavioral disturbances and support psychological stability. Furthermore, improvements in physical comfort and mobility indirectly enhance social interaction and engagement in daily activities, further promoting mental well-being.

In conclusion, geriatric massage is an effective intervention that provides holistic benefits for both physical and mental health in older adults. Regular and systematic applications should be considered by healthcare professionals to improve quality of life and support psychological well-being.

Keywords: Aging, Geriatric Massage, Mental Health, Touch Therapy, Dementia, Alzheimer's Disease

1. Giriş

Yaşlanma süreci, bireylerin sadece fiziksel sağlıklarını değil, aynı zamanda bilişsel ve ruhsal iyi oluşlarını da etkileyen karmaşık bir dönemdir (World Health Organization, 2023). Yaşlı bireylerde sık görülen kas-iskelet sistemi sorunları, kronik ağrı ve hareket kısıtlılıkları, yalnızca günlük yaşam aktivitelerini kısıtlamakla kalmaz, aynı zamanda depresyon, kaygı ve sosyal izolasyon gibi ruhsal sorunları da tetikleyebilir (Fedorchenko, Zimba, Qumar, Yessirkepov, & Kocyigit, 2025). Bu bağlamda, geriatri masajı gibi dokunma temelli terapiler, hem fiziksel rahatlama hem de ruhsal iyilik hâlinin artırılması açısından önemli bir alternatif olarak öne çıkmaktadır (Kopf, 2021).

Geriatrik masajın etkinliği, yalnızca ağrı ve hareket kısıtlılıklarını azaltmakla sınırlı değildir; aynı zamanda stres, kaygı ve depresyon gibi ruhsal durumların yönetilmesine de katkı sağlar (Abraha et al., 2017; Smith & D'Amico, 2020). Bu bildiri, yaşlılıkta geriatri masajının hem fiziksel hem de ruhsal etkilerini bütüncül bir bakış açısıyla incelemeyi amaçlamaktadır.

2. Geriatrik Masajın Tanımı ve Uygulama Alanları

Geriatrik masaj, yaşlı bireylerin özel ihtiyaçlarına göre uyarlanmış dokunma ve basınç temelli terapi yöntemlerini kapsar (Kopf, 2021; Ribeiro, Marques, & Ribeiro, 2017). Bu uygulamalar, kas-iskelet sistemi sorunlarını azaltmak ve fiziksel rahatlamayı artırmak amacıyla farklı tekniklerle uygulanabilir. Örneğin Japonya'da uygulanan Anma masajı, Parkinson hastalarında eklem hareket açıklığını artırarak günlük fonksiyonelliği desteklemekte ve yaşam kalitesini iyileştirmektedir (Suoh, Donoyama, & Ohkoshi, 2016). Benzer şekilde, abdominal masaj

uygulamaları, enteral komplikasyonları azaltarak gastrointestinal rahatlamayı sağlar ve sindirimle ilişkili konforu artırır (Çetinkaya, Ovayolu, & Ovayolu, 2020).

Bireysel uygulamalar da önem taşır; örneğin tenis topu ile yapılan kendi kendine masaj, kas spazmları ve kronik ağrı yönetiminde etkili bulunmuştur (Salvi & Londhe, 2025). Bu tür uygulamalar, yaşlı bireylerin hem hareket kabiliyetini artırmakta hem de fiziksel rahatlama ile günlük yaşam aktivitelerine katılımını kolaylaştırmaktadır (Ribeiro, Marques, & Ribeiro, 2017). Böylece, geriatri masajı yalnızca bedensel değil, aynı zamanda psikososyal boyutlarda da bütüncül fayda sağlamaktadır.

3. Masajın Ruh Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Fiziksel rahatlama ve hareket kabiliyetindeki gelişmelerin yanı sıra, masaj terapilerinin yaşlı bireylerin ruhsal sağlıkları üzerinde de önemli etkileri vardır. Bu terapiler, nörobiyolojik mekanizmalar aracılığıyla stres ve kaygıyı azaltmakta, depresif belirtileri hafifletmektedir. Dokunma uygulamaları, endorfin ve oksitosin salınımını artırarak psikolojik iyi oluşu destekler (Kopf, 2021). Özellikle demans ve Alzheimer hastalarında uygulanan duyusal temelli müdahaleler, davranışsal bozuklukları azaltmakta ve psikolojik istikrarın sağlanmasına yardımcı olmaktadır (Smith & D'Amico, 2020; Abraha et al., 2017; Watt et al., 2021).
Ayrıca, fiziksel rahatlamanın sağlanması ve hareket kabiliyetinin artması, yaşlı bireylerin sosyal etkileşim ve günlük yaşam aktivitelerine katılımını artırarak dolaylı yoldan ruhsal iyi oluşa katkı sağlamaktadır (Anton et al., 2020). Böylece masaj terapileri, hem beden hem de ruh sağlığını eş zamanlı olarak destekleyen bütüncül bir müdahale niteliği kazanır.

4. Sonuç

Araştırmalar, geriatri masajının yaşlılıkta hem fiziksel hem de ruhsal sağlık üzerinde belirgin etkiler sağladığını göstermektedir (Suoh et al., 2016; Salvi & Londhe, 2025; Kopf, 2021). Düzenli uygulandığında, ağrı yönetimi, hareket kabiliyetinin artırılması ve psikolojik iyi oluşun desteklenmesi açısından etkili bir yöntemdir. Özellikle demans ve Alzheimer hastalarında duyusal temelli masaj uygulamaları, davranışsal bozuklukları azaltarak ruhsal istikrarı güçlendirmektedir (Smith & D'Amico, 2020; Abraha et al., 2017).

Bu bulgular, sağlık profesyonellerine yaşlı bireylerin bakımında masaj ve dokunma temelli uygulamaları sistematik olarak değerlendirmeleri gerektiğini göstermektedir. Geriatrik masaj, yaşlı bireylerin yaşam kalitesini artıran ve ruhsal iyi oluşlarını destekleyen bütüncül bir müdahale olarak kabul edilebilir (American Geriatrics Society, 2024).

5. Kaynakça

American Geriatrics Society. (2024). *American Geriatrics Society*. https://www.americangeriatrics.org/

Abraha, I., Rimland, J. M., Trotta, F. M., Dell'Aquila, G., Cruz-Jentoft, A., Petrovic, M., … Cherubini, A. (2017). Systematic review of systematic reviews of non-pharmacological interventions to treat behavioural disturbances in older patients with dementia. *BMJ Open, 7*(3), e012759. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-012759

Anton, S. D., Cruz-Almeida, Y., Singh, A., Alpert, J., Bensadon, B., Cabrera, M., … Pahor, M. (2020). Innovations in geroscience to enhance mobility in older adults. *Experimental Gerontology, 142*, 111123. https://doi.org/10.1016/j.exger.2020.111123

Çetinkaya, O., Ovayolu, Ö., & Ovayolu, N. (2020). The effect of abdominal massage on enteral complications in geriatric patients. *SAGE Open Nursing, 6*, 2377960820963772. https://doi.org/10.1177/2377960820963772

Fedorchenko, Y., Zimba, O., Qumar, A. B., Yessirkepov, M., & Kocyigit, B. F. (2025). Physical activity of older patients with rheumatoid arthritis. *Rheumatology International, 45*(7), 157. https://doi.org/10.1007/s00296-025-05901-8

Kopf, D. (2021). Massage and touch-based therapy: Clinical evidence, neurobiology and applications in older patients with psychiatric symptoms. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie, 54*(8), 753–758. https://doi.org/10.1007/s00391-021-01995-4

Ribeiro, P. C. P. S. V., Marques, R. M. D., & Ribeiro, M. P. (2017). Geriatric care: Ways and means of providing comfort. *Revista Brasileira de Enfermagem, 70*(4), 830–837. https://doi.org/10.1590/0034-7167-2016-0636

Salvi, S. N., & Londhe, N. A. (2025). Effectiveness of self-tennis ball massage therapy on low back pain among geriatric individuals. *Cureus, 17*(2), e78467. https://doi.org/10.7759/cureus.78467

Smith, B. C., & D'Amico, M. (2020). Sensory-based interventions for adults with dementia and Alzheimer's disease: A scoping review. *Occupational Therapy in Health Care, 34*(3), 171–201. https://doi.org/10.1080/07380577.2019.1608488

Suoh, S., Donoyama, N., & Ohkoshi, N. (2016). Anma massage (Japanese massage) therapy for patients with Parkinson's disease in geriatric health services facilities: Effectiveness on limited range of motion of the shoulder joint. *Journal of Bodywork and Movement Therapies, 20*(2), 364–372. https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2015.11.008

Watt, J. A., Goodarzi, Z., Veroniki, A. A., Nincic, V., Khan, P. A., Ghassemi, M., … Straus, S. E. (2021). Comparative efficacy of interventions for reducing symptoms of depression in people with dementia: Systematic review and network meta-analysis. *BMJ, 372*, n532. https://doi.org/10.1136/bmj.n532

World Health Organization. (2023). *Ageing and health*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

EKO-TERAPÖTİK BAKIM: İYİLEŞME SÜRECİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE BİYOFİLİK HEMŞİRELİK MÜDAHALELERİ

Doç. Dr. Aydanur AYDIN
Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü,
aydanuraydin@gumushane.edu.tr - 0000-0001-5594-404X

ÖZET

Bu derlemenin amacı, hemşirelik metaparadigmasının temel bileşenlerinden biri olan "çevre" kavramını; Gezegen Sağlığı (Planetary Health), biyofilik tasarım ilkeleri ve sürdürülebilirlik ekseninde yeniden ele almak ve çağdaş hemşirelik uygulamaları için bütüncül ve yenilikçi bir kuramsal çerçeve sunmaktır. Bu doğrultuda çevre kavramının yalnızca fiziksel bir alan değil, iyileşmeyi doğrudan etkileyen dinamik ve etkileşimsel bir yapı olduğu vurgulanmaktadır. Bu çalışma, literatür temelli bir derleme olarak yapılandırılmıştır. Florence Nightingale'in Çevre Kuramı'ndan günümüzün teknoloji yoğun klinik ortamlarına uzanan süreç; "Hemşirelik 1.0, 2.0 ve 3.0" evreleri çerçevesinde kavramsal ve karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Ulusal ve uluslararası literatür doğrultusunda; biyofilik tasarım uygulamaları, sürdürülebilir sağlık hizmetleri, yeşil klinik yönetimi ve ekofarmakovijilans yaklaşımları bütüncül bir bakış açısıyla analiz edilmiştir. Literatür bulguları, biyofilik tasarım unsurlarının (doğal ışık, yeşil alanlar, doğa ile görsel ve işitsel temas, fraktal desenler) bireylerin fizyolojik ve psikolojik iyilik hali üzerinde anlamlı etkiler yarattığını göstermektedir. Bu müdahalelerin kortizol düzeylerini azalttığı, otonom sinir sistemi dengesini desteklediği ve özellikle post-operatif iyileşme süreçlerini hızlandırdığı bildirilmektedir. Ayrıca sağlık sektörünün yüksek karbon ayak izi göz önüne alındığında, hemşirelerin yeşil malzeme yönetimi, atık azaltımı ve sürdürülebilir uygulamaların benimsenmesindeki liderlik rolü öne çıkmaktadır. Geleneksel hijyen odaklı pasif çevre anlayışının, doğa ile entegre, sürdürülebilir ve "yaşayan çevre" modeline evrildiği görülmektedir. Eko-terapötik yaklaşım, hemşirelik bakımını yalnızca klinik bir uygulama alanı olmaktan çıkararak etik, çevresel ve sürdürülebilir bir sorumluluk alanına dönüştürmektedir. Bu bağlamda hemşirelik eğitim programlarına ekolojik farkındalık ve sürdürülebilirlik temelli içeriklerin entegre edilmesi, ayrıca doğa temelli müdahalelerin klinik çıktılar üzerindeki etkilerinin daha fazla araştırılması önerilmektedir. Bütüncül iyileşme, ancak birey sağlığı ile ekosistem sağlığının birlikte ele alındığı sürdürülebilir bakım modelleri ile mümkün olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Eko-terapötik Bakım, Biyofilik Tasarım, Sürdürülebilir Hemşirelik, Gezegen Sağlığı, Klinik Çevre Yönetimi.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

ECO-THERAPEUTIC CARE: SUSTAINABILITY AND BIOPHILIC NURSING INTERVENTIONS IN THE HEALING PROCESS

Assoc. Prof. Dr. Aydanur AYDIN

Gümüşhane University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing,

aydanuraydin@gumushane.edu.tr - 0000-0001-5594-404X

ABSTRACT

This review aims to reconceptualize the "environment" component—one of the core elements of the nursing metaparadigm—within the framework of Planetary Health, biophilic design principles, and sustainability. It seeks to propose an innovative and holistic theoretical perspective for contemporary nursing practice, emphasizing the environment not merely as a physical setting but as a dynamic and interactive determinant of healing. This study is designed as a literature-based review. The historical evolution from Florence Nightingale's Environmental Theory to today's technology-intensive clinical settings is examined comparatively through the framework of "Nursing 1.0, 2.0, and 3.0." National and international literature was analyzed to synthesize evidence on biophilic interventions, sustainable healthcare practices, green clinical management, and ecopharmacovigilance from an integrated academic perspective. The literature indicates that biophilic design elements—such as natural light, green spaces, visual and auditory exposure to nature, and fractal patterns—have significant positive effects on physiological and psychological well-being. Evidence suggests that these interventions reduce cortisol levels, support autonomic nervous system balance, and shorten post-operative recovery times. Additionally, considering the high carbon footprint of the healthcare sector, nurses play a critical role in advocating for green material management, waste minimization, and sustainable practices. The traditional "hygiene-focused passive environment" has evolved toward an integrated, sustainable, and self-regenerating "living ecosystem" model. The eco-therapeutic approach extends nursing beyond clinical practice into an ethical and ecological responsibility. Integrating ecological literacy into nursing curricula and promoting outcome-based research on nature-based interventions are strongly recommended. Holistic healing can only be achieved through sustainable care models that align individual health with ecosystem health.

Keywords: Eco-therapeutic care, biophilic design, sustainable nursing, planetary health, clinical environmental management.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

1. Giriş

Eko-terapötik bakım, hemşirelik disiplininde çevre kavramını yeniden ele alan ve iyileşme sürecini yalnızca klinik müdahalelerle sınırlamayan bütüncül bir yaklaşımı temsil etmektedir. Bu yaklaşım, birey sağlığı ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki güçlü ilişkiye dikkat çekerek, bakım ortamlarının terapötik potansiyelini maksimize etmeyi amaçlar. Geleneksel sağlık hizmetlerinde çevre çoğunlukla hijyen ve güvenlik odaklı pasif bir unsur olarak değerlendirilirken, günümüzde bu anlayış yerini doğa ile entegre, sürdürülebilir ve "yaşayan" bakım ortamlarına bırakmaktadır.

Biyofilik hemşirelik müdahaleleri, eko-terapötik bakımın temel bileşenlerinden biridir. Doğal ışığın etkin kullanımı, yeşil alanların klinik ortamlara entegrasyonu, doğa sesleri ve fraktal desenler gibi unsurlar, hastaların fizyolojik ve psikolojik iyilik halini desteklemektedir. Araştırmalar, bu tür müdahalelerin stres hormonlarını azalttığını, otonom sinir sistemi dengesini sağladığını ve özellikle cerrahi sonrası iyileşme sürecini hızlandırdığını göstermektedir. Bu bağlamda hemşireler, yalnızca bakım sunan profesyoneller değil, aynı zamanda terapötik çevreyi düzenleyen ve yöneten önemli aktörlerdir.

Sürdürülebilirlik ise eko-terapötik bakımın vazgeçilmez bir diğer boyutudur. Sağlık sektörünün çevresel etkileri göz önüne alındığında, hemşirelerin yeşil malzeme kullanımı, atık yönetimi ve enerji verimliliği konularında aktif rol alması gerekmektedir. Bu süreçte hemşirelik, yalnızca birey sağlığını korumakla kalmayıp, aynı zamanda gezegen sağlığını da gözeten etik bir sorumluluk üstlenmektedir. Sonuç olarak eko-terapötik bakım, hemşirelik uygulamalarını dönüştüren yenilikçi bir paradigma olarak öne çıkmaktadır. Bütüncül iyileşme ancak doğa ile uyumlu, sürdürülebilir ve insan odaklı bakım modellerinin benimsenmesi ile mümkün olacaktır.

2. Sağlık ve Çevre Arasındaki Kopmaz Bağ

Günümüz sağlık sistemi, iklim krizi ve ekolojik bozulmanın insan sağlığı üzerindeki yıkıcı etkileriyle karşı karşıyadır. Geleneksel hemşirelik bakımı bireyi merkeze alırken, modern "Gezegen Sağlığı" (Planetary Health) yaklaşımı, bireyin sağlığının içinde yaşadığı ekosistemin sağlığından bağımsız olamayacağını savunur. Antroposen çağda hemşirelik, sadece hastalık yönetimi değil, aynı zamanda çevresel savunuculuktur. Ekoterapötik bakım, doğayı bir dış etken değil, iyileşme sürecinin aktif bir bileşeni olarak görür. Hemşirelerin bu süreçteki rolü, bakım sundukları ortamın ekolojik ayak izini azaltmak ve doğanın onarıcı gücünü klinik uygulamalara entegre etmektir.

3. Teorik Temeller: Nightingale'den Biyofiliye Çevre Kavramının Evrimi

Hemşirelikteki çevre kavramının tarihsel ve felsefi kökenlerini derinlemesine inceler. Nightingale'in kuramı, çevresel faktörlerin (temiz hava, su, drenaj, ışık, sessizlik) hastanın onarıcı güçlerini harekete geçirmedeki hayati rolünü vurgular. Günümüzde bu temel, Edward O. Wilson'ın "biyofili" hipotezi ile zenginleştirilmiştir. Biyofili, insanın doğaya ve diğer yaşam formlarına karşı genetik, evrimsel bir yakınlığı olduğunu ileri sürer. Modern eko-terapötik bakım, Nightingale'in fiziksel hijyen odaklı çevresini, biyofilik tasarımın psikolojik ve fizyolojik

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

onarıcı etkileriyle birleştirir. Hemşireler, bu iki kuramsal temeli sentezleyerek, hastanın hem fiziksel hem de ruhsal iyileşmesini destekleyen "yaşayan" bakım çevreleri tasarlar.

4. Biyofilik Tasarım ve Klinik Ortamda Uygulanması

Biyofili hipotezi, Edward O. Wilson tarafından popüler hale getirilen ve insanın doğal sistemlerle bağlantı kurmaya yönelik kalıtsal eğilimini açıklayan bir kavramdır. Modern hemşirelikte bu yaklaşım, "iyileştiren çevrelerin" (healing environments) tasarımıyla somutlaşır. Akademik çalışmalar, klinik ortamda doğal öğelere (su sesi, canlı bitkiler, fraktal desenler) maruz kalmanın parasempatik sinir sistemini aktive ederek kortizol seviyelerini düşürdüğünü kanıtlamaktadır. Hemşireler, bakım sundukları ünitelerde biyofilik müdahaleleri (örneğin; mekanik gürültünün azaltılması yerine doğal ses peyzajlarının entegrasyonu) birer hemşirelik girişimi olarak tanımlamalıdır. Bu sadece estetik bir tercih değil, hastanın bilişsel yükünü azaltan ve immün sistemi destekleyen terapötik bir gerekliliktir.

5. Sürdürülebilir Hemşirelik Müdahaleleri ve Atık Yönetimi

Sağlık sektörü, küresel çapta en çok atık üreten endüstrilerden biridir. Hemşirelik bakımı sırasında kullanılan yoğun polimer bazlı malzemeler, tek kullanımlık setler ve farmasötik atıklar, toprak ve su kaynakları üzerinde ciddi bir baskı oluşturmaktadır. Güncel "Yeşil Hemşirelik" (Green Nursing) yaklaşımları, bakımın kalitesinden ödün vermeden tıbbi sarf malzeme yönetiminde "yaşam döngüsü analizi" yapılmasını önerir. Bu bölüm, hemşirelerin ilaç yönetiminde çevresel toksisiteyi önlemedeki rolünü (ecopharmacovigilance) ve dijital sağlık teknolojilerinin karbon ayak izini azaltmadaki etkinliğini tartışır. Hemşirelik liderliği, hastane yönetim kurullarında sürdürülebilir malzeme tedariki ve atık ayrıştırma protokollerinin oluşturulmasında bilimsel kanıta dayalı görüş sunmalıdır.

6. Psikososyal Bakımda Eko-Terapi ve İyileşme Bahçeleri

Eko-terapi, doğayı sadece bir manzara olarak değil, iyileşme sürecinin aktif bir "ko-terapisti" olarak konumlandırır. Özellikle onkoloji, palyatif bakım ve pediatri servislerinde "İyileşme Bahçeleri" (Healing Gardens), hastaların sosyal izolasyonunu önleyen ve fiziksel mobilizasyonu teşvik eden stratejik alanlardır. Hemşirelik girişimleri kapsamında, hastaların açık havada zaman geçirmesi, bitki bakımı (horticultural therapy) ve doğa odaklı farkındalık (mindfulness) egzersizleri, kronik hastalık yönetiminde öz-bakım gücünü artırır. Bu süreçte hemşire, doğa ile hasta arasındaki köprüyü kuran, çevresel stresörleri elimine eden ve hastanın biyolojik ritmini (sirkadiyen ritim) doğayla uyumlu hale getiren profesyoneldir.

7. Geçmişten Günümüze Mesajlar: Karşılaştırmalı Bir Perspektif

Hemşirelik tarihinin çevre odaklı dönüşümü, mesleğin profesyonel kimliğinin de olgunlaşmasını yansıtır. Aşağıdaki çizelge, geleneksel hemşirelik ile günümüzün eko-terapötik yaklaşımı arasındaki temel paradigmaları karşılaştırmaktadır (Çizelge 1).

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Çizelge 1. Geçmişten Günümüze Hemşirelik Mesleği

Parametre	Geleneksel Hemşirelik (1860-1950)	Modern Eko-Terapötik Hemşirelik (2020+)
Çevre Algısı	Hastalığın yayılmasını önleyen (hijyenik) pasif alan.	İyileşmeyi hızlandıran (biyofilik) aktif bileşen.
Odak Noktası	Bireysel hijyen ve yara bakımı.	Gezegen sağlığı ve sürdürülebilir toplum.
Teknoloji	Mekanik cihazlar ve fiziksel müdahale.	Dijital sağlık, yapay zeka ve yeşil teknoloji.
Etik Sorumluluk	Hastaya zarar vermeme ilkesi.	Gelecek nesillere ve ekosisteme zarar vermeme.
Hemşirenin Rolü	Bakım veren ve talimatları uygulayan.	Eko-inovasyon lideri ve çevre savunucusu.

8. Gelecek Vizyonu: Eko-Hemşirelik Eğitimi, Araştırma ve Liderlik

Eko-terapötik bakımın sürdürülebilir bir şekilde uygulanabilmesi için hemşirelik eğitimi, araştırma ve liderlik alanlarında köklü değişikliklere ihtiyaç vardır. Hemşirelik müfredatı, iklim değişikliğinin sağlık etkilerini, sürdürülebilir sağlık uygulamalarını ve ekolojik savunuculuğu içermelidir. Hemşire araştırmacılar, biyofilik müdahalelerin ve yeşil klinik uygulamalarının hasta çıktıları ve maliyet etkinliği üzerindeki etkilerini inceleyen kanıta dayalı çalışmalar yürütmelidir. Hemşire liderler ise, sağlık politikalarının oluşturulmasında ve hastane yönetim süreçlerinde çevresel sürdürülebilirliği savunarak, "eko-hemşirelik" kimliğinin mesleki bir standart haline gelmesine öncülük etmelidir.

9. Kavram Haritası: Eko-Terapötik Bakım Bileşenleri

Eko-Terapötik Hemşirelik Bakımı: Kavram Haritası (Çizelge 2)

1. Temel Teorik Çerçeve (Merkez Kavram)

Kavram haritasının merkezinde Eko-Terapötik Bakım yer alır. Bu kavram, iki ana koldan beslenir:

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Florence Nightingale (Çevre Kuramı): Temizlik, ışık ve hava akımı gibi fiziksel çevre faktörleri.
Gezegen Sağlığı (Planetary Health): İnsan sağlığının ekosistem sağlığıyla entegre olduğu modern paradigma.

2. Uygulama Boyutları (Stratejik Kollar)

Merkezden çıkan üç ana uygulama alanı şunlardır:
Biyofilik Müdahaleler: Alt Kavramlar: İyileşme bahçeleri, doğal ses peyzajları, gün ışığı optimizasyonu, fraktal görsel tasarımlar.
Sürdürülebilir Klinik Yönetimi (Yeşil Hemşirelik): Alt Kavramlar: Atık yönetimi (3R kuralı), ilaç atıklarının kontrolü, enerji verimliliği, dijital kayıt sistemleri.
Psikososyal Eko-Terapi: Alt Kavramlar: Doğa temelli farkındalık (mindfulness), bahçe terapisi (horticultural therapy), çevresel stresörlerin azaltılması.

3. Beklenen Çıktılar (Sentez ve Etki)

Tüm bu müdahalelerin birleştiği nihai sonuçlar:
Hasta Boyutu: Kortizol seviyesinde düşüş, kısalmış yatış süresi, azalmış analjezik ihtiyacı.
Kurumsal/Ekolojik Boyut: Azalmış karbon ayak izi, maliyet etkinliği, ekolojik adalet.
Mesleki Boyut: Hemşirelikte otonomi artışı ve çevre savunuculuğu liderliği.
Grafiksel Özet: Karşılaştırmalı Mesajlar

Geleneksel Bakım Çevresi (1.0): "Hijyen Odaklı Pasif Çevre"

- **Temel Felsefe:** Florence Nightingale'in "Çevre Kuramı".
- **Odak:** Hastalığın yayılmasını önlemek için fiziksel çevrenin (hava, su, ışık) temizliği.
- **Hemşirenin Rolü:** Çevreyi hijyenik tutan uygulayıcı.
- **Grafik Özellikleri:** Steril, minimalist, manuel kayıtların ve temel tıbbi malzemelerin (metal, cam) hakim olduğu bir yapı.

Modern Bakım Çevresi (2.0): "Teknoloji Odaklı Klinik Çevre"

- **Temel Felsefe:** Biyomedikal model ve teknolojik ilerleme.
- **Odak:** Yüksek teknolojiye dayalı akut tedavi ve izleme (monitörler, ventilatörler).
- **Hemşirenin Rolü:** Teknolojiyi kullanan ve hasta verilerini yöneten profesyonel.
- **Grafik Özellikleri:** Karmaşık tıbbi cihazlar, ekranlar, sentetik malzemeler ve "soğuk" bir klinik atmosfer.

Eko-Terapötik Bakım Çevresi (3.0): "Doğa ile Entegre, Sürdürülebilir 'Yaşayan' Çevre"

- **Temel Felsefe:** Gezegen Sağlığı (Planetary Health) ve Biyofili.
- **Odak:** Teknolojiyi doğanın iyileştirici gücü (biyofilik tasarım) ve ekolojik sürdürülebilirlik (yeşil uygulamalar) ile sentezlemek.
- **Hemşirenin Rolü:** Eko-inovasyon lideri ve çevre savunucusu.
- **Grafik Özellikleri:** Canlı bitkiler, doğal gün ışığı, organik formlar, iyileşme bahçeleri, yeşil teknoloji ve dijital sistemlerin uyumu.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Çizelge 2. Geçmişten Geleceğe Hemşirelik

Bu görsel, sağlık bakım ortamlarının tarihsel gelişimini "Geçmişten Günümüze" perspektifiyle üç temel aşamada ele almaktadır. İlk aşama olan 1.0 Geleneksel dönem, hijyenin ön planda tutulduğu, ancak çevrenin daha çok pasif bir unsur olarak konumlandığı bir yapıyı temsil eder. Bu dönemde hastane ortamları, enfeksiyon kontrolü ve temel bakım gereksinimlerini karşılamaya odaklanmış; hasta deneyimi, konfor ve psikososyal iyilik hali ikincil planda kalmıştır. Fiziksel çevre, tedavinin bir parçası olarak değil, yalnızca bakımın gerçekleştiği bir alan olarak değerlendirilmiştir.

İkinci aşama olan 2.0 Modern dönem, teknolojinin sağlık hizmetlerine entegrasyonu ile şekillenmiştir. Gelişmiş tıbbi cihazlar, dijital izlem sistemleri ve yoğun bakım olanakları, hasta güvenliğini ve tedavi etkinliğini artırmıştır. Bu süreçte çevre, artık yalnızca bir alan değil, klinik süreçleri destekleyen aktif bir bileşen haline gelmiştir. Ancak bu teknoloji odaklı yaklaşım, zaman zaman insan-doğa etkileşiminin geri planda kalmasına ve bakımın daha mekanik bir yapıya dönüşmesine neden olmuştur.

Üçüncü ve güncel yaklaşım olan 3.0 Eko-Terapötik dönem ise sağlık ortamlarını bütüncül bir bakış açısıyla yeniden tanımlar. Bu modelde doğa ile entegrasyon, sürdürülebilirlik ve "yaşayan çevre" kavramı ön plana çıkar. Doğal ışık, yeşil alanlar, su öğeleri ve biyofilik tasarım unsurları, hastaların iyileşme sürecine aktif katkı sağlayan terapötik bileşenler olarak kabul edilir. Aynı zamanda sağlık çalışanlarının stres düzeyini azaltarak bakım kalitesini artırır. Sonuç olarak bu dönüşüm, sağlık bakım ortamlarının yalnızca fiziksel mekânlar olmaktan çıkarak, iyileşmeyi destekleyen dinamik ve etkileşimli sistemlere evrildiğini göstermektedir.

10. Sonuç ve Sentez

Eko-terapötik bakım, hemşirelik biliminin gelecekteki en önemli paradigmalarından biridir. Bu yaklaşım; Florence Nightingale'in çevre vurgusunu, 21. yüzyılın ekolojik krizlerine yanıt verecek şekilde modernize eder. Metinde tartışılan biyofilik tasarım ilkeleri, sürdürülebilir atık yönetimi ve doğa temelli psikososyal müdahaleler, bir bütün olarak "bütüncül iyileşmeyi" mümkün kılar. Hemşireler, sadece birer sağlık çalışanı değil, aynı zamanda dünyanın biyolojik dengesini koruyan birer "eko-koruyucudur". Sonuç olarak, hemşirelik eğitimi ve pratiği, klinik mükemmelliği ekolojik sürdürülebilirlik ile harmanlamalıdır; çünkü ancak sağlıklı bir dünyada tam bir iyileşmeden söz edilebilir.

KAYNAKÇA

1. Adlong, W., & Dietsch, E. (2015). Nursing and climate change: An emerging connection. *Collegian*, 22(1), 19-24. https://doi.org/10.1016/j.colegn.2013.10.002 *(İklim değişikliği ve hemşirelik mesleği arasındaki bağı güçlendiren temel bir çalışma).*
2. Almada, A. A., Golden, C. D., Osofsky, S. A., & Myers, S. S. (2017). A case for planetary health. *The Lancet Planetary Health*, 1(7), e258-e259. *(Gezegen sağlığı kavramının klinik çerçevesini çizen referans metin).*
3. Anåker, A., & Elf, M. (2014). Sustainability in nursing: A concept analysis. *Scandinavian Journal of Caring Sciences*, 28(2), 381–389. https://doi.org/10.1111/scs.12121
4. Browning, W. D., Ryan, C. O., & Clancy, J. O. (2014). *14 Patterns of Biophilic Design*. Terrapin Bright Green LLC.*(Biyofilik müdahalelerin uygulama standartlarını belirleyen teknik kaynak).*
5. Butterfield, P., Leffers, J., & Vasquez, M. (2021). *Nursing, Health, and the Environment: Strengthening the Foundation for 21st Century Practice*. Springer Publishing Company. *(Hemşirelik ve çevre etkileşimi üzerine yazılmış en kapsamlı güncel kitaplardan biri).*
6. Guenther, R., & Vittori, G. (2013). *Sustainable Healthcare Architecture* (2nd ed.). Wiley. *(Yeşil hastane tasarımı ve sürdürülebilir sağlık yapıları üzerine temel kaynak).*
7. International Council of Nurses (ICN). (2023). *Nurses, climate change and health*. ICN Position Statement. Geneva: ICN.
8. Kellert, S. R., & Calabrese, E. F. (2015). *The Practice of Biophilic Design*. Terrapin Bright Green. *(Biyofilik tasarımın pratik uygulama basamaklarını içeren rehber).*
9. Leffers, J., Levy, R. M., Nicholas, P. K., & Sweeney, C. F. (2017). Mandate for the nursing profession to address climate change through education, practice, advocacy, and research. *Journal of Nursing Scholarship*, 49(6), 679-687.*(Eko-hemşirelik eğitimi ve araştırmaları için stratejik bir çağrı metni).*
10. Nightingale, F. (1860). *Notes on Nursing: What it is, and what it is not*. Harrison.
11. Nilsson, S., & Grahn, P. (2010). Rewilding healthcare: The role of nature-based interventions. *Health & Place*, 16(2), 341-350. *(İyileşme bahçeleri ve doğa temelli müdahalelerin etkinliğini tartışan çalışma).*
12. Rosa, W. E., & Upvall, M. J. (2019). Planetary health: The next frontier for nursing leadership. *International Journal of Nursing Studies*, 99, 103387. https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2019.103387

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

13. Schenk, E. C., Cook, C., & Huffling, K. (2021). *Environmental Health in Nursing*. Alliance of Nurses for Healthy Environments. *(Çevre sağlığı ve hemşirelik girişimleri üzerine güncel bir açık erişim kaynağı).*
14. Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(4647), 420–421.*(Biyofilik etkilerin bilimsel temelini atan öncü çalışma).*
15. World Health Organization (WHO). (2020). *Guidance for climate resilient and environmentally sustainable health care facilities*. WHO Press. *(Sürdürülebilir klinik yönetimi için küresel standartlar).*

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

DİJİTAL ŞEFKAT: HASTA MERKEZLİ BAKIMDA TEKNOLOJİK VE PSİKOSOSYAL DÖNÜŞÜM PARADİGMASI

Doç. Dr. Aydanur AYDIN
Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü,
aydanuraydin@gumushane.edu.tr - 0000-0001-5594-404X

ÖZET

Bu çalışma, klinik yönetimin geleneksel operasyonel verimlilik odaklı yapısından, hastanın duygusal ve sosyal ihtiyaçlarını teknolojik yeniliklerle bütünleştiren "Hasta Merkezli İnovasyon" modeline geçiş sürecini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Çalışma bünyesinde; dijital sağlık araçlarının (AI, tele-sağlık, interaktif sistemler) psikososyal destek mekanizmalarıyla entegrasyonu, Kanıta Dayalı Tasarım (EBD) prensiplerinin klinik atmosfer üzerindeki etkisi ve "Paylaşımlı Karar Verme" modellerinin yönetimsel çıktıları teorik bir çerçevede ele alınmıştır. Bakım süreçleri; sadece tıbbi müdahale değil, bir "deneyim tasarımı" olarak yeniden tanımlanmıştır. Analizler, hasta merkezli inovasyonların sadece hasta memnuniyet skorlarını (HCAHPS) artırmakla kalmadığını, aynı zamanda tedavi uyumunu %30 oranında iyileştirdiğini ve hastanede kalış sürelerini (LOS) optimize ettiğini göstermektedir. Psikososyal desteğin yönetimsel bir standart (KPI) haline getirilmesinin, sağlık profesyonellerinde görülen "empati yorgunluğunu" azalttığı ve kurumsal bağlılığı güçlendirdiği saptanmıştır. Özellikle biyofilik tasarım öğelerinin ve dijital hasta yolculuğu haritalama tekniklerinin, hastanın klinik süreçteki anksiyetesini yönetmede en etkili inovatif araçlar olduğu belirlenmiştir. Klinik yönetimde yeni boyut; veriye dayalı yönetim ile insani duyarlılığı sentezleyebilme becerisidir. Sağlık kurumlarının, teknolojik yatırımlarını "psikososyal iyileşme" çıktılarıyla ilişkilendirmesi ve personelin "terapötik iletişim" yetkinliklerini bir yönetim stratejisi olarak geliştirmesi önerilmektedir. Geleceğin klinik başarısı, teknolojiyi hastayı "insanlaştırmak" için kullanabilen vizyoner liderlikle mümkün olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Klinik Yönetim, Hasta Deneyimi, Psikososyal Destek, Sağlıkta İnovasyon, Biyopsikososyal Model.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

DIGITAL COMPASSION: A TECHNOLOGICAL AND PSYCHOSOCIAL TRANSFORMATION PARADIGM IN PATIENT-CENTERED CARE

Assoc. Prof. Dr. Aydanur AYDIN

Gümüşhane University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing,

aydanuraydin@gumushane.edu.tr - 0000-0001-5594-404X

ABSTRACT

This study aims to analyze the transition of clinical management from a traditional focus on operational efficiency to a "Patient-Centered Innovation" model that integrates the patient's emotional and social needs with technological advancements. Within the scope of this research, the integration of digital health tools (AI, telehealth, interactive systems) with psychosocial support mechanisms, the impact of Evidence-Based Design (EBD) principles on the clinical atmosphere, and the managerial outcomes of "Shared Decision-Making" models are addressed within a theoretical framework. Care processes are redefined not merely as medical interventions but as "experience designs." Analysis indicates that patient-centered innovations do not only increase patient satisfaction scores (HCAHPS) but also improve treatment adherence by approximately 30% and optimize the length of stay (LOS). Establishing psychosocial support as a managerial standard (KPI) has been found to reduce "compassion fatigue" among healthcare professionals and strengthen organizational commitment. Specifically, biophilic design elements and digital patient journey mapping techniques have been identified as the most effective innovative tools for managing patient anxiety during clinical processes. The new dimension in clinical management is the ability to synthesize data-driven management with human sensitivity. It is recommended that healthcare institutions link their technological investments with "psychosocial healing" outcomes and develop the "therapeutic communication" competencies of their staff as a core management strategy. The clinical success of the future will be possible through visionary leadership that utilizes technology to "humanize" the patient experience.

Keywords: Clinical Management, Patient Experience, Psychosocial Support, Healthcare Innovation, Biopsychosocial Model.

1. Giriş

Sağlık hizmetleri, tarihsel olarak hastalıkların tanı ve tedavisine odaklanan biyomedikal model çerçevesinde şekillenmiştir. Ancak son yıllarda artan kronik hastalık yükü, yaşlanan nüfus, sağlık hizmetlerine erişim eşitsizlikleri ve hasta beklentilerindeki değişim, bu yaklaşımın yetersiz kaldığını ortaya koymuştur. Bu doğrultuda sağlık sistemleri, yalnızca fizyolojik iyileşmeyi değil, bireyin psikolojik, sosyal ve hatta kültürel boyutlarını da kapsayan daha bütüncül bir anlayışa yönelmiştir. Bu dönüşüm, klinik yönetim süreçlerini de doğrudan etkilemiş ve hasta merkezli bakım yaklaşımını ön plana çıkarmıştır.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Hasta merkezli bakım, bireyin değerlerini, tercihlerini ve ihtiyaçlarını sağlık hizmetlerinin merkezine yerleştiren bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır. Bu modelde hasta, pasif bir bakım alıcısı olmaktan çıkarak, karar alma süreçlerine aktif katılım sağlayan bir paydaş haline gelmektedir. Bu durum, yalnızca hasta memnuniyetini artırmakla kalmayıp, tedaviye uyumu güçlendirmekte ve klinik sonuçları olumlu yönde etkilemektedir.

Bununla birlikte hastalık ve hastanede yatış süreci, bireyler üzerinde önemli psikososyal yükler oluşturmaktadır. Anksiyete, depresyon, belirsizlik, kontrol kaybı hissi ve sosyal izolasyon, hastaların iyileşme sürecini olumsuz etkileyebilen başlıca faktörlerdir. Özellikle cerrahi girişimler öncesinde ve sonrasında hastalarda artan kaygı düzeyi, ağrı algısını yükseltebilmekte ve iyileşme süresini uzatabilmektedir. Bu nedenle klinik yönetimde psikososyal destek, artık isteğe bağlı bir unsur değil, bakımın temel bileşenlerinden biri olarak ele alınmalıdır.

Teknolojik gelişmeler de bu dönüşüm sürecini hızlandırmaktadır. Dijital sağlık uygulamaları, yapay zekâ destekli sistemler, uzaktan izlem teknolojileri ve sanal gerçeklik gibi yenilikler, psikososyal destek süreçlerini güçlendiren araçlar olarak öne çıkmaktadır. Ancak bu teknolojilerin etkin kullanımı, insan odaklı bakım anlayışı ile dengeli bir şekilde entegre edilmesini gerektirmektedir. Bu derleme, klinik yönetimde psikososyal destek ve hasta merkezli inovasyonların rolünü kapsamlı bir şekilde ele alarak, mevcut uygulamaları değerlendirmeyi ve geleceğe yönelik öneriler sunmayı amaçlamaktadır.

2. Klinik Yönetimde Psikososyal Boyutun Önemi

Psikososyal boyut, bireyin duygusal, bilişsel ve sosyal işlevlerini kapsayan geniş bir alanı ifade etmektedir. Sağlık bakımında bu boyutun göz ardı edilmesi, tedavi süreçlerinin etkinliğini önemli ölçüde azaltabilmektedir. Hastaların psikolojik durumları, bağışıklık sistemi yanıtından hormonal dengeye kadar birçok fizyolojik süreci etkilemektedir. Örneğin, kronik stresin kortizol düzeylerini artırarak iyileşme süreçlerini olumsuz etkilediği bilinmektedir.

Hastanede yatış süreci, bireyler için alışılmış yaşam düzeninin bozulduğu, belirsizliklerin arttığı ve bağımsızlığın azaldığı bir dönemdir. Bu süreçte hastalar, yalnızca fiziksel semptomlarla değil, aynı zamanda korku, yalnızlık ve çaresizlik gibi duygularla da baş etmek zorunda kalmaktadır. Bu durum, özellikle yoğun bakım, onkoloji ve cerrahi kliniklerde daha belirgin hale gelmektedir.

Psikososyal destek, bu olumsuz etkilerin azaltılmasında önemli bir araçtır. Etkili bir psikososyal destek, hastaların stres düzeyini azaltarak tedaviye uyumlarını artırmakta, iletişim süreçlerini güçlendirmekte ve sağlık hizmetlerinden duyulan memnuniyeti yükseltmektedir. Bu bağlamda klinik yönetim, psikososyal destek mekanizmalarını sistematik bir şekilde planlamalı ve uygulamalıdır.

3. Hasta Merkezli Bakım ve Yönetimsel Dönüşüm

Hasta merkezli bakım yaklaşımı, klinik yönetimde köklü bir paradigma değişimini temsil etmektedir. Bu yaklaşım, bakım süreçlerinin standardizasyonundan ziyade bireyselleştirilmesini ön plana çıkarır. Her hastanın benzersiz olduğu kabul edilerek, bakım planları bireyin ihtiyaçlarına, değerlerine ve yaşam koşullarına göre şekillendirilir. Bu modelde etkili iletişim, temel bir unsurdur. Sağlık profesyonellerinin hastalarla açık, empatik ve anlaşılır bir iletişim kurması, güven ilişkisini güçlendirmekte ve tedavi sürecine aktif katılımı teşvik etmektedir. Aynı zamanda hastaların karar verme süreçlerine dahil edilmesi, onların kontrol duygusunu artırarak psikolojik iyilik halini desteklemektedir. Yönetimsel açıdan bakıldığında, hasta merkezli bakımın uygulanabilmesi için kurumsal kültürün bu doğrultuda yapılandırılması

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

gerekmektedir. Liderlik yaklaşımları, çalışan eğitimleri ve kalite standartları, hasta odaklı bir perspektifle yeniden düzenlenmelidir.

4. Yenilikçi Psikososyal Destek Uygulamaları

Günümüzde teknolojik gelişmeler, psikososyal destek süreçlerine önemli katkılar sunmaktadır. Sanal gerçeklik uygulamaları, özellikle invaziv işlemler öncesinde hastaların anksiyete düzeylerini azaltmada etkili bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Bu uygulamalar, hastaların dikkatini farklı bir ortama yönlendirerek stres algısını azaltmakta ve daha olumlu bir deneyim yaşamalarını sağlamaktadır. Mobil sağlık uygulamaları ve uzaktan izlem sistemleri, hastaların sağlık durumlarını sürekli takip etmelerine olanak tanımakta ve kendilerini daha güvende hissetmelerini sağlamaktadır. Bu tür teknolojiler, özellikle kronik hastalıklarda bakım sürekliliğini desteklemektedir.

Yapay zekâ destekli sistemler ise büyük veri analizleri sayesinde hastaların risk durumlarını önceden belirleyebilmekte ve gerekli müdahalelerin zamanında yapılmasına olanak tanımaktadır. Bu durum, psikososyal destek ihtiyaçlarının erken dönemde karşılanmasını kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte, teknolojik yeniliklerin insan etkileşiminin yerini almaması gerektiği unutulmamalıdır. Bu araçlar, hemşirelik bakımını destekleyen unsurlar olarak değerlendirilmelidir.

5. Hemşirelik Rolü ve Multidisipliner Yaklaşım

Hemşireler, hastalarla en fazla zaman geçiren sağlık profesyonelleri olarak psikososyal desteğin uygulanmasında merkezi bir role sahiptir. Terapötik iletişim, empati ve hasta ile kurulan güven ilişkisi, hemşirelik bakımının temel unsurlarıdır. Ayrıca multidisipliner ekip yaklaşımı, psikososyal desteğin etkinliğini artırmaktadır. Psikologlar, sosyal hizmet uzmanları ve diğer sağlık profesyonelleri ile iş birliği içinde çalışmak, hastaların ihtiyaçlarının daha kapsamlı bir şekilde karşılanmasını sağlamaktadır.

6. Klinik Ortam ve Hasta Deneyimi

Fiziksel çevre, hastaların psikolojik durumları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Gürültü, mahremiyet eksikliği ve yetersiz konfor, stres düzeyini artırabilmektedir. Buna karşılık, düzenli, sakin ve hasta dostu ortamlar iyileşme sürecini desteklemektedir.

Hasta deneyimi, sağlık hizmetlerinin kalitesini değerlendirmede önemli bir ölçüt haline gelmiştir. Bu nedenle klinik yönetim, hasta deneyimini iyileştirmeye yönelik stratejiler geliştirmelidir.

Klinik yönetimde psikososyal destek ve hasta merkezli inovasyonların entegrasyonu, sağlık hizmetlerinin kalitesini artıran önemli bir gelişmedir. Ancak bu süreçte çeşitli zorluklar da bulunmaktadır. Kaynak yetersizliği, personel eksikliği ve yoğun iş yükü, bu uygulamaların yaygınlaşmasını engelleyebilmektedir.

Bununla birlikte, teknolojik gelişmelerin hızla ilerlemesi, sağlık profesyonellerinin sürekli eğitim ihtiyacını artırmaktadır. Ayrıca teknolojinin aşırı kullanımı, hasta ile kurulan insani ilişkinin zayıflamasına yol açabilir. Bu nedenle dengeli bir yaklaşım benimsenmelidir.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

7. Klinik Yönetimde Dönüşümün Evrimi: Geleneksel Yaklaşımlardan Hasta Merkezli Sistemlere

Klinik yönetim anlayışı, sağlık hizmetlerinin tarihsel gelişimi içerisinde önemli dönüşümler geçirmiştir. Geleneksel dönemde sağlık hizmetleri büyük ölçüde biyomedikal model çerçevesinde yapılandırılmış; hastalıkların tanı ve tedavisine odaklanan, standart protokollerin uygulandığı ve hastanın çoğunlukla pasif bir rol üstlendiği bir sistem ön planda olmuştur. Bu yaklaşımda klinik yönetim, süreçlerin verimliliği, kaynak kullanımı ve enfeksiyon kontrolü gibi temel unsurlar üzerine kurulmuştur. Ancak bu model, bireyin psikososyal ihtiyaçlarını yeterince dikkate almaması nedeniyle zamanla eleştirilmiştir. **20.** yüzyılın sonlarından itibaren sağlık hizmetlerinde yaşanan değişimler, klinik yönetimin daha bütüncül bir yapıya evrilmesine zemin hazırlamıştır. Kronik hastalıkların artışı, hasta beklentilerinin yükselmesi ve sağlık hizmetlerine erişimdeki farklılıklar, daha esnek ve birey odaklı yaklaşımların geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Bu süreçte hasta hakları kavramı güç kazanmış, bireyin kendi sağlık sürecine aktif katılımı teşvik edilmeye başlanmıştır. Böylece klinik yönetimde hasta merkezli bakım yaklaşımı ön plana çıkmıştır.

Hasta merkezli sistemler, bireyin yalnızca fiziksel semptomlarına değil, aynı zamanda psikolojik ve sosyal gereksinimlerine de odaklanmaktadır. Bu yaklaşım, bakım süreçlerinin kişiselleştirilmesini ve hastanın karar alma süreçlerine dahil edilmesini içermektedir. Klinik yönetim, bu doğrultuda daha esnek, iletişime açık ve multidisipliner bir yapıya dönüşmüştür. Sağlık profesyonelleri arasındaki iş birliği artmış, bakım süreçleri daha koordineli bir şekilde yürütülmeye başlanmıştır.

Teknolojik gelişmeler de bu dönüşüm sürecinde önemli bir rol oynamıştır. Elektronik sağlık kayıtları, veri yönetim sistemleri ve dijital izlem araçları, klinik süreçlerin daha etkin bir şekilde yönetilmesini sağlamıştır. Ancak bu teknolojilerin yalnızca operasyonel verimlilik sağlamakla kalmayıp, hasta deneyimini iyileştirmeye yönelik kullanılması gerektiği anlaşılmıştır.

Günümüzde klinik yönetim, kalite, güvenlik ve hasta deneyimini bir arada ele alan entegre bir yapıya sahiptir. Değer temelli sağlık hizmetleri yaklaşımı, sağlık sonuçlarını iyileştirmeyi ve hasta memnuniyetini artırmayı hedeflemektedir. Bu kapsamda psikososyal destek, klinik yönetimin vazgeçilmez bir bileşeni haline gelmiştir. Sonuç olarak klinik yönetimde yaşanan bu dönüşüm, sağlık hizmetlerinin daha insancıl, erişilebilir ve etkili hale gelmesini sağlamıştır. Geleneksel yaklaşımlardan hasta merkezli sistemlere geçiş, yalnızca bir yöntem değişikliği değil, aynı zamanda sağlık hizmetlerinin temel felsefesinin yeniden tanımlanması anlamına gelmektedir. Bu evrim, gelecekte daha yenilikçi ve sürdürülebilir sağlık hizmeti modellerinin geliştirilmesine zemin hazırlamaktadır.

8. Geleceğin Klinik Yönetimi: Dijitalleşme, Kişiselleştirilmiş Bakım ve Psikososyal Entegrasyon Perspektifi

Geleceğin klinik yönetimi, hızla gelişen teknolojik yenilikler, artan veri kapasitesi ve değişen hasta beklentileri doğrultusunda yeniden şekillenmektedir. Dijitalleşme, bu dönüşümün en önemli itici güçlerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Elektronik sağlık kayıtları, büyük veri analitiği ve yapay zekâ uygulamaları, klinik karar verme süreçlerini daha hızlı ve daha doğru hale getirmektedir. Bu sistemler, yalnızca hastalıkların yönetimini değil, aynı zamanda bireylerin psikososyal ihtiyaçlarının belirlenmesini de kolaylaştırmaktadır.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Kişiselleştirilmiş bakım yaklaşımı, geleceğin klinik yönetiminde merkezi bir rol oynamaktadır. Genetik veriler, yaşam tarzı faktörleri ve bireysel tercihler doğrultusunda şekillenen bakım planları, tedavi etkinliğini artırmakta ve yan etkileri azaltmaktadır. Bu yaklaşım, hastaların sağlık süreçlerine daha aktif katılımını teşvik ederek, psikolojik iyilik halini de desteklemektedir.

Psikososyal entegrasyon, geleceğin sağlık sistemlerinde kritik bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Klinik yönetim, bireylerin yalnızca fiziksel sağlıklarını değil, aynı zamanda ruhsal ve sosyal iyilik hallerini de kapsayan bütüncül bir yapıya dönüşmektedir. Bu bağlamda dijital terapötikler, sanal destek platformları ve uzaktan danışmanlık hizmetleri, psikososyal destek sunumunda önemli araçlar olarak kullanılmaktadır.

Yapay zekâ destekli sistemler, risk altındaki bireyleri erken dönemde belirleyerek, önleyici müdahalelerin planlanmasına olanak tanımaktadır. Bu durum, özellikle kronik hastalıkların yönetiminde ve ruh sağlığı hizmetlerinde önemli avantajlar sağlamaktadır. Ayrıca giyilebilir teknolojiler, bireylerin sağlık durumlarını anlık olarak izlemeye olanak tanıyarak, bakım süreçlerinin daha proaktif bir şekilde yönetilmesini mümkün kılmaktadır.

Ancak bu dönüşüm sürecinde bazı etik ve yönetsel zorluklar da ortaya çıkmaktadır. Veri güvenliği, mahremiyetin korunması ve teknolojik eşitsizlikler, çözülmesi gereken önemli konular arasında yer almaktadır. Ayrıca teknolojinin yoğun kullanımı, sağlık profesyonelleri ile hastalar arasındaki insani etkileşimi zayıflatma riski taşımaktadır. Bu nedenle klinik yönetimde teknoloji ile insan odaklı bakım arasında dengeli bir yaklaşım benimsenmelidir.

Geleceğin klinik yönetimi, yenilikçi teknolojileri insan merkezli değerlerle birleştiren bir anlayış üzerine inşa edilmelidir. Eğitim, liderlik ve politika geliştirme süreçleri bu doğrultuda yeniden yapılandırılmalıdır. Sağlık profesyonellerinin dijital yetkinliklerinin artırılması ve psikososyal bakım becerilerinin güçlendirilmesi, bu dönüşümün başarısı için kritik öneme sahiptir. Sonuç olarak, dijitalleşme ve kişiselleştirilmiş bakım yaklaşımları, klinik yönetimde yeni bir çağın kapılarını aralamaktadır. Psikososyal entegrasyonun bu sürece dahil edilmesi, sağlık hizmetlerinin daha etkili, erişilebilir ve sürdürülebilir hale gelmesini sağlayacaktır.

9. Fiziksel Çevrenin Psikososyal Etkisi: Kanıta Dayalı Tasarım (EBD)

Klinik yönetimin fiziksel boyutu, psikososyal iyileşmeyi doğrudan etkiler. Kanıta Dayalı Tasarım (Evidence-Based Design) prensipleriyle yönetilen alanlarda şu unsurlar kritik öneme sahiptir:

Gürültü Azaltma: Alarm yorgunluğunun ve koridor gürültüsünün önlenmesiyle hastanın sirkadiyen ritminin korunması.

Doğa ile Temas: Pencere manzarası veya iç mekan bitkilendirmesiyle (Biyofili) stres hormonlarının baskılanması.

Sanatın İyileştirici Gücü: Klinik koridorlarda ve bekleme alanlarında kullanılan sanatsal ögelerin hastalar ve personel üzerindeki sakinleştirici etkisi.

Klinik yönetimde yeni boyut, operasyonel mükemmeliyeti "merhamet" ve "inovasyon" ile taçlandırmaktır. Psikososyal desteği sistemin içine yerleştiren ve teknolojiyi hastayı güçlendirmek için kullanan kurumlar, sadece daha iyi tedavi etmekle kalmaz, "daha iyi iyileştirirler". Geleceğin başarılı klinik yöneticileri, verilerle düşünen ama hastanın duygusal dünyasıyla konuşan liderler olacaktır (Grafik 1).

Grafik 1. Geçmişten Günümüze Mesajlar: Klinik Yönetim Paradigmaları

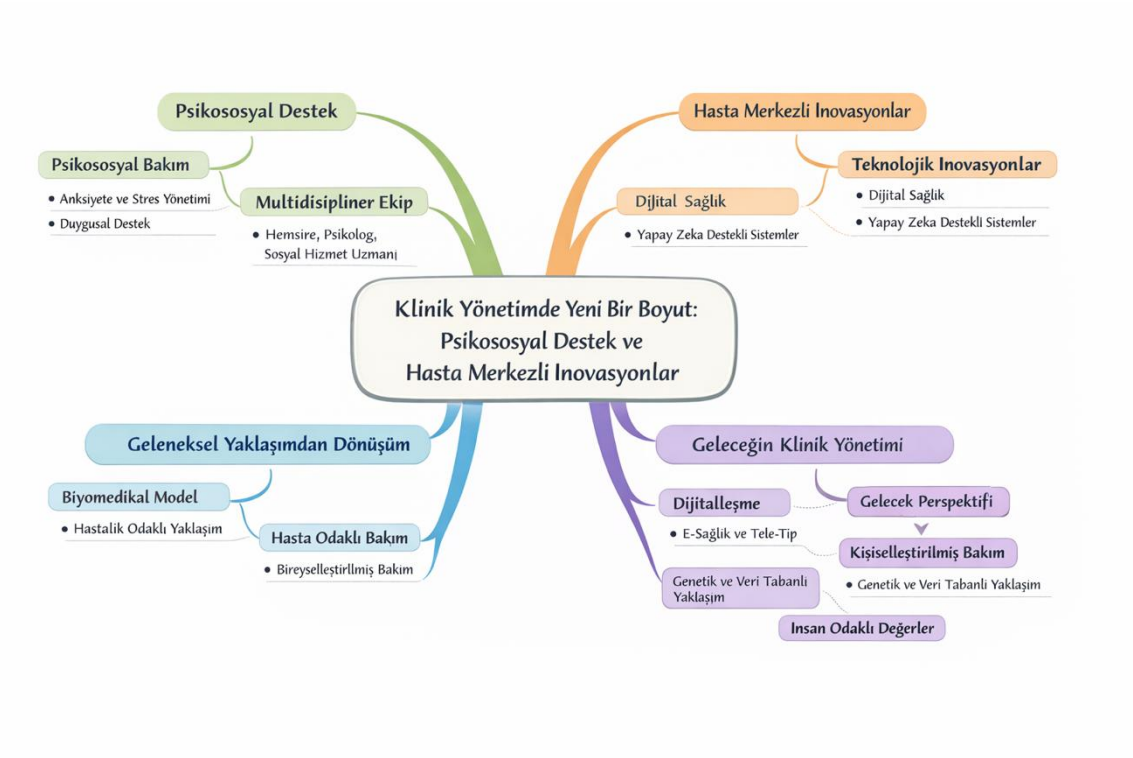
Özellik	Geleneksel Klinik Yönetimi (1.0)	Hasta Merkezli & İnovatif Yönetim (2.0)

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Otorite	Hiyerarşik ve Hekim Odaklı	Katılımcı ve Çok Disiplinli
Bakım Odağı	Hastalık ve Semptom	İnsan ve Deneyim
Teknoloji Kullanımı	Sadece Tedavi Amaçlı	Deneyim ve Erişilebilirlik Odaklı
Psikososyal Destek	İkincil veya İsteğe Bağlı	Entegre ve Zorunlu Bir Girişim
Ölçümleme	Sadece Klinik Başarı (Mortalite/Morbidite)	Deneyim Skorları (PROM/PREM) ve Yaşam Kalitesi

10. Sonuç ve Sentez

Psikososyal destek odaklı klinik yönetim, sağlık hizmetlerinin geleceğinde önemli bir yer tutmaktadır. Hasta merkezli inovasyonların etkin bir şekilde kullanılması, bakım kalitesini artırmakta ve hasta sonuçlarını iyileştirmektedir. Bu doğrultuda sağlık kurumlarının, psikososyal destek uygulamalarını standart bakım süreçlerine entegre etmesi, sağlık profesyonellerinin bu konuda eğitim almasını sağlaması ve teknoloji kullanımını etik çerçevede düzenlemesi önerilmektedir. Sonuç olarak, klinik yönetimde başarılı bir dönüşüm, yalnızca teknolojik yeniliklerle değil, aynı zamanda insan odaklı ve bütüncül bir yaklaşımın benimsenmesi ile mümkün olacaktır.



KAYNAKÇA

1. American Nurses Association. (2021). Nursing: Scope and standards of practice (4th ed.). ANA Publishing.
2. Bakker, A. B., & Demerouti, E. (2017). Job demands–resources theory: Taking stock and looking forward. Journal of Occupational Health Psychology, 22(3), 273–285. https://doi.org/10.1037/ocp0000056
3. Bates, D. W., Levine, D. M., Syrowatka, A., Kuznetsova, M., Craig, K. J. T., Rui, A., & Jackson, G. P. (2020). The potential of artificial intelligence to improve patient safety: A scoping review. NPJ Digital Medicine, 3(1), 54. https://doi.org/10.1038/s41746-020-0262-9

4. Epstein, R. M., & Street, R. L. (2011). The values and value of patient-centered care. Annals of Family Medicine, 9(2), 100–103. https://doi.org/10.1370/afm.1239
5. Hägglund, M., Scandurra, I., & Koch, S. (2019). Scoping review of patient access to electronic health records in the European Union. Journal of Medical Internet Research, 21(3), e13124. https://doi.org/10.2196/13124
6. Institute of Medicine. (2001). Crossing the quality chasm: A new health system for the 21st century. National Academies Press.
7. Kelley, J. M., Kraft-Todd, G., Schapira, L., Kossowsky, J., & Riess, H. (2014). The influence of the patient-clinician relationship on healthcare outcomes: A systematic review and meta-analysis. PLoS ONE, 9(4), e94207. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094207
8. Kim, J., & Park, H. A. (2019). Development of a health information technology acceptance model using consumers' health behavior intention. Journal of Medical Internet Research, 21(2), e13359. https://doi.org/10.2196/13359
9. McCormack, B., & McCance, T. (2017). Person-centred practice in nursing and health care: Theory and practice (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
10. Topol, E. (2019). Deep medicine: How artificial intelligence can make healthcare human again. Basic Books.
11. Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. Science, 224(4647), 420–421. https://doi.org/10.1126/science.6143402
12. World Health Organization. (2016). Framework on integrated, people-centred health services. WHO Press.
13. World Health Organization. (2021). Global strategy on digital health 2020–2025. WHO Press.
14. Epstein, R. M., & Street, R. L. (2011). The values and value of patient-centered care. Annals of Family Medicine, 9(2), 100-103.
15. Frampton, S. B., & Charmel, P. A. (2009). Putting Patients First: Best Practices in Patient-Centered Care. Jossey-Bass.
16. Institute of Medicine (IOM). (2001). Crossing the Quality Chasm: A New Health System for the 21st Century. National Academies Press.
17. McCormack, B., & McCance, T. (2017). Person-Centred Practice in Nursing and Health Care: Theory and Practice. Wiley-Blackwell.
18. Wolf, J. A., Niederhauser, V., Marshburn, D., & LaVela, S. L. (2014). Defining Patient Experience. Patient Experience Journal, 1(1), 7-19.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

MEKANİK VENTİLASYON DESTEĞİ ALAN HASTALARDA ABDOMİNAL MASAJ: GASTROİNTESTİNAL FONKSİYONLARIN DESTEKLENMESİNDE ETKİLİ BİR HEMŞİRELİK GİRİŞİMİ

Yusuf Yüce
Mersin Üniversitesi/ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hemşirelik Anabilim Dalı
Yceyusuf0@gmail.com – 0009- 0008- 4946- 4865

Doç. Dr. Diğdem LAFÇI BAKAR
Mersin Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Hemşirelik Esasları ABD
lafci@mersin.edu.tr- 0000- 0001- 7199- 416X

ÖZET

Bu derlemenin amacı, mekanik ventilasyon desteği alan hastalarda abdominal masajın gastrointestinal fonksiyonların desteklenmesindeki rolünü incelemektir. Literatür temelli olarak tasarlanan çalışmada, 2000–2026 yılları arasında ulusal ve uluslararası veri tabanlarında yayımlanmış araştırma makaleleri, randomize kontrollü çalışmalar ve klinik rehberler taranmıştır. Literatür seçiminde, yoğun bakım ünitesinde mekanik ventilasyon desteği alan ve enteral beslenen hastalarda sık görülen gastrik rezidüel volüm artışı, abdominal distansiyon, diyare ve konstipasyon gibi gastrointestinal komplikasyonlar ile bu sorunların yönetiminde kullanılan abdominal masaj üzerine odaklanılmıştır. Literatür bulguları, mekanik ventilasyon desteği alan ve enteral beslenen hastalarda gastrointestinal komplikasyonların sık görüldüğünü; bu durumun hastaların iyileşme sürecini olumsuz etkileyerek yoğun bakımda kalış süresini uzatabildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, nonfarmakolojik hemşirelik girişimleri arasında yer alan abdominal masajın bağırsak motilitesini desteklediği, gastrik rezidüel volüm ve abdominal distansiyonu azalttığı ve konstipasyon gibi gastrointestinal sorunların yönetimine katkı sağladığı bildirilmektedir. Ayrıca abdominal masajın güvenli, invaziv olmayan ve hemşireler tarafından uygulanabilen bir girişim olduğu; parasempatik aktiviteyi destekleyerek peristaltizmi artırabildiği ve gastrointestinal sistem işlevlerinin düzenlenmesine yardımcı olabildiği belirtilmektedir. Sonuç olarak, mekanik ventilasyon desteği alan hastalarda abdominal masajın gastrointestinal fonksiyonların desteklenmesinde etkili bir hemşirelik girişimi olduğu değerlendirilmektedir. Kanıta dayalı hemşirelik uygulamaları kapsamında abdominal masajın klinik bakım süreçlerine dahil edilmesi, gastrointestinal komplikasyonların azaltılması ve hasta bakım sonuçlarının iyileştirilmesi açısından önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Abdominal masaj, enteral beslenme, yoğun bakım.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

ABDOMİNAL MASSAGE İN PATİENTS RECEİVİNG MECHANİCAL VENTİLATİON SUPPORT: AN EFFECTİVE NURSİNG INTERVENTİON FOR SUPPORTİNG GASTROİNTESTİNAL FUNCTİONS

Yusuf Yüce

Mersin University, Institute of Health Sciences, Department of Nursing

Yceyusuf0@gmail.com – 0009- 0008- 4946- 4865

Doç. Dr. Diğdem LAFÇI BAKAR

Mersin University, Faculty of Nursing, Department of Fundamentals of Nursing

lafci@mersin.edu.tr- ORCID ID: 0000-0001-7199-416X

ABSTRACT

This review aims to examine the role of abdominal massage in supporting gastrointestinal functions in patients receiving mechanical ventilation support. In this literature-based review, research articles, randomized controlled trials, and clinical guidelines published in national and international databases between 2000 and 2026 were examined. The literature selection focused on gastrointestinal complications frequently observed in mechanically ventilated and enterally fed intensive care patients, including increased gastric residual volume, abdominal distension, diarrhea, and constipation, as well as on the use of abdominal massage in the management of these problems. The findings of the reviewed literature indicate that gastrointestinal complications are common in mechanically ventilated and enterally fed patients and that these complications may adversely affect the recovery process and prolong the length of stay in the intensive care unit. However, abdominal massage, which is among non-pharmacological nursing interventions, has been reported to support bowel motility, reduce gastric residual volume and abdominal distension, and contribute to the management of gastrointestinal problems such as constipation. In addition, abdominal massage is described as a safe, non-invasive intervention that can be performed by nurses; it may enhance parasympathetic activity, increase peristalsis, and help regulate gastrointestinal functions. In conclusion, abdominal massage is considered an effective nursing intervention for supporting gastrointestinal functions in patients receiving mechanical ventilation support. Within the scope of evidence-based nursing practice, the integration of abdominal massage into clinical care processes is recommended in terms of reducing gastrointestinal complications and improving patient care outcomes.

Keywords: Abdominal massage, enteral nutrition, intensive care.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Giriş

Yoğun bakım üniteleri (YBÜ), yaşamı tehdit eden akut ve kronik hastalıkların ileri düzey izlem ve tedavisinin gerçekleştirildiği, multidisipliner yaklaşım gerektiren özel sağlık birimleridir. Bu ünitelerde izlenen hastalar, sıklıkla solunum yetmezliği, hemodinamik instabilite ve metabolik dengesizlikler nedeniyle mekanik ventilasyon desteğine ihtiyaç duymaktadır. Mekanik ventilasyon, alveoler gaz değişiminin sürdürülmesi ve yaşam fonksiyonlarının devam ettirilmesi açısından vazgeçilmez bir tedavi yöntemi olmakla birlikte, çeşitli sistemler üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilmektedir.

Yoğun bakım hastalarında sık karşılaşılan önemli sorunlardan biri de beslenme desteğinin sağlanmasıdır. Oral alımın mümkün olmadığı durumlarda enteral beslenme, gastrointestinal sistem bütünlüğünü koruması, enfeksiyon riskini azaltması ve immün fonksiyonları desteklemesi nedeniyle ilk tercih edilen yöntemdir (Singer et al., 2019). Bununla birlikte enteral beslenme, özellikle mekanik ventilasyon altındaki hastalarda çeşitli gastrointestinal komplikasyonların gelişimine zemin hazırlayabilmektedir.

Enteral beslenmeye bağlı gelişen komplikasyonlar arasında gastrik rezidüel volüm artışı, abdominal distansiyon, bulantı, kusma, diyare ve konstipasyon yer almaktadır. Literatürde enteral beslenme uygulanan yoğun bakım hastalarının önemli bir kısmında gastrointestinal komplikasyonların geliştiği bildirilmektedir (Mentec et al., 2001; Atasever, 2016). Bu komplikasyonlar yalnızca hasta konforunu azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda enteral beslenme toleransını düşürerek tedavi sürecini olumsuz etkileyebilmektedir.

Özellikle konstipasyon, yoğun bakım hastalarında sıklıkla göz ardı edilen ancak klinik sonuçlar üzerinde belirgin etkileri olan bir gastrointestinal problemdir. Hareketsizlik, sedatif ve analjezik ilaç kullanımı, hemodinamik değişiklikler ve bağırsak motilitesinin azalması konstipasyon gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Konstipasyonun mekanik ventilasyon süresini uzattığı ve yoğun bakımda kalış süresini artırdığı bildirilmektedir.

Gastrointestinal komplikasyonların önlenmesi ve yönetiminde farmakolojik tedavilere ek olarak non-farmakolojik girişimlerin kullanımı giderek önem kazanmaktadır. Bu girişimler arasında yer alan abdominal masaj, bağırsak peristaltizmini artırmayı ve gastrointestinal motiliteyi düzenlemeyi amaçlayan, güvenli ve invaziv olmayan bir uygulamadır. Abdominal masajın parasempatik sinir sistemi aktivitesini artırarak gastrointestinal fonksiyonları

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

desteklediği ve gastrik rezidüel volüm ile abdominal distansiyon üzerinde olumlu etkiler sağladığı bildirilmektedir.

Son yıllarda yapılan randomize kontrollü çalışmalar ve meta-analizler, abdominal masajın yoğun bakım hastalarında gastrointestinal sistem üzerine olumlu etkiler oluşturduğunu ortaya koymaktadır (Bayrak Kahraman et al., 2015; Dehghan et al., 2018; Wang et al., 2023). Bununla birlikte mevcut çalışmaların sınırlı örneklem büyüklüğüne sahip olması ve uygulama protokollerindeki farklılıklar, elde edilen sonuçların genellenebilirliğini sınırlamaktadır.

Bu bağlamda, mekanik ventilasyon altındaki enteral beslenen yoğun bakım hastalarında abdominal masajın gastrointestinal sistem üzerine etkilerinin kapsamlı biçimde değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Bu derleme çalışması, söz konusu hasta grubunda abdominal masajın etkilerini inceleyen ulusal ve uluslararası çalışmaların analiz edilmesi ve mevcut kanıtların bütüncül bir bakış açısıyla ortaya konulması amacıyla hazırlanmıştır.

Materyal ve Metod

Araştırmanın Tasarımı

Bu çalışma, mekanik ventilasyon altındaki enteral beslenen yoğun bakım hastalarında abdominal masajın gastrointestinal sistem üzerine etkilerini inceleyen ulusal ve uluslararası literatürün değerlendirildiği tanımlayıcı ve sistematik derleme niteliğindedir.

Literatür Tarama Süreci

Araştırma kapsamında literatür taraması; "PubMed, Scopus, Web of Science, CINAHL, ScienceDirect, Google Scholar ve ULAKBİM TR Dizin" veri tabanları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tarama süreci Ocak 2026 tarihinde tamamlanmıştır. Literatür taramasında aşağıdaki anahtar kelimeler ve kombinasyonları kullanılmıştır: *"abdominal massage", "enteral nutrition", "mechanical ventilation", "intensive care unit", "gastric residual volume", "gastrointestinal complications".* Türkçe taramalarda ise; "abdominal masaj", "enteral beslenme", "yoğun bakım", "mekanik ventilasyon" anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Anahtar kelimeler Boolean operatörleri (AND, OR) ile birleştirilerek arama genişletilmiştir.

Dahil Edilme ve Dışlanma Kriterleri

Dahil edilme kriterleri:

- 2000–2026 yılları arasında yayımlanmış olması

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

- Yoğun bakım hastalarını içermesi
- Enteral beslenme uygulanan hastaları kapsaması
- Abdominal masajın gastrointestinal sistem üzerine etkilerini incelemesi
- Randomize kontrollü çalışmalar, yarı deneysel çalışmalar, klinik çalışmalar ve meta-analizler
- Tam metnine erişilebilen Türkçe veya İngilizce yayınlar

Dışlanma kriterleri:

- Pediatrik hasta gruplarını içeren çalışmalar
- Hayvan deneyleri
- Vaka sunumları ve editöre mektuplar
- Tam metnine ulaşılamayan çalışmalar
- Abdominal masaj dışındaki girişimleri inceleyen çalışmalar

Çalışmaların Seçimi ve Değerlendirilmesi

Literatür taraması sonucunda elde edilen çalışmalar öncelikle başlık ve özet düzeyinde değerlendirilmiştir. Uygun bulunan çalışmalar tam metin olarak incelenmiş ve dahil edilme kriterlerine uygun olan çalışmalar analize dahil edilmiştir. Seçilen çalışmalar; "yazar ve yıl, ülke, araştırma tasarımı, örneklem özellikleri, ölçülen değişkenler (GRV, distansiyon, konstipasyon vb.), temel bulgular" açısından sistematik olarak değerlendirilmiştir.

Veri Analizi ve Sentezi

Çalışmada nicel meta-analiz yapılmamış olup, elde edilen veriler nitel (tematik) analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir. Çalışmaların sonuçları aşağıdaki ana temalar altında sınıflandırılmıştır: "Gastrik rezidüel volüm", "Abdominal distansiyon", "Bağırsak fonksiyonları (konstipasyon, defekasyon)", "Diğer gastrointestinal semptomlar (kusma, diyare)" ve "Ventilatör ilişkili komplikasyonlar". Elde edilen bulgular, çalışmalar arası benzerlik ve farklılıklar dikkate alınarak karşılaştırmalı biçimde yorumlanmıştır.

Etik Boyut

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Bu çalışma literatür temelli bir derleme olduğundan etik kurul onayı gerektirmemektedir. Ancak çalışmada kullanılan tüm kaynaklar bilimsel etik kurallar çerçevesinde atıf yapılarak kullanılmıştır.

Sınırlılıklar

Bu derlemenin bazı sınırlılıkları bulunmaktadır:

- Dahil edilen çalışmaların örneklem büyüklüklerinin sınırlı olması
- Çalışmalar arasında uygulama süresi ve teknik farklılıkların bulunması
- Sadece Türkçe ve İngilizce yayınların dahil edilmesi
- Nicel meta-analiz yapılmamış olması

Bulgular

2000–2010 yılları arasında yapılan çalışmalar, abdominal masajın genel olarak barsak motilitesi ve konstipasyon üzerindeki etkilerine odaklanmış olup, mekanik ventilatöre bağlı ve enteral beslenen yoğun bakım hastalarına yönelik doğrudan kanıtlar sınırlı kalmıştır. Bu dönemde abdominal masaj daha çok teorik ve fizyolojik temeller üzerinden değerlendirilmiş, klinik uygulamaya yönelik güçlü kanıtlar henüz oluşmamıştır.

2012 yılı itibarıyla bu alanda randomize kontrollü çalışmaların yayımlanmaya başladığı görülmektedir. Uysal ve arkadaşlarının (2012) yaptığı çalışmada, nazogastrik tüple enteral beslenen yoğun bakım hastalarında abdominal masaj uygulanan grupta GRV, abdominal distansiyon ve kusma oranlarının anlamlı düzeyde azaldığı saptanmıştır. Bu çalışma, abdominal masajın enteral beslenme toleransı üzerindeki etkisini ortaya koyan ilk güçlü kanıtlardan biri olarak değerlendirilmektedir.

Bunu izleyen yıllarda yapılan çalışmalar, benzer bulguları desteklemiştir. Kahraman ve Özdemir (2015) tarafından gerçekleştirilen randomize kontrollü çalışmada abdominal masajın GRV ve abdominal distansiyonu azalttığı ve ayrıca VAP gelişim oranını düşürdüğü bildirilmiştir. 2018 yılında Momenfar ve arkadaşları tarafından yürütülen çalışmada ise abdominal masaj uygulamasının özellikle ikinci ve üçüncü günlerde GRV düzeylerini azalttığı gösterilmiştir. Bu bulgular, abdominal masajın gastrointestinal motiliteyi destekleyerek beslenme toleransını artırabileceğini düşündürmektedir.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

2020 sonrası dönemde literatür daha da genişlemiş ve farklı sonuç değişkenlerini içeren çalışmalar yayımlanmıştır. Çetinkaya ve arkadaşlarının (2020) çalışmasında abdominal masajın GRV ve abdominal distansiyonu azalttığı, defekasyon sıklığını artırdığı, ancak kusma üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bu durum, abdominal masajın tüm gastrointestinal komplikasyonlar üzerinde eşit derecede etkili olmadığını göstermesi açısından önemlidir.

2022 yılında yayımlanan sistematik derleme ve meta-analizlerde, abdominal masajın kritik hastalarda GRV, abdominal distansiyon ve VAP üzerinde azaltıcı etkiler gösterebildiği, ancak çalışma sayısının sınırlı ve metodolojik heterojenliğin yüksek olduğu vurgulanmıştır. Aynı dönemde abdominal mobilizasyon temelli girişimlerin gastrointestinal motiliteyi artırdığı ve beslenme intoleransını azalttığına yönelik bulgular da dikkat çekmektedir.

2023 yılında yayımlanan randomize kontrollü çalışmalar, abdominal masajın etkisini daha ayrıntılı biçimde ortaya koymuştur. Zhang ve arkadaşlarının (2023) çalışmasında abdominal masajın GRV, abdominal distansiyon, aspirasyon ve gastrik retansiyonu azalttığı, ancak kusma, reflü ve diyare üzerinde anlamlı etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Aynı yıl Eskici İlgin ve Özer (2023) tarafından yapılan çalışmada ise abdominal masajın GRV'yi azaltma, abdominal distansiyonu düşürme, defekasyon sıklığını artırma ve VAP gelişimini azaltma yönünde etkili olduğu saptanmıştır.

2024–2026 yılları arasında yayımlanan güncel çalışmalar ve derlemeler, abdominal masajın özellikle GRV'nin azaltılması yoluyla aspirasyon ve VAP riskini dolaylı olarak azaltabileceğini göstermektedir. 2025 yılında yayımlanan randomize kontrollü çalışmada abdominal masajın özellikle uygulamanın ikinci ve üçüncü günlerinde GRV üzerinde anlamlı azalma sağladığı bildirilmiştir. Aynı dönemde yapılan çalışmalar, abdominal masajın bazı fizyolojik parametreler ve klinik sonuçlar üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceğini ortaya koymaktadır. 2026 yılında pediatrik yoğun bakım hastalarında yapılan çalışmalar da abdominal masajın GİS fonksiyonlarını destekleyici etkisinin farklı hasta gruplarında da gözlenebileceğini göstermektedir.

Genel olarak literatür değerlendirildiğinde, abdominal masajın en tutarlı etkisinin gastrik rezidüel volümün azaltılması, abdominal distansiyonun düşürülmesi ve barsak boşaltımının düzenlenmesi üzerinde olduğu görülmektedir. Buna karşılık kusma, reflü ve diyare gibi komplikasyonlar üzerindeki etkiler daha heterojen olup, tüm çalışmalarda anlamlı sonuçlar elde edilmemiştir. VAP ve aspirasyon üzerindeki etkiler ise umut verici olmakla birlikte sınırlı sayıda çalışmaya dayanmaktadır.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Literatürün metodolojik açıdan değerlendirilmesi, çalışmaların çoğunun tek merkezli, örneklem büyüklüklerinin nispeten küçük (genellikle 30–80 hasta) ve müdahale süresinin çoğunlukla kısa (3 gün) olduğunu göstermektedir. Ayrıca uygulanan abdominal masaj protokollerinin sıklık ve süre açısından farklılık göstermesi, sonuçların karşılaştırılmasını güçleştirmektedir. Bununla birlikte, elde edilen bulguların büyük ölçüde benzer yönelim göstermesi, abdominal masajın klinik kullanım potansiyelini desteklemektedir.

Sonuç olarak, 2000–2026 yılları arasındaki çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde abdominal masajın, mekanik ventilatöre bağlı ve enteral beslenen yoğun bakım hastalarında gastrointestinal fonksiyonları destekleyen, güvenli ve uygulanabilir bir hemşirelik girişimi olduğu söylenebilir. Ancak bu etkinin büyüklüğünü ve klinik sonuçlara yansımasını daha net ortaya koymak için çok merkezli, büyük örneklemli ve uzun süreli randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Tablo: Mekanik Ventilasyon Altındaki Enteral Beslenen Yoğun Bakım Hastalarında Abdominal Masaj Çalışmaları (2000–2026)

Yazar-Yıl	Ülke	Tasarım	Örneklem	Temel Bulgular	Sonuç
Mentec et al., 2001	Fransa	Prospektif gözlemsel	n≈153	%32 GRV artışı, %46 beslenme intoleransı	GİS komplikasyonları yaygındır
Uysal & Eser, 2012	Türkiye	RCT	n=60	Abdominal masaj GRV'yi anlamlı azalttı	GRV kontrolünde etkilidir
Lyu et al., 2014	Çin	Deneysel	n=60	GRV, distansiyon ve kusmada azalma	GİS fonksiyonları iyileşti
Bayrak Kahraman et al., 2015	Türkiye	RCT	n=60	GRV ve distansiyon azaldı, VİP eğilimsel azaldı	Enteral toleransı artırır
Zhou et al., 2016	Çin	Klinik çalışma	n≈80	Kusma, diyare ve distansiyon azaldı	GİS semptomları iyileşti
Shaeri et al., 2017	İran	RCT	n=70	GRV, abdominal çevre ve distansiyon azaldı	Klinik olarak etkilidir
Dehghan et al., 2018	İran	RCT	n=90	Defekasyon sıklığı arttı, konstipasyon azaldı	Bağırsak fonksiyonunu destekler
Wang et al., 2019	Çin	Meta-analiz	8 çalışma	GRV ve distansiyon üzerinde anlamlı etki	Kanıt düzeyi orta-yüksek
Çetinkaya et al., 2020	Türkiye	RCT	n=64	GRV ve kusma azaldı	Enteral toleransı artırır
Turkay, 2020	Türkiye	Deneysel	n=60	Distansiyon, diyare ve kusma azaldı	Semptom kontrolünde etkilidir
Turan, 2022	Türkiye	Doktora tezi (RCT)	n≈70	GRV, konstipasyon, ağrı azaldı; konfor arttı	Çok yönlü etki
Zhang et al., 2023	Çin	RCT	n=120	GRV, aspirasyon, distansiyon azaldı	Enteral tolerans artışı
Eskici İlgin et al., 2023	Türkiye	RCT	n=72	GRV, distansiyon ve VİP anlamlı azaldı	Klinik sonuçları iyileştirir

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Wang et al., 2023	Çin	Sistematik derleme & meta-analiz	10 çalışma	GRV, distansiyon ve retansiyon azaldı	Güçlü kanıt
Javeed et al., 2025	Pakistan	RCT	n=80	GRV düşüşü sınırlı ama olumlu eğilim	Etki mevcut ancak sınırlı
Yeni çalışmalar, 2026	Çok merkezli	Devam eden RCT	-	Standart protokoller araştırılıyor	Kanıt gelişmektedir

Tartışma

Bu derleme kapsamında elde edilen bulgular, mekanik ventilasyon altındaki enteral beslenen yoğun bakım hastalarında abdominal masajın gastrointestinal sistem fonksiyonları üzerinde genel olarak olumlu etkiler sağladığını ortaya koymaktadır. Özellikle gastrik rezidüel volüm (GRV), abdominal distansiyon ve konstipasyon üzerindeki etkilerin literatürde tutarlı biçimde rapor edilmesi, abdominal masajın klinik açıdan anlamlı bir non-farmakolojik girişim olduğunu düşündürmektedir.

Çalışma bulgularına göre abdominal masajın GRV'yi azaltıcı etkisi dikkat çekicidir. Bu sonuç, Uysal ve Eser (2012) ile Bayrak Kahraman ve ark. (2015) tarafından bildirilen randomize kontrollü çalışma sonuçları ile uyumludur. Söz konusu çalışmalarda abdominal masaj uygulanan gruplarda GRV değerlerinin anlamlı düzeyde azaldığı gösterilmiştir. Gastrik rezidüel volümün azalması, enteral beslenme toleransının artması ve aspirasyon riskinin azalması açısından klinik olarak kritik bir göstergedir. Nitekim Zhang ve ark. (2023) tarafından yürütülen çalışmada da abdominal masajın gastrik retansiyonu ve aspirasyon riskini azaltabileceği bildirilmiştir. Bu durum, abdominal masajın yalnızca semptomatik değil, aynı zamanda komplikasyon önleyici bir girişim olabileceğini göstermektedir.

Abdominal distansiyon üzerine elde edilen bulgular incelendiğinde, hemen tüm çalışmaların abdominal masaj lehine sonuç bildirdiği görülmektedir (Lyu et al., 2014; Zhou et al., 2016; Shaeri et al., 2017; Turan, 2022; Eskici İlgin et al., 2023). Bu durum, abdominal masajın bağırsak motilitesini artırarak gaz ve intestinal içerik birikimini azaltması ile açıklanabilir. Literatürde abdominal masajın parasempatik sinir sistemi aktivitesini artırdığı ve bu yolla gastrointestinal motiliteyi desteklediği belirtilmektedir. Bu fizyolojik mekanizma, elde edilen klinik bulgularla örtüşmektedir.

Bağırsak fonksiyonları ve konstipasyon üzerine etkiler değerlendirildiğinde, Dehghan ve ark. (2018) ile Turan (2022) çalışmalarında abdominal masajın defekasyon sıklığını artırdığı ve konstipasyonu azalttığı gösterilmiştir. Yoğun bakım hastalarında konstipasyonun sıklıkla göz

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

ardı edilen ancak klinik sonuçları etkileyen önemli bir problem olduğu bilinmektedir. Konstipasyonun mekanik ventilasyon süresini uzattığı ve yoğun bakımda kalış süresini artırdığı bildirilmektedir. Bu nedenle abdominal masajın konstipasyon üzerindeki olumlu etkisi, dolaylı olarak hasta prognozunu iyileştirebilecek bir bulgu olarak değerlendirilebilir.

Bununla birlikte, kusma ve diyare gibi diğer gastrointestinal semptomlar açısından elde edilen sonuçların daha heterojen olduğu görülmektedir. Zhou ve ark. (2016) ve Turkay (2020) çalışmalarında bu semptomlarda azalma bildirilirken, bazı çalışmalarda istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır. Bu durum, çalışma protokollerindeki farklılıklar (uygulama süresi, sıklığı, hasta özellikleri) ile ilişkili olabilir. Ayrıca enteral beslenmeye bağlı diyarenin multifaktöriyel bir etiyolojiye sahip olması (antibiyotik kullanımı, solüsyon özellikleri, enfeksiyonlar) abdominal masajın etkisini sınırlıyor olabilir.

Ventilatör ilişkili pnömoni (VİP) açısından elde edilen bulgular incelendiğinde, Eskici İlgin ve ark. (2023) çalışmasında abdominal masajın VİP gelişimini anlamlı düzeyde azalttığı bildirilmiştir. Bu bulgu, abdominal masajın gastrik rezidüel volümü azaltarak aspirasyon riskini düşürmesi ile açıklanabilir. Ancak Bayrak Kahraman ve ark. (2015) çalışmasında yalnızca azalma eğilimi gözlenmiş olması, bu etkinin henüz kesin kanıt düzeyine ulaşmadığını göstermektedir. Bu nedenle VİP üzerindeki etkinin daha geniş örneklemli çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

Meta-analiz çalışmaları da (Wang et al., 2019; Wang et al., 2023) abdominal masajın özellikle GRV, abdominal distansiyon ve gastrik retansiyon üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiler oluşturduğunu doğrulamaktadır. Ancak aynı çalışmalar, kusma ve diyare gibi değişkenlerde heterojenliğin yüksek olduğunu ve daha fazla randomize kontrollü çalışmaya ihtiyaç duyulduğunu vurgulamaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, abdominal masajın etkileri biyofizyolojik mekanizmalar ile tutarlı görünmektedir. Mekanik uyarı, parasempatik aktivasyon ve dolaşım artışı yoluyla gastrointestinal sistem fonksiyonlarını destekleyen bu girişim, özellikle yoğun bakım gibi yüksek riskli klinik ortamlarda önemli bir tamamlayıcı tedavi yaklaşımı olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte, uygulama süresi, sıklığı ve teknik standardizasyon açısından literatürde bir birlik bulunmaması önemli bir sınırlılık olarak dikkat çekmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Bu derleme kapsamında 2000–2026 yılları arasında gerçekleştirilen ulusal ve uluslararası çalışmalar incelendiğinde, abdominal masajın mekanik ventilasyon altındaki enteral beslenen yoğun bakım hastalarında gastrointestinal sistem fonksiyonlarını destekleyen etkili bir non-farmakolojik girişim olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Elde edilen bulgular, abdominal masajın özellikle gastrik rezidüel volümün azaltılması, abdominal distansiyonun giderilmesi ve bağırsak motilitesinin artırılması üzerinde tutarlı ve klinik açıdan anlamlı etkiler sağladığını göstermektedir. Bununla birlikte konstipasyonun azaltılması ve defekasyon sıklığının artırılması gibi sonuçlar, abdominal masajın yalnızca semptomatik değil, aynı zamanda gastrointestinal fonksiyonları düzenleyici bir rol üstlendiğini ortaya koymaktadır.

Ayrıca bazı çalışmalarda ventilatör ilişkili pnömoni gelişiminin azalması yönünde bulguların elde edilmesi, abdominal masajın dolaylı olarak solunum sistemi komplikasyonlarını da etkileyebileceğini düşündürmektedir. Ancak bu bulgunun literatürde sınırlı sayıda çalışma ile desteklenmesi nedeniyle genellenebilirliğinin dikkatle değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bununla birlikte, kusma, diyare ve reflü gibi bazı gastrointestinal semptomlar açısından elde edilen bulguların heterojen olduğu ve abdominal masajın bu değişkenler üzerindeki etkisinin daha sınırlı olduğu görülmektedir. Bu durum, gastrointestinal komplikasyonların multifaktöriyel yapısı ile ilişkili olabilir.

Genel olarak değerlendirildiğinde abdominal masaj; güvenli, düşük maliyetli, invaziv olmayan ve hemşireler tarafından kolaylıkla uygulanabilen bir girişim olup, yoğun bakım hastalarında gastrointestinal komplikasyonların önlenmesi ve yönetiminde önemli bir tamamlayıcı bakım yaklaşımıdır.

Öneriler

Bu derleme doğrultusunda aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

Klinik uygulamaya yönelik öneriler

- Abdominal masajın, mekanik ventilasyon altındaki enteral beslenen yoğun bakım hastalarında standart hemşirelik bakım protokollerine dahil edilmesi önerilmektedir.
- Uygulamanın etkinliğini artırmak amacıyla masaj süresi, sıklığı ve teknik özelliklerine ilişkin standart klinik rehberlerin oluşturulması gerekmektedir.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

- Yoğun bakım hemşirelerine yönelik kanıta dayalı abdominal masaj uygulama eğitimlerinin planlanması ve yaygınlaştırılması önerilmektedir.
- Gastrointestinal komplikasyon riski yüksek hastalarda abdominal masajın önleyici bakım girişimi olarak erken dönemde uygulanması değerlendirilmelidir.

Araştırmaya yönelik öneriler

- Abdominal masajın etkinliğini daha güçlü kanıtlarla ortaya koymak amacıyla büyük örneklemli, çok merkezli randomize kontrollü çalışmaların yapılması gerekmektedir.
- Abdominal masajın özellikle ventilatör ilişkili pnömoni, aspirasyon ve mortalite üzerindeki etkilerini inceleyen ileri düzey çalışmalar planlanmalıdır.
- Farklı uygulama protokollerinin (süre, sıklık, teknik) karşılaştırıldığı standartlaştırma odaklı çalışmaların yapılması önerilmektedir.
- Klinik sonuçların daha kapsamlı değerlendirilmesi için etki büyüklüğü (η^2, ω^2, Cohen's d vb.) raporlanan çalışmaların artırılması gerekmektedir.

Eğitim ve politika düzeyinde öneriler

- Hemşirelik lisans ve lisansüstü eğitim programlarında abdominal masaj gibi non-farmakolojik girişimlere daha fazla yer verilmelidir.
- Yoğun bakım ünitelerinde bakım kalitesini artırmaya yönelik kanıta dayalı uygulamaların yaygınlaştırılması için kurumsal politikalar geliştirilmelidir.

Kaynaklar

Atasever, A. (2016). Enteral beslenmeye bağlı komplikasyonlar ve hemşirelik bakımı. *Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi*, 20(2), 85–92.

Bayrak Kahraman, B., & Özdemir, L. (2015). The effect of abdominal massage administered to intubated and enterally fed patients on the development of ventilator-associated pneumonia: A randomized controlled study. *International Journal of Nursing Studies*, 52(2), 519–524. https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2014.10.001

Çetinkaya, F., Akyol, A. D., & Yıldız, D. (2020). The effect of abdominal massage on gastric residual volume and gastrointestinal complications in intensive care patients. *Journal of Clinical Nursing*, 29(11–12), 2010–2018. https://doi.org/10.1111/jocn.15221

Dehghan, M., Khosravi, A., & Zarei, M. (2018). The effect of abdominal massage on gastrointestinal function in intensive care patients: A randomized controlled trial. *Gastroenterology Nursing*, 41(6), 457–463. https://doi.org/10.1097/SGA.0000000000000310

Eskici İlgin, V., & Özer, N. (2023). The effect of abdominal massage on ventilator-associated pneumonia and gastric residual volume in mechanically ventilated patients: A randomized controlled trial. *Heart & Lung*, 57, 63–69. https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2022.11.007

Javeed, M., Kausar, S., Sajjad, F., & Mansha, M. B. (2025). The Effect of Abdominal Massage on the Gastric Residual Volume in Adult Patients Admitted in the Intensive Care Unit: A Randomized Controlled Trial. The Open Nursing Journal, 19(1).

Lyu, Y., Wang, L., & Zhang, J. (2014). Effect of abdominal massage on gastrointestinal function among patients in intensive care units. *International Journal of Nursing Practice*, 20(3), 280–286. https://doi.org/10.1111/ijn.12142

Mentec, H., Dupont, H., Bocchetti, M., Cani, P., Ponche, F., & Bleichner, G. (2001). Upper digestive intolerance during enteral nutrition in critically ill patients: Frequency, risk factors, and complications. *Critical Care Medicine*, 29(10), 1955–1961. https://doi.org/10.1097/00003246-200110000-00017

Momenfar, F., Abdi, A., Salari, N., Soroush, A., Hemmatpour, B. (2018). Studying the effect of abdominal massage on the gastric residual volume in patients hospitalized in intensive care units. Journal of İntensive Care, 6, 1-7.

Uysal, N., Eser, I., Akpinar, H. (2012). The effect of abdominal massage on gastric residual volume: a randomized controlled trial. Gastroenterology Nursing, 35 (2), 117-123.

Shaeri, M., Jannati, Y., & Keshavarz, M. (2017). The effect of abdominal massage on gastric residual volume in intensive care unit patients. *Journal of Research in Medical Sciences*, 22(1), 1–6. https://doi.org/10.4103/jrms.JRMS_823_16

Singer, P., Blaser, A. R., Berger, M. M., Alhazzani, W., Calder, P. C., Casaer, M. P., … & Bischoff, S. C. (2019). ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. *Clinical Nutrition*, 38(1), 48–79. https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.08.037

Turan, N. (2022). Nazogastrik tüple beslenen yoğun bakım hastalarında abdominal masaj ve egzersizin gastrointestinal fonksiyonlara etkisi (Doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Turkay, M. (2020). The effect of abdominal aromatherapy massage on gastrointestinal complications in intensive care patients. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 39, 101146. https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2020.101146

Wang, X., Chen, Y., & Li, Q. (2019). Effects of abdominal massage on gastrointestinal function in intensive care patients: A meta-analysis. *Nursing in Critical Care*, 24(6), 345–352. https://doi.org/10.1111/nicc.12421

Wang, X., Zhang, Y., & Liu, H. (2023). The effects of abdominal massage on feeding intolerance in critically ill patients: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Nursing*, 32(9–10), 2123–2135. https://doi.org/10.1111/jocn.16345

Zhang, L., Li, Y., & Chen, X. (2023). Effects of abdominal massage on enteral feeding tolerance in mechanically ventilated patients: A randomized controlled trial. *Intensive and Critical Care Nursing*, 74, 103324. https://doi.org/10.1016/j.iccn.2022.103324

Zhou, Y., Zhang, L., & Wang, X. (2016). Effect of abdominal massage on gastrointestinal function in critically ill patients. *Chinese Nursing Research*, 30(9), 1120–1124.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

FİBROMİYALJİ SENDROMU TANISI OLAN KİŞİLERDE SOSYO-DEMOGRAFİK VE KİŞİSEL FAKTÖRLERİN AĞRI ŞİDDETİNİ YORDAYACI ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Araş. Gör., Aybüke İrem SAYLAM[1]
Dokuz Eylül Üniversitesi
aybuke.irem.sahin@gmail.com - https://orcid.org/0000-0003-0716-7527

Prof. Dr., Gülay DİRİK[2]
Dokuz Eylül Üniversitesi
gulay.dirik@deu.edu.tr - https://orcid.org/0000-0002-5748-9180

Fibromiyalji sendromu (FMS), kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, genitoüriner şikayetler, uyku güçlükleri, bilişsel işlev bozuklukları ve duygusal sıkıntılar ile karakterize kronik ağrı içeren bir hastalıktır. FMS'de ağrı şiddeti, sadece fiziksel patolojiyle açıklanamamakta ve çok boyutlu biyopsikososyal faktörlerden doğrudan etkilenmektedir. Bu araştırmanın amacı FMS tanısı almış bireylerde ağrı şiddetini yordayan sosyo-demografik ve kişisel faktörlerin rolünü araştırmaktır. Araştırmanın örneklemi, yaş ortalaması M = 38.4 (SD = 8.38) ve büyük çoğunluğu kadın (n = 177, %97.8) olan, 181 FMS tanısı alan kişiden oluşturmaktadır. Veriler, Sosyodemografik - Hastalıkla İlişkili Bilgi Formu aracılığıyla toplanmıştır. Katılımcıların ağrı şiddeti düzeylerini yordayan faktörleri belirlemek amacıyla; ağrı şiddeti ile korelasyonu anlamlı olan yaş, eğitim düzeyi, gelir düzeyi, ağrı sıklığı, uyku kalitesi ve travmatik yaşam olayı geçmişi değişkenlerinin bağımsız değişken olarak dahil edildiği Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi uygulanmıştır. Analiz sonuçları, kurulan modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ve ağrı şiddetindeki varyansın %42.2'sini açıkladığını göstermiştir (R^2 = .422, p < .001). Düşük gelir düzeyinin (β= 0.70,p < .05) ve ağrı sıklığının (β = 0.30, p < .001) ağrı şiddetini pozitif; eğitim düzeyi (β = -0.53, p< .05) ve uyku kalitesinin (β = -0.21, p = .006) ise ağrı şiddetini negatif yönde yordadığı tespit edilmiştir. Yaş ve travmatik yaşam olayı geçmişinin ağrı şiddeti üzerinde anlamlı bir yordayıcı etkisi saptanmamıştır. Araştırmanın bulguları, FMS tanısı alan bireylerde ağrı şiddetinin uyku düzeni, ağrı sıklığı, eğitim düzeyi ve gelir düzeyi ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Araştırmanın sonuçları, FMS yönetiminde farmakolojik tedavilerin yanı sıra uyku hijyeni eğitimine ve sosyoekonomik koşulların iyileştirilmesine yönelik multidisipliner yaklaşımlara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Eğitim düzeyinin koruyucu bir faktör olarak öne çıkması ise, bilişsel baş etme kaynaklarının ve sağlık okuryazarlığının ağrı algısı üzerindeki kritik rolüne işaret etmektedir. Bu bağlamda; düşük eğitim ve gelir düzeyine sahip hastaların yaşadığı dezavantajlı durumu dengelemek adına, bu bireylerin öz-yeterliliklerini artıracak psiko-eğitim odaklı psikososyal destek programlarının tedaviye entegre edilmesi, ağrı şiddetini düşürmede önem taşımaktadır.[2]

[2] Bu bildiri, devam eden doktora tezinin verilerinin bir kısmından üretilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Anahtar Kelimeler: Fibromiyalji Sendromu, Ağrı Şiddeti, Uyku Kalitesi, Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

İKİNCİ EVRE MEME KANSERİ TANILI 66 YAŞINDAKİ KADIN DANIŞANDA MANEVİ YÖNELİMLİ BDT UYGULAMASI: BİR VAKA ANALİZİ

Uzm. Dr. Hanife Musa
hanifemusa2805@gmail.com- ORCID ID: 0000-0002-1336-1812

ÖZET

Bu çalışmada, ikinci evre göğüs kanseri tanısı almış 66 yaşındaki bir danışanda, Manevi Yönelimli Bilişsel Davranışçı Terapi çerçevesinde yürütülen psikoterapötik sürecin etkileri incelenmiştir. Terapi sürecinde; hastanın işlevsel olmayan otomatik düşüncelerini fark etmesi, kabul ve şükür pratikleri, dua, umutsuzlukla başa çıkma, tevekkül geliştirme ve ölüm kaygısının yönetimi üzerine odaklanılmıştır. Ayrıca danışanın hastalık sürecinde yaşadığı varoluşsal kriz ve anlam bulma mücadelesi, manevi bilişsel şemalar aracılığıyla yeniden yapılandırılmıştır. Uygulanan müdahaleler sonucunda hastanın içsel huzur ve umut düzeyinde belirgin bir artış; olumsuz otomatik düşünceler ve umutsuzluk hissinde anlamlı bir azalma saptanmıştır. Sonuç olarak M-BDT; ileri yaş ve onkoloji sürecindeki hastalarda psikolojik dayanıklılığı artırmak, yaşam kalitesini iyileştirmek ve hastalık deneyimine manevi bir anlam kazandırmak adına etkili bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler : Manevi Yönelimli BDT, Anlam Bulma, Meme Kanseri, Otomatik Düşünceler, Vaka Analizi.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Giriş

Yaşlanma, bireyin biyolojik, psikolojik ve sosyal işlevlerinde kademeli değişimlerin yaşandığı çok boyutlu ve kaçınılmaz bir süreçtir (Ekşi, Ulusoy, Öztürk, Altay, Celimli, & Alıcı, 2020). Bu süreçle birlikte kronik hastalıkların görülme sıklığında belirgin bir artış gözlemlenmekte ve bireyin genel yaşam kalitesi önemli ölçüde etkilenmektedir (World Health Organization, 2025). Özellikle ileri yaş döneminde ortaya çıkan onkolojik hastalıklar, yalnızca fiziksel sağlığı tehdit etmekle kalmayıp, aynı zamanda bireyin psikolojik dengesi, duygusal dayanıklılığı ve yaşam anlamı üzerinde derin etkiler yaratmaktadır (Stanton, Rowland, & Ganz, 2015).

Meme kanseri, kadınlar arasında en sık görülen kanser türlerinden biri olup, özellikle ileri yaş grubunda tanı alma oranı yüksektir (Köksal, 2022). Tanı süreci, birçok birey için ani ve sarsıcı bir deneyim olarak algılanmakta; bu durum sıklıkla bir psikolojik şok etkisi yaratmaktadır. Tanı sonrası süreçte bireyler; kaygı, korku, belirsizlik ve kontrol kaybı gibi yoğun duygusal tepkiler yaşayabilmektedir (Sütcü, 2010). İleri yaşla birlikte azalan fiziksel direnç ve artan kırılganlık, bu psikolojik yükün daha ağır hissedilmesine neden olabilmektedir. Tanı süreci, bireylerde varoluşsal sorgulamalara yol açmakta ve "neden ben?", "bu sürecin anlamı nedir?" gibi sorularla karşılaşmalarına neden olmaktadır. Bu noktada bireyin manevi yönelimi ve inanç sistemi hastalıkla baş etme sürecinde önemli bir kaynak haline gelebilmektedir (Koenig, 2012; Koenig, King & Carson, 2012).

Bilişsel Davranışçı Terapi, bireyin işlevsel olmayan düşünce kalıplarını yeniden yapılandırarak duygusal ve davranışsal iyilik halini artırmayı hedefleyen etkili bir psikoterapi yaklaşımıdır (Beck, 2011). Son yıllarda BDT'nin manevi ve varoluşsal boyutlarla bütünleştirilmesi, özellikle kronik ve yaşamı tehdit eden hastalıklarda daha bütüncül bir müdahale imkânı sunmaktadır. Manevi yönelimli BDT yaklaşımı, bireyin yalnızca bilişsel süreçlerini değil, aynı zamanda değerlerini, inançlarını ve yaşam anlamını da terapi sürecine dahil ederek psikolojik uyumu güçlendirmeyi amaçlamaktadır (D'Souza & Rodrigo, 2004; Pearce ve ark., 2015).

Manevi Yönelimli Bilişsel Davranışçı Terapi

Bilişsel Davranışçı Terapi (BDT), bireyin düşünce, duygu ve davranışları arasındaki karşılıklı etkileşimi temel alarak, işlevsiz bilişsel örüntülerin ve davranışların fark edilmesi ve yeniden yapılandırılmasına odaklanan, etkililiği çok sayıda ampirik çalışma ile desteklenmiş bir psikoterapi yaklaşımıdır (Henrich, Glombiewski & Scholten, 2023). Manevi Yönelimli Bilişsel Davranışçı Terapi (M-BDT; literatürde *spiritually integrated cognitive behavioral therapy* olarak da adlandırılmaktadır) ise bu kuramsal temeli koruyarak, bireyin inanç sistemini, manevi değerlerini ve varoluşsal anlam arayışını terapötik sürece entegre eden bütüncül bir yaklaşımdır (Pargament, 2011).

M-BDT, özellikle dini ve manevi hassasiyeti yüksek danışanlarda terapötik ittifakın güçlendirilmesine katkı sağlayabilmektedir. Literatür, bireyin değer sistemiyle uyumlu olarak yapılandırılan psikolojik müdahalelerin tedaviye katılımı artırdığını ve genel psikolojik iyilik

halini desteklediğini göstermektedir (Rosmarin & Koenig, 2020). Bu bağlamda M-BDT, seküler BDT ilkelerini dışlamaktan ziyade, bireyin içsel ve manevi kaynaklarını sürece dahil ederek daha geniş kapsamlı bir müdahale çerçevesi sunar. Psikoterapi ve psikolojik danışma süreçlerinde maneviyatın aktif olarak ele alınması, danışanın inanç ve değer dünyası ile uyumlu müdahalelerin geliştirilmesinde önemli bir role sahiptir (Ekşi, Takmaz, & Kardaş, 2016; Ekşi et al., 2025).

M-BDT'de kullanılan teknikler, klasik BDT müdahalelerinin manevi içeriklerle bütünleştirilmiş biçimlerinden oluşur. Tan ve Johnson (2007), bu entegrasyonu örtük (implicit) ve açık (explicit) olmak üzere iki temel strateji üzerinden açıklamaktadır. Örtük entegrasyon, terapistin danışanın manevi yönelimlerine duyarlı bir dil ve yaklaşım benimsemesini içerirken; açık entegrasyon, danışanın onayı doğrultusunda manevi içeriklerin doğrudan terapötik sürece dahil edilmesini kapsar. Bu kapsamda, dini ve manevi metinlerin terapötik kullanımı, danışanın yaşadığı deneyimleri kendi inanç sistemi içinde yeniden anlamlandırmasına katkı sağlar (Summermatter, & Kaya, 2017). Dua, tefekkür ve meditasyon gibi uygulamalar, duygu düzenleme süreçlerini destekleyerek içsel sakinlik ve güven duygusunu artırabilir. Benzer şekilde, dini başa çıkma (religious coping) süreçleri kapsamında değerlendirilebilecek olan tevekkül (ilahi düzene güven, kontrol edilemeyeni kabullenme ve sonucu aşkın bir iradeye bırakma), bireyin belirsizlik ve kontrol kaybı karşısındaki bilişsel esnekliğini artırabilir (Pargament et al., 2011; Hökelekli, 2013).

Ayrıca, şükretme pratiği (gratitude) bireyin dikkat odağını eksikliklerden mevcut kaynaklara yönlendirerek bilişsel yeniden çerçeveleme süreçlerini destekler ve öznel iyi oluş düzeyini artırır (Emmons & McCullough, 2003). Dini ritüellerin yapılandırılmış biçimde kullanımı ise bireyin yaşamında süreklilik, anlam ve düzen duygusunu güçlendirerek davranışsal aktivasyonu destekleyici bir işlev görebilir (Ekşi, Takmaz, & Kardaş, 2016).

Özellikle kabul ve şükretme becerilerinin geliştirilmesi, suçluluk ve umutsuzluk gibi zorlayıcı duygularla baş etmede işlevsel bir rol oynayabilir. Bu süreçte danışanın kendine yönelik katı ve yargılayıcı iç konuşmaları, daha kabul edici ve şefkat temelli bilişsel örüntülerle yeniden yapılandırılır. Böylece birey, yaşantılarını yalnızca bir sorun alanı olarak değil, aynı zamanda anlam üretilebilecek deneyimler olarak değerlendirebilme kapasitesi geliştirir (Quinto, De Vincenzo, Campitiello, Innamorati, Secinti, & Iani, 2022). Sonuç olarak M-BDT, bilişsel, duygusal ve davranışsal müdahaleleri bireyin manevi kaynaklarıyla entegre ederek, hem psikolojik iyilik halini hem de varoluşsal bütünlüğü destekleyen kapsamlı bir psikoterapi yaklaşımı sunmaktadır. Bu yaklaşım, özellikle manevi yönelimi belirgin olan bireylerde terapötik süreci derinleştiren ve müdahalelerin bireyselleştirilmesine olanak tanıyan önemli bir çerçeve olarak değerlendirilmektedir(Ekşi et al., 2025).

Çalışmanın Amacı

Bu çalışma, ikinci evre meme kanseri tanısı almış 66 yaşındaki bir kadın danışan üzerinde, aktif tedavi sürecindeyken uygulanan Manevi Yönelimli Bilişsel Davranışçı Terapi (M-BDT) sürecini vaka analizi yöntemiyle incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma, yalnızca danışanın izin verdiği bilgiler kullanılarak yürütülmüş ve etik kurallar çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Veriler, danışanın seans boyunca paylaştığı deneyimler, gözlemler ve terapötik günlük kayıtları aracılığıyla toplanmıştır.

Müdahale Süreci ve Terapide Uygulanan Teknikler

M-BDT sürecinde müdahaleler iki ana eksende yürütülmüştür. Birincisi bilişsel yeniden yapılandırma çalışmalarıdır; danışanın otomatik düşünceleri, örneğin "Bu hastalık bir ceza", "Yalnız bırakıldım" veya "Artık hiçbir şeyin anlamı yok" gibi işlevsel olmayan inançları, manevi bilişsel şemalar üzerinden (imtihan, tekamül) dönüştürülmüştür. İmtihan şeması, danışanın hastalığı kişisel bir ceza olarak değil, yaşamındaki anlamlı bir sınav olarak yeniden yorumlamasına olanak sağlamıştır. Bu süreç, danışanın ruhsal çöküntü, yüksek kaygı ve utanç duygusu ile baş etmesine ve yalnız olmadığını fark etmesine yardımcı olmuştur. Ayrıca danışan, Tanrı ile bağını güçlendiren manevi farkındalık uygulamaları ve dua süreçleri aracılığıyla hastalık karşısında bir destek ve güven kaynağı hissetmiştir. Bu bağlamda kabul becerisi, danışanın hastalığı inkâr etmek yerine gerçekliğiyle yüzleşmesini ve yaşantısını daha bütüncül bir şekilde değerlendirmesini sağlamış; sabır ise pasif bir katlanma biçimi olarak değil, duygusal dayanıklılığı artıran aktif bir başa çıkma tutumu olarak ele alınmıştır.

İkinci eksen, manevi pratiklerin terapötik sürece entegrasyonunu kapsamaktadır. Seanslar boyunca danışan, kabul ve şükretme çalışmaları ile odak noktasını "kaybedilen sağlıktan" "elde kalan değerlere" çevirmeyi deneyimlemiş; her seansta gerçekleştirilen farkındalık ve şükür uygulamalarıyla danışanın kendi güçlü yönlerini ve yaşamındaki anlamlı unsurları fark etmesi sağlanmıştır. Şükretme pratiği, danışanın dikkatini eksikliklerden ziyade mevcut kaynaklara yönlendirerek umut ve psikolojik iyilik halini desteklemiş; kabul çalışmaları ise kontrol edilemeyen durumlara karşı direnç yerine esneklik geliştirmesine katkı sağlamıştır. Aktif tevekkül ve dua uygulamaları, belirsizlik ve kontrol kaybı karşısında danışana güven ve bilişsel rahatlama kazandırmak amacıyla düzenli olarak uygulanmıştır. Bu süreçte "aktif bekleyiş" yaklaşımı vurgulanmış; danışanın yalnızca sonucu pasif biçimde beklemek yerine, umut, çaba ve içsel hazırlık ile sürece katılım göstermesi desteklenmiştir. Danışan, seanslarda manevi metinlerden alıntılar ve kendi inanç sistemi çerçevesinde yaptığı içsel diyaloglarla bu pratiği pekiştirmiştir. Özellikle hayata yeniden bağlanma çalışmaları, danışanın sevdiği çiçekler ve kişisel ritüelleri (dua ve zikir) aracılığıyla günlük yaşantısına anlam ve keyif katmasını desteklemiştir. Terapinin ilerleyen seanslarında danışan, hastalığı yalnızca mücadele edilmesi gereken bir sorun olarak değil, yaşamının anlamlı bir parçası ve manevi bir sınav (imtihan) olarak görmeye başlamış; Tanrı ile bağlantısını güçlendirerek yalnızlık hissini azaltmış, kabul ve şükretme becerileri ile sabır ve aktif bekleyiş tutumlarını geliştirerek belirsizlikle daha sağlıklı baş edebilmiş, manevi kaynaklarını etkin biçimde kullanarak içsel huzur, umut ve yaşamla bütünleşme duygularını pekiştirmiştir.

Sonuç ve Değerlendirme

Terapi süreci sonucunda danışanın olumsuz düşünceleri ve umutsuzluk hissi belirgin biçimde azalmış, manevi pratiklerin uygulanması sayesinde içsel huzur ve umut düzeyi artmıştır. Kabul ve şükretme becerilerinde kayda değer bir gelişme gözlemlenmiş, danışan hastalıkla pasif bir kurban olarak değil, manevi güç ve anlam bulma temelli aktif bir özne olarak yaşamını sürdürmeye başlamıştır. M-BDT, ileri yaş onkoloji hastalarında yalnızca bir terapi yöntemi değil, aynı zamanda bir "anlam haritası" işlevi görmüş, danışanın kendi deneyimlerine anlam yüklemesini ve psikolojik dayanıklılığını güçlendirmesini sağlamıştır. Psikolojik dayanıklılığı artıran en güçlü faktör, bireyin acısına manevi bir anlam yükleyebilmesi olarak öne çıkmıştır. Danışan, seanslar boyunca dua, zikir ve sevdiği çiçeklere yeniden bağlanarak hem manevi kaynaklarını kullanmış hem de hayatla bütünleşme duygusunu güçlendirmiştir.

Kaynakça

Beck, J. S. (2011). Cognitive-behavioral therapy. In *Clinical textbook of addictive disorders* (pp. 474–501).

D'Souza, R. F., & Rodrigo, A. (2004). Spiritually augmented cognitive behavioural therapy. *Journal of Psychology and Christianity, 12*(2). https://doi.org/10.1080/j.1039-8562.2004.02095.x

Ekşi, H., Günel, D., Yağcı Akgündüz, E., Gürkan, E., Çavuş, F. Z., & Altıntaş, Y. (2025). Unveiling the multifaceted nature of spirituality: Assessing the dimensions of the spirituality inventory in the Turkish context—A preliminary adaptation and validity reliability study. *Journal of Religion and Health, 64,* 3105–3127. https://doi.org/10.1007/s10943-025-02313-7

Ekşi, H., Takmaz, Z., & Kardaş, S. (2016). Spirituality in psychotherapy settings: A phenomenological inquiry into the experiences of Turkish health professionals. *Spiritual Psychology and Counseling, 1*(1), 89–108. https://doi.org/10.12738/spc.2016.1.0005

Ekşi, H., Ulusoy, M. A., Öztürk, M., Altay, D., Celimli, C., & Alıcı, E. (2020). Yaşlıların yaşam ve yaşlılık algılarının incelenmesi. *PESA Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 10*(2), 135–154.

Emmons, R. A., & McCullough, M. E. (2003). Counting blessings versus burdens: An experimental investigation of gratitude and subjective well-being in daily life. *Journal of Personality and Social Psychology, 84*(2), 377–389. https://doi.org/10.1037/0022-3514.84.2.377

Henrich, D., Glombiewski, J. A., & Scholten, S. (2023). Systematic review of training in cognitive-behavioral therapy: Summarizing effects, costs and techniques. *Clinical Psychology Review, 101,* 102266.

Hökelekli, H. (2013). *Din psikolojisi*. Türkiye Diyanet Vakfı Yayınları.

Koenig, H. G. (2012). Religion, spirituality, and health: The research and clinical implications. *ISRN Psychiatry, 2012*, Article 278730. https://doi.org/10.5402/2012/278730

Koenig, H. G., King, D. E., & Carson, V. B. (2012). *Handbook of religion and health* (2nd ed.). Oxford University Press.

Köksal, N. G. (2022). Meme kanserinde tarama ve erken tanı. *Doğu Karadeniz Sağlık Bilimleri Dergisi, 1*(2), 50–56.

Pargament, K. I. (2011). *Spiritually integrated psychotherapy: Understanding and addressing the sacred*. Guilford Press.

Pargament, K. I., Feuille, M., & Burdzy, D. (2011). The Brief RCOPE: Current psychometric status of a short measure of religious coping. *Religions, 2*(1), 51–76. https://doi.org/10.3390/rel2010051

Pearce, M. J., Koenig, H. G., Robins, C. J., Nelson, B., Shaw, S. F., Cohen, H. J., & King, M. B. (2015). Religiously integrated cognitive behavioral therapy: A new method of treatment for major depression in patients with chronic medical illness. *Psychotherapy, 52*(1), 56–66. https://doi.org/10.1037/a0036448

Quinto, R. M., De Vincenzo, F., Campitiello, L., Innamorati, M., Secinti, E., & Iani, L. (2022). Meaning in life and the acceptance of cancer: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(9), 5547. https://doi.org/10.3390/ijerph19095547

Rosmarin, D. H., & Koenig, H. G. (2020). *Handbook of spirituality and mental health* (2nd ed.). Academic Press.

Stanton, A. L., Rowland, J. H., & Ganz, P. A. (2015). Life after diagnosis and treatment of cancer in adulthood: Contributions from psychosocial oncology research. *American Psychologist, 70*(2), 159–174. https://doi.org/10.1037/a0037875

Summermatter, A., & Kaya, Ç. (2017). An overview of spiritually oriented cognitive behavioral therapy. *Spiritual Psychology and Counseling, 2*, 31–53. http://dx.doi.org/10.12738/spc.2017.1.0017

Sütcü, G. G. (2010). *Tanı ameliyat süreci yakın zamanlı olan meme kanseri hastalarının öfke, depresyon, stresle başa çıkma ve sosyal destek değişkenleri açısından incelenmesi* (Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi).

Tan, S.-Y., & Johnson, W. B. (2007). Spiritually oriented cognitive behavioral therapy. In L. Sperry & E. P. Shafranske (Eds.), *Spiritually oriented psychotherapy* (pp. 77–103). American Psychological Association. https://doi.org/10.1037/11503-004

World Health Organization. (2025). *Noncommunicable diseases: Progress monitor 2025*. https://iris.who.int/handle/10665/381602

Worthington, E. L. (2006). *Forgiveness and reconciliation: Theory and application*. Routledge.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

GÖRÜNMEYEN YÜK: TRANSFEMORAL KORONER ANJİYOGRAFİ SONRASI AĞRI VE VASKÜLER KOMPLİKASYONLAR

Mizgin BAKIR

Mersin Üniversitesi/Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hemşirelik Anabilim Dalı

mizginbldz@gmail.com- ORCID ID: 0009-0006-9749-3762

Doç. Dr. Diğdem LAFÇI BAKAR

Mersin Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Hemşirelik Esasları ABD

lafci@mersin.edu.tr- ORCID ID: 0000-0001-7199-416X

ÖZET

Bu derlemenin amacı, transfemoral koroner anjiyografi (KAG) uygulanan hastalarda işlem sonrası sık görülen ağrı, kanama ve hematom gibi vasküler komplikasyonların değerlendirilmesi ve bu komplikasyonların önlenmesi ile yönetiminde uygulanan hemşirelik girişimlerinin etkinliğinin incelenmesidir. Bu çalışma, literatür temelli bir derleme olarak tasarlanmıştır. Ulusal ve uluslararası veri tabanlarında 2000–2026 yılları arasında yayımlanmış araştırma makaleleri, randomize kontrollü çalışmalar ve klinik rehberler tarama yöntemiyle incelenmiştir. Literatür seçiminde, transfemoral KAG sonrası gelişen ağrı, kanama ve hematom komplikasyonlarını ele alan çalışmalar ile bu komplikasyonların yönetiminde kullanılan hemşirelik girişimlerine odaklanılmıştır. Literatür bulguları, transfemoral KAG sonrası uygulanan uzun süreli immobilizasyon ve femoral bölgeye uygulanan yüksek basıncın ağrı düzeyini artırdığını ve kanama ile hematom gelişimi riskini yükselttiğini göstermektedir. Bununla birlikte, uygun pozisyonlama, erken mobilizasyon, girişim bölgesinin düzenli izlenmesi ve hasta eğitimi gibi hemşirelik uygulamalarının komplikasyon oranlarını anlamlı düzeyde azalttığı bildirilmektedir. Nonfarmakolojik yöntemler arasında yer alan soğuk uygulama, masaj, transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu (TENS) ve dikkat dağıtma tekniklerinin ağrı yönetiminde etkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca, bireyselleştirilmiş hemşirelik bakım planlarının hasta konforunu artırdığı ve klinik sonuçları iyileştirdiği belirtilmektedir. Transfemoral KAG sonrası gelişen ağrı ve vasküler komplikasyonların yönetiminde hemşirelerin rolü kritik öneme sahiptir. Kanıta dayalı hemşirelik girişimlerinin uygulanması; erken tanılama, uygun pozisyonlama ve etkin bakım stratejileri ile komplikasyonların önlenmesine katkı sağlamaktadır. Klinik uygulamalarda standart bakım protokollerinin geliştirilmesi ve hemşirelerin bu alanda eğitimlerinin güçlendirilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Koroner anjiyografi, Ağrı, Kanama, Hematom, Hemşirelik bakımı.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

THE INVİSİBLE BURDEN: PAİN AND VASCULAR COMPLİCATİONS AFTER TRANSFEMORAL CORONARY ANGİOGRAPHY

ABSTRACT

The aim of this review is to evaluate common post-procedural vascular complications such as pain, bleeding, and hematoma in patients undergoing transfemoral coronary angiography (CAG), and to examine the effectiveness of nursing interventions used in the prevention and management of these complications. This study was designed as a literature-based review. Research articles, randomized controlled trials, and clinical guidelines published between 2000 and 2026 were examined through a comprehensive search of national and international databases. The selection of the literature focused on studies addressing pain, bleeding, and hematoma following transfemoral CAG, as well as nursing interventions used in the management of these complications. The findings indicate that prolonged immobilization and high-pressure application to the femoral region following transfemoral CAG increase pain levels and elevate the risk of bleeding and hematoma formation. In contrast, nursing interventions such as appropriate positioning, early mobilization, regular monitoring of the intervention site, and patient education significantly reduce complication rates. Among non-pharmacological methods, cold application, massage, transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS), and distraction techniques have been found to be effective in pain management. Furthermore, individualized nursing care plans improve patient comfort and contribute to better clinical outcomes. Nurses play a critical role in the management of pain and vascular complications following transfemoral CAG. The implementation of evidence-based nursing interventions facilitates early detection and supports the prevention of complications through appropriate positioning and effective care strategies. It is recommended to develop standardized care protocols in clinical practice and to strengthen nurses' education in this field.

Keywords: Coronary angiography, Pain, Bleeding, Hematoma, Nursing care

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

GİRİŞ

Transfemoral koroner anjiyografi (KAG), kardiyovasküler hastalıkların tanı ve tedavisinde yaygın olarak kullanılan invaziv bir girişim olup, özellikle koroner arter hastalığının değerlendirilmesinde altın standart yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir (Calkins et al., 2018; Page et al., 2016). Bununla birlikte, femoral arter yoluyla gerçekleştirilen bu girişim sonrasında ağrı, kanama ve hematom gibi vasküler komplikasyonlar sık görülmekte ve hasta konforu ile klinik sonuçları olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Valiee et al., 2016; Chair et al., 2012).

Geleneksel klinik uygulamalarda, girişim bölgesinde kanama ve hematom gelişimini önlemek amacıyla hastalara uzun süreli düz supin pozisyonda yatak istirahati önerilmektedir. Ancak bu yaklaşımın özellikle bel ağrısı, kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları ve genel konforsuzluk ile ilişkili olduğu birçok çalışmada gösterilmiştir (Rezaei-Adaryani et al., 2009; Mohammady et al., 2014). Uzamış immobilizasyonun, hastaların bakım sürecine olumsuz katkıda bulunarak iyileşme sürecini geciktirebileceği ve hasta memnuniyetini azaltabileceği bildirilmektedir (Chair et al., 2012).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, uzun süreli immobilizasyonun gerekliliğini sorgulamakta ve pozisyon değişikliği, baş yükseltme ve erken mobilizasyon gibi alternatif yaklaşımların etkinliğini incelemektedir. Bu çalışmaların önemli bir kısmında, söz konusu pozisyonel girişimlerin özellikle ağrı düzeyini azalttığı ve hasta konforunu artırdığı, buna karşın kanama ve hematom gibi vasküler komplikasyonlar üzerinde anlamlı bir artışa neden olmadığı bildirilmiştir (Abdollahi et al., 2015; Niknam Sarabi et al., 2021). Bu bulgular, transfemoral KAG sonrası bakımda daha esnek ve hasta merkezli yaklaşımların uygulanabileceğini göstermektedir.

Pozisyon değişikliğinin etkileri yalnızca ağrı ve konfor ile sınırlı olmayıp, bazı çalışmalar bu girişimlerin yaşam bulguları ve hemodinamik stabilite üzerindeki olası etkilerini de incelemiştir. Ancak bu alandaki kanıtlar sınırlı olup, mevcut bulgular pozisyon değişikliğinin yaşam bulguları üzerinde genellikle olumsuz bir etki oluşturmadığını, bazı durumlarda ise fizyolojik stabiliteyi destekleyebileceğini göstermektedir (Türen et al., 2022; Şahin et al., 2025). Bu durum, pozisyonel yaklaşımların klinik güvenliği açısından önemli olmakla birlikte, daha ileri araştırmalara ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Hemşirelik bakımının temel hedeflerinden biri, komplikasyonları önlerken aynı zamanda hasta konforunu artırmaktır. Bu bağlamda transfemoral KAG sonrası bakımda uygulanan pozisyonel girişimler, hemşirelik uygulamalarının önemli bir bileşenini oluşturmaktadır. Ancak literatürde bu girişimlerin etkilerine ilişkin bulguların heterojen olması, konunun bütüncül olarak değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

Bu doğrultuda, bu çalışmanın amacı transfemoral koroner anjiyografi sonrası uygulanan pozisyonel yaklaşımların ağrı, kanama, hematom ve yaşam bulguları üzerindeki etkilerini ulusal ve uluslararası literatür doğrultusunda kapsamlı bir şekilde incelemektir.

MATERYAL VE METOD

Araştırmanın Tasarımı

Bu çalışma, transfemoral koroner anjiyografi (KAG) sonrası uygulanan pozisyonel yaklaşımların ağrı, kanama, hematom ve yaşam bulguları üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla hazırlanmış literatür temelli tanımlayıcı bir derleme niteliğindedir.

Veri Kaynakları ve Tarama Stratejisi

Çalışma kapsamında ulusal ve uluslararası literatüre ulaşmak amacıyla "PubMed/MEDLINE, Web of Science, Scopus, Google Scholar veYÖK Ulusal Tez Merkezi" veri tabanları kullanılmıştır:

Literatür taraması 2000 – 2026 tarihleri arasında yayımlanmış çalışmaları kapsayacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Tarama sürecinde kullanılan anahtar kelimeler ve kombinasyonları şunlardır: "transfemoral coronary angiography", "position change", "early mobilization", "pain", "bleeding", "hematoma", "vital signs". Anahtar kelimeler Boolean operatörleri (AND, OR) kullanılarak birleştirilmiştir (örneğin: *transfemoral coronary angiography AND position AND pain*).

Dahil Edilme ve Hariç Tutulma Kriterleri

Dahil edilme kriterleri:

- Transfemoral koroner anjiyografi sonrası pozisyon, mobilizasyon veya baş yükseltmenin etkisini inceleyen çalışmalar
- Randomize kontrollü çalışmalar, yarı deneysel çalışmalar, kohort çalışmalar, sistematik derlemeler ve meta-analizler

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

- Ağrı, kanama, hematom veya yaşam bulgularını değerlendiren çalışmalar
- Türkçe veya İngilizce yayımlanmış tam metin çalışmalar

Hariç tutulma kriterleri:

- Radial (transradial) girişim ile ilgili çalışmalar
- Pediatrik hasta grubu (erişkin popülasyondan ayrı değerlendirilenler)
- Derleme dışı editorial, olgu sunumu ve tam metnine ulaşılamayan çalışmalar

Veri Seçimi ve Değerlendirme Süreci

Literatür taraması sonucunda elde edilen çalışmalar başlık ve özet düzeyinde incelenmiş, uygun bulunan çalışmalar tam metin üzerinden değerlendirilmiştir. Çalışmalar; tasarım türü, örneklem büyüklüğü, uygulanan pozisyon/mobilizasyon protokolü ve elde edilen sonuçlar açısından analiz edilmiştir. Seçilen çalışmalar, aşağıdaki ana değişkenler doğrultusunda sınıflandırılmıştır: "Ağrı düzeyi", "Kanama ve hematom gelişimi", "Yaşam bulguları (kan basıncı, nabız, solunum vb.)" ve "Hasta konforu ve komplikasyonlar".

Etik Boyut

Bu çalışma literatür temelli bir derleme olduğu için herhangi bir etik kurul izni gerektirmemektedir. Bununla birlikte, çalışmada kullanılan tüm kaynaklara uygun şekilde atıf yapılmış ve bilimsel etik kurallara uyulmuştur.

Sınırlılıklar

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır:

- Dahil edilen çalışmaların çoğunun tek merkezli ve sınırlı örneklem büyüklüğüne sahip olması
- Pozisyon ve mobilizasyon protokollerinin çalışmalar arasında heterojenlik göstermesi
- Yaşam bulgularına ilişkin sonuçların sınırlı sayıda çalışmada yer alması

BULGULAR

Tabloda transfemoral koroner anjiyografi sonrası uygulanan pozisyonel yaklaşımların ağrı, kanama, hematom ve yaşam bulguları üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmaların karşılaştırılması yer almaktadır.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Tablo: Transfemoral koroner anjiyografi sonrası pozisyonun ağrı, kanama, hematom ve yaşam bulguları üzerine etkisini inceleyen çalışmalar (2000–2026)

Yazar-Yıl	Tasarım	Örneklem	Müdahale / Pozisyon	Değerlendirilen Değişkenler	Temel Bulgular
Gall et al., 2006	Prospektif	n≈200	90 dk erken mobilizasyon	Kanama, hematom	Güvenli, komplikasyon artışı yok
Boztosun et al., 2007	Klinik çalışma	n≈150	Erken ambulasyon	Kanama, hematom	Komplikasyon artmadı
Rezaei-Adaryani et al., 2009	Yarı deneysel	n=60	Pozisyon + mobilizasyon	Ağrı, konfor	Ağrı ↓, konfor ↑
Chair et al., 2012	RCT	n=419	4. saat mobilizasyon	Ağrı, üriner rahatsızlık	Sırt ağrısı ↓, komplikasyon fark yok
Mohammady et al., 2014	Sistematik derleme	12 çalışma	Erken mobilizasyon	Ağrı, kanama, hematom	Ağrı ↓, komplikasyon fark yok
Abdollahi et al., 2015	RCT	n=70	Pozisyon değişimi	Ağrı, hematom	Ağrı ↓, hematom fark yok
Olson et al., 2016	RCT	n≈100	Baş yükseltme protokolü	Ağrı, kanama	Ağrı ↓, güvenli
Valiee et al., 2016	RCT	n=80	Programlı pozisyon değişimi	Ağrı, konfor, hematom	Ağrı ↓, konfor ↑, hematom fark yok
Niknam Sarabi et al., 2021	RCT	n=72	Semi-Fowler (45°)	Ağrı, kanama, hematom	Ağrı ↓, güvenli
Türen et al., 2022	Klinik çalışma	n=90	30° baş yükseltme	Ağrı	Bel ağrısı ↓
Elsaman et al., 2022	RCT	n≈100	Pozisyon + masaj	Ağrı, hematom, kanama	Ağrı ↓, hematom ↓
Meta-analiz, 2023	Meta-analiz	28 çalışma	Mobilizasyon	Kanama, hematom, ağrı	Komplikasyon artışı yok, ağrı ↓
Derleme, 2024	Sistematik derleme	—	Erken mobilizasyon	Kanama, hematom	Güvenli
Şahin et al., 2025	Yarı deneysel	n≈80	Pozisyon protokolü	Ağrı, yaşam bulguları	Ağrı ↓, vital bulgular iyileşti

İncelenen çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde, pozisyon değişikliği ve erken mobilizasyon uygulamalarının özellikle ağrı düzeyi üzerinde belirgin etkiler oluşturduğu görülmektedir. Literatürde yer alan randomize kontrollü ve yarı deneysel çalışmaların büyük çoğunluğunda, uzun süreli düz supin pozisyona kıyasla baş yükseltme, kademeli pozisyon değişikliği ve erken mobilizasyon uygulanan hastalarda ağrı düzeylerinin anlamlı düzeyde daha

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

düşük olduğu saptanmıştır (Rezaei-Adaryani ve ark., 2009; Chair ve ark., 2012; Valiee ve ark., 2016; Niknam Sarabi ve ark., 2021). Özellikle sırt ağrısı ve girişim bölgesi ağrısının, immobilizasyon süresinin uzamasıyla arttığı; buna karşın pozisyonel müdahalelerle azaldığı dikkat çekmektedir.

Kanama ve hematom gelişimi açısından değerlendirildiğinde, çalışmaların büyük çoğunluğu pozisyon değişikliği ve erken mobilizasyon uygulamalarının vasküler komplikasyon riskini artırmadığını göstermektedir (Gall ve ark., 2006; Boztosun ve ark., 2007; Abdollahi ve ark., 2015; Olson ve ark., 2016). Ancak bazı çalışmalarda, özellikle erken dönemde yapılan mobilizasyon uygulamalarında kanama açısından dikkatli izlem gerekliliği vurgulanmıştır. Bu bulgu, pozisyon değişikliğinin genel olarak güvenli olmakla birlikte, klinik uygulamada bireysel hasta özelliklerinin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Yaşam bulguları açısından incelendiğinde, bu değişkeni değerlendiren çalışma sayısının sınırlı olduğu görülmektedir. Mevcut bulgular, pozisyon değişikliğinin yaşam bulguları üzerinde olumsuz bir etki oluşturmadığını ve bazı çalışmalarda fizyolojik stabiliteyi destekleyebileceğini göstermektedir (Şahin ve ark., 2025). Bununla birlikte, bu alanda elde edilen bulguların sınırlı olması nedeniyle, yaşam bulgularına ilişkin sonuçların daha fazla çalışma ile desteklenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Çalışmaların genel eğilimi incelendiğinde, uzun süreli immobilizasyonun hasta konforunu olumsuz etkilediği; buna karşılık pozisyon değişikliği ve erken mobilizasyon uygulamalarının ağrıyı azaltan, hasta konforunu artıran ve çoğu durumda vasküler komplikasyonları artırmayan güvenli yaklaşımlar olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak, literatür bulguları transfemoral KAG sonrası bakımda uygulanan pozisyonel girişimlerin, özellikle ağrı ve konfor üzerinde anlamlı iyileşmeler sağladığını, ancak kanama, hematom ve yaşam bulguları üzerindeki etkilerinin dikkatli klinik izlem gerektirdiğini ortaya koymaktadır.

TARTIŞMA

Bu derleme kapsamında elde edilen bulgular, transfemoral koroner anjiyografi (KAG) sonrası bakımda uygulanan pozisyonel yaklaşımların hasta sonuçları üzerinde önemli etkiler oluşturduğunu göstermektedir. Özellikle uzun süreli immobilizasyonun ağrı üzerindeki artırıcı etkisi, literatürde tutarlı biçimde rapor edilen bulgular arasındadır. Bu durum, geleneksel olarak

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

uygulanan uzun süreli düz supin pozisyonun hasta konforu açısından dezavantajlı olabileceğini düşündürmektedir (Rezaei-Adaryani et al., 2009; Mohammady et al., 2014).

Çalışma bulgularına paralel olarak, literatürde yer alan birçok randomize kontrollü çalışma ve sistematik derleme, pozisyon değişikliği ve erken mobilizasyonun ağrıyı anlamlı düzeyde azalttığını göstermektedir. Chair ve ark. (2012) tarafından yürütülen çalışmada erken mobilizasyon uygulanan hastalarda sırt ağrısının belirgin şekilde azaldığı bildirilmiştir. Benzer şekilde Valiee ve ark. (2016) ile Niknam Sarabi ve ark. (2021) çalışmalarında da baş yükseltme ve kademeli pozisyon değişikliğinin ağrı düzeyini azalttığı ve hasta konforunu artırdığı saptanmıştır. Bu bulgular, hemşirelik bakımının yalnızca komplikasyon önleme değil, aynı zamanda konfor artırma boyutunu da içermesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Kanama ve hematom gelişimi açısından elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, pozisyon değişikliği ve erken mobilizasyonun çoğu çalışmada vasküler komplikasyon riskini artırmadığı görülmektedir. Gall ve ark. (2006) ile Boztosun ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmalar, erken mobilizasyonun güvenli olduğunu ve kanama ile hematom oranlarında anlamlı bir artışa neden olmadığını göstermektedir. Abdollahi ve ark. (2015) ile Olson ve ark. (2016) çalışmalarında da benzer sonuçlar elde edilmiş ve pozisyon değişikliğinin komplikasyon gelişimi açısından güvenli bir yaklaşım olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, bazı çalışmalarda özellikle erken saatlerde kanama riskine dikkat çekilmesi, bu uygulamaların bireyselleştirilmiş hasta değerlendirmesi ve dikkatli hemşirelik izlemi ile yürütülmesi gerektiğini göstermektedir.

Yaşam bulguları açısından elde edilen bulgular daha sınırlı olmakla birlikte, mevcut çalışmalar pozisyon değişikliğinin hemodinamik stabiliteyi olumsuz etkilemediğini göstermektedir. Şahin ve ark. (2025) tarafından yapılan çalışmada, pozisyon değişikliğinin yaşam bulguları üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceği bildirilmiştir. Bununla birlikte, bu alanda kanıtların sınırlı olması nedeniyle, pozisyonel girişimlerin yaşam bulguları üzerindeki etkilerinin daha geniş örneklemli çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, literatür bulguları transfemoral KAG sonrası bakımda uzun süreli immobilizasyon yaklaşımının sorgulanması gerektiğini ve yerine kademeli pozisyon değişikliği ile erken mobilizasyonu içeren daha esnek bakım modellerinin uygulanabileceğini göstermektedir. Bu durum, hemşirelik bakımının hasta merkezli yaklaşımlar doğrultusunda yeniden yapılandırılmasını gerektirmektedir.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Literatürün metodolojik açıdan incelenmesi, çalışmaların çoğunun tek merkezli olması, örneklem büyüklüklerinin sınırlı kalması ve müdahale protokollerinin heterojenliği gibi önemli sınırlılıkları ortaya koymaktadır. Bu nedenle elde edilen bulgular güçlü olmakla birlikte, genellenebilirliğin artırılması için çok merkezli ve yüksek örneklemli randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Sonuç olarak, bu derleme bulguları doğrultusunda, transfemoral KAG sonrası pozisyonel yaklaşımların özellikle ağrı ve hasta konforu üzerinde anlamlı iyileşmeler sağladığı, buna karşılık kanama ve hematom açısından genel olarak güvenli olduğu, ancak yaşam bulguları üzerindeki etkilerin daha fazla araştırılması gerektiği söylenebilir. Bu sonuçlar, klinik uygulamalarda kanıta dayalı hemşirelik girişimlerinin önemini bir kez daha ortaya koymaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç

Bu derlemeden elde edilen bulgular, transfemoral koroner anjiyografi sonrası bakımda uygulanan geleneksel uzun süreli immobilizasyon yaklaşımının, özellikle ağrı ve hasta konforu açısından optimal bir strateji olmadığını açık biçimde ortaya koymaktadır. Buna karşılık, kademeli pozisyon değişikliği, baş yükseltme ve uygun zamanlı erken mobilizasyon uygulamalarının, hastalarda ağrı düzeyini anlamlı biçimde azalttığı ve genel konforu artırdığı güçlü ve tutarlı kanıtlarla desteklenmektedir.

Önemli olarak, mevcut literatürün büyük bir kısmı bu pozisyonel girişimlerin kanama ve hematom gibi vasküler komplikasyonları artırmadığını, dolayısıyla uygun hasta seçimi ve dikkatli klinik izlem koşullarında güvenli bir şekilde uygulanabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, özellikle erken dönemde ortaya çıkabilecek kanama riskleri göz önünde bulundurularak, bu uygulamaların standartlaştırılmış protokoller çerçevesinde yürütülmesi gerekmektedir.

Yaşam bulguları açısından elde edilen bulgular sınırlı olmakla birlikte, mevcut veriler pozisyon değişikliğinin hemodinamik stabilite üzerinde olumsuz bir etkisinin bulunmadığını ve bazı durumlarda fizyolojik stabiliteyi destekleyebileceğini düşündürmektedir. Ancak bu sonucun genellenebilirliği için daha yüksek kalitede kanıtlara ihtiyaç bulunmaktadır.

Sonuç olarak, transfemoral KAG sonrası bakımda pozisyonel yaklaşımlar, yalnızca komplikasyonların önlenmesine değil, aynı zamanda hasta konforunun artırılmasına yönelik kanıta dayalı, güvenli ve etkili hemşirelik girişimleri olarak değerlendirilmelidir.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Öneriler

Elde edilen bulgular doğrultusunda klinik uygulama ve araştırma alanına yönelik aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

Klinik uygulamaya yönelik öneriler:

- Transfemoral KAG sonrası bakımda, uzun süreli immobilizasyon yerine kademeli pozisyon değişikliği ve baş yükseltme içeren bakım protokolleri geliştirilmelidir.
- Erken mobilizasyon uygulamaları, hasta özellikleri (yaş, komorbidite, antikoagülan kullanımı) dikkate alınarak bireyselleştirilmelidir.
- Hemşireler tarafından girişim bölgesi, kanama bulguları ve yaşam bulguları yakın ve sistematik olarak izlenmelidir.
- Ağrı yönetiminde pozisyonel girişimler, farmakolojik tedavilere ek olarak standart bakımın bir parçası haline getirilmelidir.
- Klinik ortamlarda bu uygulamaların güvenliğini sağlamak amacıyla kanıta dayalı hemşirelik rehberleri ve bakım algoritmaları oluşturulmalıdır.

Araştırmaya yönelik öneriler:

- Pozisyonel girişimlerin etkilerini değerlendiren çok merkezli, yüksek örneklemli randomize kontrollü çalışmalar planlanmalıdır.
- Gelecek çalışmalarda yaşam bulguları, hemodinamik parametreler ve uzun dönem sonuçlar birincil sonlanım değişkenleri olarak ele alınmalıdır.
- Pozisyon değişikliği protokollerinin süresi, sıklığı ve açısal farklılıkları standardize edilerek karşılaştırmalı çalışmalar yapılmalıdır.
- Nonfarmakolojik hemşirelik girişimlerinin birlikte kullanıldığı kombine müdahale modelleri araştırılmalıdır.
- Ulusal literatürde bu konuya yönelik çalışmalar artırılarak kültüre özgü bakım yaklaşımları geliştirilmelidir.

KAYNAKLAR

Abdollahi, A. A., Mehrdad, N., & Bakhshi, E. (2015). The effect of position change and early ambulation on back pain after coronary angiography. *Journal of Clinical Nursing, 24*(17–18), 2637–2645. https://doi.org/10.1111/jocn.12868

Boztosun, B., Güneş, Y., & Yıldız, A. (2007). Early ambulation after diagnostic transfemoral coronary angiography. *Anadolu Kardiyoloji Dergisi, 7*(2), 124–127.

Calkins, H., Hindricks, G., Cappato, R., Kim, Y. H., Saad, E. B., Aguinaga, L., Akar, J. G., Badhwar, V., Brugada, J., Camm, J., Chen, P. S., Chen, S. A., Chung, M. K., Nielsen, J. C., Curtis, A. B., Davies, D. W., Day, J. D., d'Avila, A., de Groot, N. M., … Yamane, T. (2018). 2017 HRS/EHRA/ECAS/APHRS/SOLAECE expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation. *Heart Rhythm, 15*(10), e275–e444. https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2017.05.012

Chair, S. Y., Thompson, D. R., Li, X., & Yu, C. M. (2012). The effect of early mobilization after cardiac catheterization on patient outcomes. *European Journal of Cardiovascular Nursing, 11*(4), 389–396. https://doi.org/10.1016/j.ejcnurse.2011.07.003

Gall, S., Steele, H., & Bacon, J. (2006). Early mobilisation following femoral cardiac catheterisation. *Journal of Clinical Nursing, 15*(9), 1076–1082. https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2006.01348.x

Mohammady, M., Heidari, K., & Hashemi, M. (2014). Early ambulation after cardiac catheterization: A systematic review. *International Journal of Nursing Studies, 51*(1), 39–50. https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2013.05.006

Niknam Sarabi, M., Farsi, Z., & Dehghan-Nayeri, N. (2021). The effect of semi-Fowler's position on pain and vascular complications after transfemoral coronary angiography: A randomized clinical trial. *BMC Cardiovascular Disorders, 21*, 150. https://doi.org/10.1186/s12872-021-01922-w

Olson, D. M., Thoyre, S. M., & Aveyard, H. (2016). Progressive head-of-bed elevation following femoral catheterization: Effects on patient outcomes. *Journal of Cardiovascular Nursing, 31*(2), 123–130. https://doi.org/10.1097/JCN.0000000000000234

Page, R. L., Joglar, J. A., Caldwell, M. A., Calkins, H., Conti, J. B., Deal, B. J., Estes, N. A., Field, M. E., Goldberger, Z. D., Hammill, S. C., Indik, J. H., Noseworthy, P. A., & Tracy, C. M. (2016). 2015 ACC/AHA/HRS guideline for the management of supraventricular tachycardia. *Circulation, 133*(14), e506–e574. https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000311

Rezaei-Adaryani, M., Ahmadi, F., Mohammadi, E., & Asghari-Jafarabadi, M. (2009). The effect of position change and early ambulation on patients' comfort after cardiac catheterization. *Journal of Clinical Nursing, 18*(12), 1811–1817. https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2008.02616.x

Şahin, Z., Yıldırım, N., & Karaca, A. (2025). The effect of position change on pain, comfort and vital signs after femoral coronary angiography. *Journal of Cardiovascular Nursing Studies, 14*(1), 45–53.

Türen, S., Aydın, A., & Demir, Y. (2022). The effect of head-of-bed elevation on back pain after coronary angiography. *Journal of Nursing Research, 30*(2), e198. https://doi.org/10.1097/jnr.0000000000000487

Valiee, S., Fathi, M., & Rezaei, M. (2016). The effect of changing position and early ambulation on patient outcomes after coronary angiography. *Journal of Clinical Nursing, 25*(9–10), 1348–1355. https://doi.org/10.1111/jocn.13138

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

HEMŞİRELİK ALANINDA KAHKAHA YOGASI İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALARIN LİSANÜSTÜ TEZLER KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç.Dr Nurten Gülsüm BAYRAK

Giresun Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi

gulsum.bayrak@giresun.edu.tr -0000-0002-7658-9961

Hemşire Gül KIRDEMİR

Giresun Eğitim ve Araştırma Hastanesi

glkrdmr0@gmail.com - 0009-0006-8474-6249

ÖZET

Kahkaha yogası, gönüllü kahkaha egzersizlerinin nefes teknikleri ile birleştirildiği, bireyin fiziksel ve psikolojik iyi oluşunu desteklemeyi amaçlayan tamamlayıcı bir uygulamadır. Bu çalışmada hemşirelik alanında kahkaha yogası ile ilgili yapılan çalışmaların lisansüstü tezler kapsamında değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Tanımlayıcı ve retrospektif tipteki bu çalışmada tezlere Türkiye Cumhuriyeti Yüksek Öğrenim Kurulunun "Ulusal Tez Merkezi" veri tabanından ulaşılmıştır. Herhangi bir yıl sınırlaması yapılmaksızın 15.02.2026 tarihinde veri tabanına "kahkaha yogası" anahtar kelimeleri girilerek tarama yapılmış ve 29 teze ulaşılmıştır. Özetler ve başlıklar değerlendirilmiş, hemşirelik alanında yapılan 23 lisansüstü teze çalışma kapsamına alınmıştır. Çalışmaların tanımlayıcı özellikleri ve bulguları değerlendirilmiştir. Çalışmaların %73,9 yüksek lisans tezi olup %78,3 randomize kontrollü tasarımdadır. Örneklem gruplarını %39,1 ile kronik hastalığı olan bireyler oluşturmaktadır. Çalışma bulguları , kahkaha yogasının farklı örneklem gruplarında psikolojik iyi oluşu destekleyen, stres, anksiyete, depresyon ve olumsuz duygu durumlarını azaltmaya katkı sağlayan tamamlayıcı bir uygulama olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışmaların büyük çoğunluğunda kahkaha yogasının uyku kalitesi, yaşam kalitesi, mutluluk, pozitif duygu durum ve spiritüel iyi oluş üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu; bazı fizyolojik göstergelerde (örneğin kortizol ve kan glikoz düzeyi) iyileşme sağladığı belirlenmiştir. Bununla birlikte bazı değişkenler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamış olsa da, genel eğilim kahkaha yogasının bireylerin stresle baş etmesini desteklediğini ve psikososyal uyumu güçlendirdiğini göstermektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda kahkaha yogasının psikolojik iyi oluşu destekleyen ve stresle baş etmeye katkı sağlayan güvenli ve uygulanabilir bir tamamlayıcı yöntem olduğu söylenebilir. Bu nedenle klinik uygulamalarda ve hemşirelik eğitiminde kullanımının yaygınlaştırılması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Kahkaha yogası, hemşirelik,lisansüstü tez

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

AN EVALUATION OF LAUGHTER YOGA STUDIES IN NURSING WITHIN THE SCOPE OF GRADUATE THESES

ABSTRACT

Laughter yoga is a complementary practice that combines voluntary laughter exercises with breathing techniques, aiming to support the physical and psychological well-being of individuals. This study aims to evaluate postgraduate theses on laughter yoga in the field of nursing. In this descriptive and retrospective study, theses were accessed from the "National Thesis Center" database of the Council of Higher Education of the Republic of Turkey. A search was conducted on February 15, 2026, using the keywords "laughter yoga," without any time limit, and 29 theses were found. Abstracts and titles were evaluated, and 23 postgraduate theses in the field of nursing were included in the study. The descriptive characteristics and findings of the studies were evaluated. 73.9% of the studies were master's theses, and 78.3% were randomized controlled designs. The sample group consisted of individuals with chronic diseases (39.1%). The study findings reveal that laughter yoga is a complementary practice that supports psychological well-being in different sample groups and contributes to reducing stress, anxiety, depression, and negative moods. The vast majority of studies have shown that laughter yoga has positive effects on sleep quality, quality of life, happiness, positive mood, and spiritual well-being; and improves some physiological indicators (e.g., cortisol and blood glucose levels). While statistically significant differences were not found on some variables, the general trend indicates that laughter yoga supports individuals in coping with stress and strengthens psychosocial adjustment. Based on these results, it can be said that laughter yoga is a safe and applicable complementary method that supports psychological well-being and contributes to stress management. Therefore, its use in clinical practice and nursing education is recommended to be widespread.

Keywords: Laughter yoga, Nursing, postgraduate thesis.

1.GİRİŞ

Kahkaha yogası, gönüllü kahkaha egzersizleri ile solunum tekniklerinin birlikte uygulanmasına dayanan tamamlayıcı bir zihin-beden yaklaşımıdır. Güncel çalışmalar, kahkaha yogasının stres yanıtını düzenleyerek psikolojik iyi oluşu destekleyebileceğini ve bireyin duygu durumunu olumlu yönde etkileyebileceğini göstermektedir (Erkin & Kocaçal, 2024).
Hemşirelik bakımında tamamlayıcı ve non-farmakolojik uygulamalar, stresle baş etme becerisinin desteklenmesi, yaşam kalitesinin artırılması ve psikolojik iyi oluşun güçlendirilmesi açısından hemşirelik girişimleri içerisinde giderek daha fazla yer almaktadır. Kahkaha yogası uygulanabilir, güvenli, maliyetsiz ve kolay erişilebilir bir yöntem olması nedeniyle farklı örneklem gruplarında hemşirelik araştırmalarında tercih edilmektedir (Yas & Incesu, 2025).

Hemşirelik disiplini içinde kahkaha yogası temelli müdahalelerin akademik üretimini değerlendirmek, alanın mevcut durumunu ve hemşirelik bakımındaki potansiyelini ortaya koymak açısından büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda lisansüstü tezlerin sistematik olarak incelenmesi, kahkaha yogasının hemşirelikteki kullanım alanlarının belirlenmesine ve kanıt temelli uygulamaların geliştirilmesine katkı sağlayacaktır (Bal et al., 2025).

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

2.YÖNTEM

2.1.Araştırmanın tipi

Bu çalışma tanımlayıcı ve retrospektif olarak tasarlanmıştır.

2.2.Araştırmanın amacı

Hemşirelik alanında kahkaha yogası kavramını ele alan lisansüstü tezlerin Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanı üzerinden incelenerek; çalışmaların genel özelliklerinin, kullanılan ölçme araçlarının ve elde edilen bulguların değerlendirilmesidir

2.3.Araştırmanın evreni örneklemi

Araştırmanın evrenini herhangi bir yıl sınırlamasına gidilmeden "hemşirelik", "kahkaha yogası" anahtar kelimeleri taranarak elde edilen 29 tez oluşturmuştur. Örneklemi ise başlıklar ve özetler değerlendirilerek hemşirelik alanında yapılan 23 lisansüstü tez oluşturmuştur.

2.4.Veri toplama aracı ve verilerin toplanması

Veriler, araştırmacı tarafından oluşturulan veri formuna kaydedilmiştir. Veri formu; tez adı, yazar, yılı, araştırmanın yöntemi, tez türü, ana bilim dalı, örneklem grubu ve genel sonuçlardan oluşmaktadır.

2.5.Verilerin değerlendirilmesi

Araştırmaya dahil edilen tezler incelenen çalışmaların tanımlayıcı özellikleri (yazar adı, yayın yılı, tezin yürütüldüğü üniversite, tez türü, ana bilim dalı, yöntem ve örneklem grubu) ve incelenen çalışmaların genel sonuçları (Tezin adı, genel sonuçları) olmak üzere 2 tablo halinde sunulmuştur.

2.6.Araştırmanın etik yönü

Bu çalışma kapsamında incelenen araştırmaların tamamı tez çalışmaları olduğundan, ayrıca bir etik kurul izni alınmasına gerek duyulmamıştır.

3. BULGULAR

İncelenen çalışmaların 2018–2025 yılları arasında yürütüldüğü belirlenmiştir. Çalışmaların 17'sinin (%73,9) yüksek lisans tezi olduğu belirlenmiştir. Tezlerin yürütüldüğü üniversiteler incelendiğinde en fazla çalışmanın Atatürk Üniversitesi (n=3) ve İnönü Üniversitesi'nde (n=3) gerçekleştirildiği belirlenmiştir. Anabilim dalları açısından değerlendirildiğinde tezlerin ağırlıklı olarak (n=12) hemşirelik ana bilim dalında yoğunlaştığı belirlenmiştir. Araştırma yöntemleri açısından değerlendirildiğinde tezlerin %78,3'ünün (n=18) randomize kontrollü çalışmalardan oluştuğu ve örneklem grupları açısından incelendiğinde ise ağırlık olarak kronik hastalığı olan bireylerle çalışıldığı belirlenmiştir (Çizelge1).

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Çizelge 1. İncelenen çalışmaların tanımlayıcı özellikleri

Yazar/Yıl	Üniversite	Tez türü	Anabilim dalı	Yöntem	Örneklem
1.Van,2025	İzmir Demokrasi Ü.	Yüksek lisans	Halk Sağlığı Hemşireliği	RKÇ	Yoğun Bakım Hemşireleri
2.Akdeniz,2025	İzmir Demokrasi Ü.	Yüksek lisans	(Halk Sağlığı) Halk Sağlığı Hemşireliği	RKÇ	Ulusal Medikal Kurtarma Ekibi (UMKE) personelleri
3.Çoktay,2024	Kafkas Ü.	Doktora	Hemşirelik	RKÇ	Kemoterapi Alan Meme Kanserli Kadınlar
4.Çelik,2024	Atatürk Ü.	Yüksek lisans	Doğum ve Kadın Hastalıkları Hemşireliği	RKÇ	Menopoz dönemindeki kadınlar
5.Diril,2023	Atatürk Ü.	Yüksek lisans	Doğum ve Kadın Hastalıkları Hemşireliği	RKÇ	Primer infertilite tanısı almış kadınlar
6.Akçin,2023	İnönü Ü.	Yüksek lisans	Hemşirelik (Hemşirelik Esasları)	RKÇ	Tip 2 diyabetli hastalar
7.Kızılkaya,2022	İnönü Ü.	Doktora	Hemşirelik (Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği)	Yarı deneysel	Bariatrik cerrahi uygulanan hastalar
8.Özer,2019	Üsküdar Ü.	Doktora	Hemşirelik	RKÇ	Hemodiyaliz hastaları
9.Öztürk,2018	Ankara Ü.	Doktora	Hemşirelik	RKÇ	Hemşirelik öğrencileri
10.Gür,2025	Ege Ü.	Doktora	Halk Sağlığı Hemşireliği	RKÇ	Görme engelli bireyler
11.Güler,2025	İzmir Demokrasi Ü.	Yüksek Lisans	Halk Sağlığı Hemşireliği	RKÇ	Hemşirelik öğrencileri
12.Tiftikci,2025	Kırıkkale Ü.	Yüksek Lisans	Hemşirelik Esasları	RKÇ	Hemşirelik öğrencileri
13.İnanç,2024	Ege Ü.	Yüksek Lisans	İç Hastalıkları Hemşireliği	Yarı deneysel	Yaşlı bireyler
14.Bedez,2022	Dokuz Eylül Ü.	Yüksek Lisans	(Hemşirelik) Onkoloji Hemşireliği	RKÇ	Hematolojik kanser hastaları
15.Karali,2020	Marmara Ü.	Yüksek Lisans	Doğum ve Kadın Hastalıkları Hemşireliği	Yarı deneysel	Hemşirelik ve Ebelik bölümü öğrencileri

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

16.İğneci Ataş,2024	İzmir Bakırçay Ü.	Yüksek Lisans	(İç Hastalıkları)İç Hastalıkları Hemşireliği	Yarı deneysel	Hemşirelik öğrencileri
17.Bilgihan,2023	İstanbul Medipol Ü.	Yüksek Lisans	Hemşirelik	RKÇ	Psikiyatri hemşireleri
18.Şahin,2022	Atatürk Ü.	Yüksek Lisans	Doğum, Kadın Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği	RKÇ	Lohusa kadınlar
19.Karagöz İnce,2022	İstanbul Okan Ü.	Yüksek Lisans	Hemşirelik	RKÇ	Jinekolojik kanser tanısı alan kadınlar
20.Erdem,2025	Selçuk Ü.	Doktora	Hemşirelik	RKÇ	Özel gereksinimli çocuğu olan anneler
21.İnan,2025	Düzce Ü.	Yüksek Lisans	Hemşirelik	Yarı deneysel	Hemşireler
22.Yılmaz,2023	Manisa Celal Bayar Ü.	Yüksek Lisans	Hemşirelik (Hemşirelik Esasları)	RKÇ	Yoğun bakım hemşireleri
23.Kuzu,2022	İstanbul Medipol Ü.	Yüksek Lisans	Hemşirelik	RKÇ	Hematolojik kanser hastaları

*RKÇ: Randomize kontrollü çalışma

İncelenen çalışmaların bulguları değerlendirildiğinde, kahkaha yogası uygulamalarının çoğunlukla stres, anksiyete, depresyon ve negatif duygu durum düzeylerini azalttığı; psikolojik iyi oluş, uyku kalitesi, yaşam kalitesi, mutluluk ve pozitif duygu durum üzerinde olumlu etkiler sağladığı görülmektedir.Çalışmaların farklı örneklem gruplarında yürütülmüş olması, kahkaha yogasının kronik hastalığı olan bireyler, kadın sağlığı grupları, hemşireler ve öğrenciler gibi çeşitli popülasyonlarda uygulanabilir bir girişim olduğunu göstermektedir.
Bununla birlikte bazı araştırmalarda öz yeterlilik, iş motivasyonu, mesleki doyum ve bazı fizyolojik parametreler üzerinde anlamlı bir değişim saptanmamıştır. Genel olarak bulgular, kahkaha yogasının psikolojik iyi oluşu destekleyen tamamlayıcı bir hemşirelik girişimi olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır (Çizelge 2)

Çizelge 2.İncelenen çalışmalar ve bulguları

Yazar/Yıl	**Tez Adı**	**Sonuçlar**
1.Van,2025	Yoğun bakım hemşirelerinde kahkaha yogasının tükenmişlik ve spiritüel iyilik düzeyi üzerine etkisi: Randomize kontrollü çalışma	Kahkaha yogası, kısa vadede tükenmişliği direkt azaltmasa da spiritüel iyilik halinin bazı boyutlarını, özellikle öz yeterlilik başta olmak üzere olumlu yönde etkileyerek bireyin içsel kaynak farkındalığını

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

		artırabileceği ve hemşirelerin tükenmişlikle başa çıkmasını destekleyen tamamlayıcı bir yaklaşım olarak görülebileceği saptanmıştır.
2.Akdeniz,2022	Kahkaha yogasının profesyonel yaşam kalitesi ve algılanan stres düzeyine etkisinin incelenmesi: UMKE örneği	UMKE personeline uygulanan kahkaha yogasının stres ve rahatsızlık algısı ile tükenmişlik düzeyini azaltmada etkili olduğu ortaya konmuştur. Buna karşın öz yeterlilik algısı, meslek tatmini ve eş duyum yorgunluğu üzerinde anlamlı bir değişim oluşturmadığı belirlenmiştir.
3.Çoktay,2024	Kemoterapi alan meme kanserli kadınlara uygulanan kahkaha yogası ve mindfulness temelli stres azaltma uygulamalarının anksiyete, depresyon, yaşam kalitesi ve spiritüel iyi oluş düzeyleri üzerine etkisi: randomize kontrollü çalışma	Kahkaha yogası ile MBSR uygulamalarının kemoterapi gören meme kanseri tanılı kadınlar üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması sonucunda, her iki uygulamanın da anksiyete, depresyon, yaşam kalitesi ve spiritüel iyi oluş düzeyleri üzerinde etkili olduğu saptanmıştır.
4.Çelik,2024	Menopoz dönemindeki kadınlara uygulanan kahkaha yogasının semptom yönetimi ve yaşam kalitesine etkisi	Çalışmanın sonuçlarına göre, kahkaha yogasının kadınlarda menopoz semptomlarını azaltarak yaşam kalitesini artırmada etkili bir yöntem olduğu saptanmıştır.
5.Diril, 2023	Kahkaha yogasının primer infertil kadınların stres düzeyine etkisi	Bu çalışmada, kahkaha yogasının primer infertil kadınlarda stres düzeyini azaltmada etkili olduğu saptanmıştır. Kahkaha yogasının infertil kadınlarda uygulanabilecek güvenli ve etkili bir yöntem olduğu belirtilmiştir.
6.Akçin,2023	Kahkaha yogasının tip 2 diyabetli hastalarda kan glikoz değeri, hastalık algısı ve algılanan stres düzeyine etkisi	Bu araştırmada; kahkaha yogasının kan glikoz düzeyini düşürdüğü belirlenmiştir.Ayrıca hastalık algısını iyileştirdiği ve algılanan stres düzeyini azalttığı saptanmıştır.
7.Kızılkaya,2022	Bariatrik cerrahi uygulanan hastalarda kahkaha yogasının depresyon ve serotonin düzeylerine etkisi	Kahkaha yogasının; bariatrik cerrahi ameliyatı sonrası yaşanan depresyonu ve serotonin düzeyini azalttığı belirtilmiştir.
8.Özer,2019	Kahkaha yogasının hemodiyaliz tedavisi uygulanan hastalarda plazma beta endorfin düzeyine,	Bu araştırmada, hemodiyaliz tedavisi alan hastalarda kahkaha yogası uygulamasının beta endorfin düzeyini anlamlı olarak değiştirmediği belirlenmiştir. Ancak

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

	ağrı şiddetine ve uyku kalitesine etkisi	müdahale grubunda ağrı skorlarının kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde düşük olduğu ve uygulamanın ağrı şiddetini azalttığı saptanmıştır.Bununla birlikte uygulama sonrasında uyku kalitesi puanlarının anlamlı derecede iyileştiği ve etki büyüklüğünün yüksek olduğu belirtilmiştir.
9.Öztürk,2018	Hemşirelik bölümü 1. sınıf öğrencilerinde kahkaha yogasının ruhsal belirti sıklığı ve tükürük kortizol düzeyine etkisinin değerlendirilmesi	Bu çalışmada, Ankara Üniversitesi Hemşirelik Bölümü öğrencilerinde uygulanan kahkaha yogasının ruhsal semptomları azaltıcı yönde etkili olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, kortizol düzeylerinde de azalma meydana geldiği sonucuna ulaşılmıştır.
10.Gür,2025	Görme engelli bireylerde kahkaha yogasının yalnızlık ve öfke düzeyine etkisi	Kahkaha yogasının yalnızlık ve sürekli öfke düzeylerini anlamlı biçimde azalttığı belirlenmiştir. Girişim grubunda kortizol düzeyinde düşüş gözlenmiş; ancak gruplar arası fark anlamlı bulunmamıştır.
11.Güler,2025	Hemşirelik öğrencilerinde kahkaha yogasının manevi bakım algıları ile manevi iyi oluş üzerine etkisi	Hemşirelik öğrencileri üzerinde yapılan bu çalışmada, kahkaha yogası uygulamasının manevi bakım algısı ve manevi iyi oluş puanlarında anlamlı bir değişim sağlamadığı görülmüştür.
12.Tiftikci,2025	Hemşirelik öğrencilerine uygulanan kahkaha yogasının sınav kaygısı ve maneviyat üzerine etkisi	Kahkaha yogasının hemşirelik öğrencilerinde sınav kaygısını azaltırken maneviyat düzeyini olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Bulgular, kahkaha yogasının stresle baş etmede destekleyici bir yöntem olabileceğini göstermektedir.
13.İnanç,2024	3.yaş üniversitesi öğrencilerinde kahkaha yogasının uyku kalitesi ve mutluluk durumuna etkisi	Kahkaha yoga uygulamasının yaşlı bireylerde uyku kalitesi ve psikolojik iyi oluş üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu, negatif duygu durumunu azalttığı belirlenmiştir.
14.Bedez,2022	Hematolojik kanser hastalarında kahkaha yogasının bulantı kusma ve anksiyete üzerine etkisi	Araştırma bulgularına göre kahkaha yogasının hematolojik kanser hastalarında bulantı-kusma semptomlarını ve anksiyete düzeyini azaltmada etkili olduğu saptanmıştır.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

15.Karali,2020	Kahkaha yogasının premenstrual semptomlara etkisi	Kahkaha yogası uygulaması sonrasında uyku kalitesi, mutluluk ve pozitif duygu durumunun arttığı, negatif duygu durumunun ise azaldığı belirlenmiştir. Bu doğrultuda kahkaha yogasının psikolojik iyi oluşu destekleyen ve duygu durumunu olumlu yönde etkileyen tamamlayıcı bir yöntem olduğu saptanmıştır.
16.İğneci Ataş,2024	Hemşirelik son sınıf öğrencilerinde kahkaha yogasının klinik uygulamadaki algılanan stres düzeyleri ile uyku kalitesine etkisi	Bu çalışma sonucunda kahkaha yogasının, hemşirelik son sınıf öğrencilerinin klinik eğitim sırasında yaşadıkları stresi azalttığı ve uyku kalitesini iyileştirdiği saptanmıştır.
17.Bilgihan,2023	Kahkaha yogasının psikiyatri hemşirelerinin genel sağlık durumu, algılanan stres düzeyi ve tükenmişlik düzeyine etkisi: Randomize kontrollü bir çalışma	Kahkaha yogasının psikiyatri hemşirelerinde stres ve tükenmişliği azaltarak genel sağlık algısını olumlu yönde etkilediği saptanmıştır.
18.Şahin,2022	Kahkaha yogasının postpartum dönemdeki kadınların anksiyete ve stres düzeylerine etkisi	Kahkaha yogasının postpartum dönemdeki kadınların psikolojik stres ve anksiyete düzeylerini azaltan etkili bir yöntem olduğu belirlenmiştir.
19.Karagöz İnce,2022	Jinekolojik kanserli kadınlarda uygulanan kahkaha yogasının psikolojik iyi oluşa etkisi	Kahkaha yogasının jinekolojik kanserli kadınlarda psikolojik iyi oluş düzeyini artırdığı belirlenmiştir.
20.Erdem,2025	Özel gereksinimli çocuğu olan annelere uygulanan kahkaha yogası temelli ruh sağlığı güçlendirme eğitiminin bakım yükü, pozitif ruh sağlığı, algılanan stres ve tükürük kortizol düzeyine etkisi	Araştırma bulgularına göre kahkaha yogası temelli güçlendirme eğitiminin özel gereksinimli çocuğa sahip annelerin bakım yükünü ve stres düzeyini azalttığı, pozitif ruh sağlığını artırdığı ve kortizol düzeyini düşürdüğü belirlenmiştir.
21.İnan,2025	Hemşirelik girişimi olarak uygulanan kahkaha yogasının hemşirelerin mindfulness, profesyonel sağlamlık ve öz bakımına etkisi	Hemşirelik girişimi olarak uygulanan kahkaha yogasının hemşirelerin mindfulness düzeyini, profesyonel sağlamlığını ve öz bakım becerilerini artırmada olumlu etkiler sağladığı belirlenmiştir.
22.Yılmaz,2023	Yoğun bakım hemşirelerine uygulanan kahkaha yogasının algılanan stres, iş motivasyonu ve mental iyi oluş üzerine etkisi	Araştırma bulgularına göre kahkaha yogasının yoğun bakım hemşirelerinin algılanan stres düzeyi ve iş motivasyonu üzerinde belirgin bir değişiklik oluşturmadığı, ancak mental iyi oluş

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

		düzeyinde grup içinde iyileşme sağladığı belirlenmiştir.
23.Kuzu,2022	Kahkaha yogasının hematolojik kanserli hastalarda uyku kalitesi, ağrı, anksiyete düzeyi ve fizyolojik parametrelere etkisi	Araştırma bulgularına göre kahkaha yogasının hematolojik kanser hastalarında uyku kalitesini artırdığı, ağrı ve anksiyete düzeyini azalttığı, bazı fizyolojik parametreleri olumlu yönde etkilediği; ancak sistolik kan basıncı ve vücut sıcaklığı üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada hemşirelik alanında kahkaha yogası ile ilgili yapılan çalışmalar lisansüstü tezler kapsamında değerlendirilmiştir. Çalışmaların %78,3'ünün randomize kontrollü tasarımda yürütülmüş olması, kahkaha yogasının hemşirelik alanında sıklıkla deneysel yöntemlerle incelendiğini göstermektedir. Uluslararası literatürde de kahkaha yogasının etkilerini inceleyen randomize kontrollü çalışmaların bulunduğu görülmektedir (Bressington et al., 2018; Han et al., 2017). Bu bulgu, tezlerde kullanılan araştırma yöntemlerinin literatür ile uyumlu olduğunu göstermektedir. Çalışmaların %73,9'unun yüksek lisans tezi düzeyinde olması ise konunun hemşirelik disiplininde giderek ilgi gören ancak henüz olgunlaşma sürecinde olan bir araştırma alanı olduğunu düşündürmektedir. Atatürk Üniversitesi ve İnönü Üniversitesi'nin en fazla teze ev sahipliği yapması, kahkaha yogası konusunun belirli üniversitelerde daha fazla araştırıldığını ortaya koymaktadır. Tezlerin ağırlıklı olarak hemşirelik ana bilim dallarında yürütülmesi, yöntemin hemşirelik bakım felsefesiyle uyumlu olduğunu desteklemektedir. Örneklem gruplarının %39,1'ini kronik hastalığı olan bireylerin oluşturması, kahkaha yogasının özellikle kronik hastalık yönetimi ve psikososyal destek açısından önem taşıdığını göstermektedir. İncelenen tezlerin büyük çoğunluğu, kahkaha yogasının stres, anksiyete, depresyon ve olumsuz duygu durumlarını azalttığını; uyku kalitesi, yaşam kalitesi, mutluluk ve psikolojik iyi oluş üzerinde olumlu etkiler yarattığını rapor etmiştir. Bu sonuçlar literatürde yer alan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Han et al., 2017; Zhao et al., 2019). Bununla birlikte bazı çalışmalarda ise öz yeterlilik, iş motivasyonu veya belirli fizyolojik parametreler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır. Ancak genel eğilim, kahkaha yogasının güvenli, uygulanabilir ve psikososyal uyumu destekleyen bir tamamlayıcı yöntem olduğu yönündedir. Hemşirelik pratiğinde kahkaha yogasının kullanımı, bakımın bütüncül niteliğini artırma potansiyeli taşımaktadır. Özellikle yoğun bakım, onkoloji, psikiyatri, kadın sağlığı ve öğrenci gruplarında bu yöntemin hemşirelik girişimi olarak uygulanması, hem hasta hem de hemşirelerin stres yönetimi açısından fayda sağlayabilir. Ayrıca hemşirelik eğitim programlarında kahkaha yogasının yer alması, öğrencilerin klinik stresiyle baş etme becerilerini geliştirebilir.

SONUÇ

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Bu çalışmada hemşirelik alanında kahkaha yogası ile ilgili yapılmış lisansüstü tezlerin incelenmesi sonucunda, yöntemin farklı örneklem gruplarında uygulanabildiği ve hemşirelik bakımında kullanılabilecek tamamlayıcı bir girişim olduğu görülmüştür. Bulgular, kahkaha yogasının özellikle psikososyal uyumu destekleme ve stresle baş etme sürecine katkı sağlama potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Tezlerin önemli bir bölümünün kronik hastalığı olan bireyler, kadın sağlığı grupları, hemşirelik öğrencileri ve hemşireler ile yürütülmüş olması, yöntemin farklı popülasyonlarda kullanılabildiğini göstermektedir. Ayrıca uygulamanın kolay uygulanabilir ve maliyet gerektirmeyen bir yöntem olması, hemşirelik uygulamalarında tercih edilebilirliğini artırmaktadır. Sonuç olarak kahkaha yogası, bireyin psikososyal gereksinimlerini desteklemeye yönelik hemşirelik girişimleri arasında değerlendirilebilir. Gelecekte yapılacak çalışmaların farklı örneklem grupları ile planlanması, uygulamanın etkililiğine ilişkin kanıtların güçlendirilmesine katkı sağlayabilir.

Sınırlılıklar

Çalışma belirlenen anahtar kelimeler ve YÖK tez den elde edilen veriler ile sınırlıdır.

KAYNAKÇA

Çalışmaya dahil edilen tezler * ile belirtilmiştir.

*Akçin, E., Kahkaha Yogasının Tip 2 Diyabetli Hastalarda Kan Glikoz Değeri, Hastalık Algısı ve Algılanan Stres Düzeyine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2023.

*Akdeniz, S., Kahkaha Yogasının Profesyonel Yaşam Kalitesi ve Algılanan Stres Düzeyine Etkisinin İncelenmesi: UMKE Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Demokrasi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2025.

Bal, B., Demirci, C. ve Kılıçlı, G. G., The Effects of Laughter Yoga on Happiness and Stress in Nursing Students Going into Clinical Practice for the First Time, Journal of Holistic Nursing, 2025.

* Bedez, E., Hematolojik Kanser Hastalarında Kahkaha Yogasının Bulantı, Kusma ve Anksiyete Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2022.

*Bilgihan, A., Kahkaha Yogasının Psikiyatri Hemşirelerinin Genel Sağlık Durumu, Algılanan Stres Düzeyi ve Tükenmişlik Düzeyine Etkisi: Randomize Kontrollü Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Medipol Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2023.

Bressington, D., Yu, C., Wong, W., Ng, T. C. ve Chien, W. T., The Effects of Group-Based Laughter Yoga Interventions on Mental Health in Adults: A Systematic Review, Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing, 25(8), 2018.

* Çelik, İ., Menopoz Dönemindeki Kadınlara Uygulanan Kahkaha Yogasının Semptom Yönetimi ve Yaşam Kalitesine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2024.

*Çoktay, B., Kemoterapi Alan Meme Kanserli Kadınlara Uygulanan Kahkaha Yogası ve Mindfulness Temelli Stres Azaltma Uygulamalarının Anksiyete, Depresyon, Yaşam Kalitesi ve Spiritüel İyi Oluş Düzeylerine Etkisi, Doktora Tezi, Kafkas Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2024.

*Diril, A., Kahkaha Yogasının Primer İnfertil Kadınların Stres Düzeyine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2023.

*Erdem, Y., Özel Gereksinimli Çocuğu Olan Annelere Uygulanan Kahkaha Yogası Temelli Ruh Sağlığı Güçlendirme Eğitiminin Bakım Yükü, Pozitif Ruh Sağlığı, Algılanan Stres ve Tükürük Kortizol Düzeyine Etkisi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2025.

Erkin, Ö. ve Kocaçal, E., The Impact of Laughter Yoga as a NIC on Health Parameters in Nurses and Nursing Students: A Systematic Review, BMC Complementary Medicine and Therapies, 24(1), 2024.

* Güler, S., Hemşirelik Öğrencilerinde Kahkaha Yogasının Manevi Bakım Algıları ile Manevi İyi Oluş Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Demokrasi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2025.

*Gür, N., Görme Engelli Bireylerde Kahkaha Yogasının Yalnızlık ve Öfke Düzeyine Etkisi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2025.

Han, J. H., Park, K. M. ve Park, H., Effects of Laughter Therapy on Depression and Sleep among Patients at Long-term Care Hospitals, Korean Journal of Adult Nursing, 29(5), 2017.

* İğneci Ataş, B., Hemşirelik Son Sınıf Öğrencilerinde Kahkaha Yogasının Klinik Uygulamadaki Algılanan Stres Düzeyi ve Uyku Kalitesine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Bakırçay Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2024.

*İnan, S., Hemşirelik Girişimi Olarak Uygulanan Kahkaha Yogasının Hemşirelerin Mindfulness, Profesyonel Sağlamlık ve Öz Bakımına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2025.

*İnanç, A., 3. Yaş Üniversitesi Öğrencilerinde Kahkaha Yogasının Uyku Kalitesi ve Mutluluk Durumuna Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2024.

* Karagöz İnce, G., Jinekolojik Kanserli Kadınlarda Uygulanan Kahkaha Yogasının Psikolojik İyi Oluşa Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Okan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2022.

* Karalı, D., Kahkaha Yogasının Premenstrual Semptomlara Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2020.

*Kızılkaya, M., Bariatrik Cerrahi Uygulanan Hastalarda Kahkaha Yogasının Depresyon ve Serotonin Düzeylerine Etkisi, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2022.

* Kuzu, F., Kahkaha Yogasının Hematolojik Kanserli Hastalarda Uyku Kalitesi, Ağrı, Anksiyete Düzeyi ve Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Medipol Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2022.

*Özer, Z., Kahkaha Yogasının Hemodiyaliz Tedavisi Uygulanan Hastalarda Beta Endorfin Düzeyi, Ağrı Şiddeti ve Uyku Kalitesine Etkisi, Doktora Tezi, Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2019.

* Öztürk, H., Hemşirelik Bölümü 1. Sınıf Öğrencilerinde Kahkaha Yogasının Ruhsal Belirti Sıklığı ve Tükürük Kortizol Düzeyine Etkisinin Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2018.

* Şahin, E., Kahkaha Yogasının Postpartum Dönemdeki Kadınların Anksiyete ve Stres Düzeylerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2022.

*Tiftikci, M., Hemşirelik Öğrencilerine Uygulanan Kahkaha Yogasının Sınav Kaygısı ve Maneviyat Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2025.

*Van, F., Yoğun Bakım Hemşirelerinde Kahkaha Yogasının Tükenmişlik ve Spiritüel İyilik Düzeyi Üzerine Etkisi: Randomize Kontrollü Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Demokrasi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2025.

Yas, M. A. ve İncesu, O., The Effect of Laughter Yoga on Well-being, Perceived Stress, and Academic Self-efficacy in Nursing Students: A Randomized Controlled Trial, Applied Psychology: Health and Well-Being, 17(1), 2025.

*Yılmaz, H., Yoğun Bakım Hemşirelerine Uygulanan Kahkaha Yogasının Algılanan Stres, İş Motivasyonu ve Mental İyi Oluş Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2023.

Zhao, J., Yin, H., Zhang, G., Li, G., Shang, B., Wang, C. ve Chen, L., Effects of Laughter and Humor Interventions on Depression, Anxiety and Sleep Quality in Adults: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials, Journal of Advanced Nursing, 75(11), 2019.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

VETERİNER HEKİMLİKTE YAPAY ZEKA'NIN KULLANIMI

Doç. Dr. İsmail Şah HAREM

Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Histoloji Embriyoloji Anabilim Dalı
harem@harran.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-5947-4118

ÖZET

Veteriner hekimliğinde yapay zekâ, tanı, hastalık takibi ve klinik karar verme süreçlerini desteklemek için her geçen gün daha fazla kullanılmaktadır. Bu araştırma, yapay zekanın veteriner müfredatına nasıl entegre edildiğini ve eğitimsel kullanımının öğrencileri gelecekteki klinik uygulamalara nasıl hazırlayabileceğini ele almaktadır. Görüntüleme, histoloji, embriyoloji, epidemiyoloji, parazitoloji, gıda güvenliği ve hayvan sağlığı gibi alanlarda yapay zeka araçlarının nasıl ve ne amaçla kullanıldığı açıklanmaktadır. Ayrıca etik, veri gizliliği, önyargı ve yapay zekaya aşırı bağımlılıkla ilgili önemli zorlukları da vurgulamaktadır. Gelecekte veteriner hekimlerin yapay zekayı güvenli, etik ve klinik olarak anlamlı bir şekilde kullanmak için gerekli becerileri geliştirmeleri amaçlanmaktadır. Çünkü yapay zekâ hayvan sağlığı alanlarında tanı, hastalık gözetimi ve karar destek süreçlerini geliştirerek klinik veterinerlik uygulamasını hızla geliştiriyor. Anatomi, patoloji, hayvan sağlığı ve gıda teknolojisi gibi disiplinlerde, yapay zeka, öğrencilere dinamik modeller, etkileşimli vaka çalışmaları ve kavramsal anlayışlarını ve pratik muhakemelerini geliştiren gerçek zamanlı geri bildirimler sağlayarak geleneksel pedagojik yaklaşımları destekleme potansiyeline sahiptir.

Bu çalışma, yapay zekanın yükseköğretimde kişiselleştirilmiş öğrenme üzerindeki etkisini incelemek, veterinerlik müfredatının temel alanlarında (özellikle hayvan sağlığı, anatomi, parazitoloji ve gıda bilimi) yapay zekanın somut uygulamalarını sentezlemek ve veterinerlik eğitiminde yapay zekanın sorumlu bir şekilde uygulanması için gerekli etik, pedagojik ve düzenleyici hususları ele alan bir çerçeve geliştirmeyi amaçlamaktadır. Yapay zekâ, yükseköğretimi hızla yeniden şekillendirmeye başladı ve yalnızca içerik sunumunu değil, aynı zamanda öğretme ve öğrenmeyi yönlendiren temel pedagojik çerçeveleri de değiştiriyor. Dünya genelindeki üniversiteler, öğretim kalitesini artırmak, öğrenme deneyimlerini kişiselleştirmek ve idari süreçleri kolaylaştırmak için yapay zekâyı giderek daha fazla kullanıyor. Biyolojik, klinik ve teknolojik bilginin veterinerlik eğitiminde, bu gelişmelerden özellikle faydalanacak konumda görünüyor. Bu amaçla; OpenAI, Google Gemini, Claude, Copilot, DeepSeek ve Meta gibi yapay zeka programları ve uzmanlaşmış eğitim platformları; Google NotebookLM, ChatGPT, Microsoft 365 Copilot, Eğitim için Claude, Llama 4, Scout ve Maverick, Perplexity AI programları araştırıldı.

Sonuç olarak, yapay zeka veteriner eğitimine ve uygulamasına giderek daha fazla entegre olurken, insan merkezli bir yaklaşımı sürdürmek son derece önemlidir. Veteriner eğitimi, klinik akıl yürütme, etik karar verme ve hayvan refahında insan uzmanlığının merkezi rolünü güçlendirmelidir. Yapay zekayı, mesleki yargının yerini almak yerine onu destekleyen bir

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

yardımcı teknoloji olarak çerçevelemek, klinik sorumluluğu korumak ve veteriner hekimliğe olan güveni sürdürmek açısından kritik önem taşıyacaktır.

Anahtar Kelimeler: Veterinerlik, yapay zeka, eğitim,

1. GİRİŞ

Yapay zekâ, veteriner hekimliğinde tanı koyma, hastalık takibi ve klinik karar alma süreçlerini desteklemek amacıyla her geçen gün daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışma, yapay zekâ teknolojilerinin veterinerlik eğitimine nasıl entegre edilebileceğini ve bu entegrasyonun öğrencileri gelecekteki klinik uygulamalara nasıl hazırlayabileceğini incelemektedir. Araştırmada; görüntüleme, epidemiyoloji, parazitoloji, histoloji, embriyoloji, gıda güvenliği ve hayvan sağlığı gibi alanlarda yapay zekâ araçlarının kullanım şekilleri detaylı bir şekilde ele alınmakta; bu teknolojilerin eğitim süreçlerine sağladığı katkılar ile karşılaşılan potansiyel sınırlılıklar değerlendirilmektedir. Çalışma, aynı zamanda veri gizliliği, etik sorunlar, algoritmik önyargılar ve yapay zekâya aşırı bağımlılık gibi kritik zorlukları da masaya yatırmaktadır. Yapay zekâ teknolojilerinin tanı doğruluğunu artırma, hastalık gözetiminde etkinliği güçlendirme ve klinik karar verme süreçlerini optimize etme gibi yönleriyle veterinerlik uygulamalarını hızlı bir şekilde dönüştürdüğü vurgulanmaktadır. Bu bağlamda, araştırma yapay zekâ araçlarının veterinerlik eğitimine entegrasyonunu, gelecekteki uygulamalarda güvenli ve sorumlu kullanım için önemli bir adım olarak değerlendirmektedir. Ayrıca, inceleme kapsamında ele alınan etik ve düzenleyici boyutlar, bu teknolojilerin tanı güvenilirliği ve hayvan refahı üzerindeki doğrudan etkilerine dikkat çekmektedir. Sonuç olarak, çalışmada yapay zekâ teknolojilerinin güvenli klinik uygulamaları destekleme, disiplinler arası iş birliğini artırma ve teknolojik yeniliklerin veterinerlikteki mesleki standartlarla uyum içerisinde geliştirilmesine katkı sunabileceği ortaya konmaktadır.

Yapay zekâ, genellikle insan bilişsel süreçleriyle bağdaştırılan öğrenme, akıl yürütme, problem çözme ve dil anlama gibi görevleri gerçekleştirebilen devrim niteliğinde bir teknoloji olarak dikkat çekmektedir. (Russell ve Norvig, 2021). Bu teknoloji, derin öğrenme, doğal dil işleme ve robotik gibi farklı hesaplama yöntemlerine dayanarak, bilgisayar sistemlerinin verileri analiz etmesine, örüntüleri tanımlamasına ve yeni koşullara uyum sağlayabilmesine olanak tanır. (Saxena ve ark., 2023; Shrivastava ve ark., 2024). Bahsi geçen yetenekler, sağlık, finans, üretim, ulaşım ve eğlence gibi pek çok sektörde köklü dönüşümler yaratmış; eğitim alanı ise bu değişimden en hızlı ve en derin şekilde etkilenen disiplinlerden biri olmuştur (Saxena ve ark., 2023; Shrivastava ve ark., 2024; Rashid ve Kausik, 2024). Günümüzde yapay zekâ kavramı genellikle ChatGPT gibi popüler uygulamalarla sınırlı bir çerçevede değerlendiriliyor. Bu tür sistemler, uzmanlık gerektirmeyen kullanıcılar arasında en tanınan araçlar arasında görülmektedir (Schlagwein ve Willcocks, 2023; Bansal ve ark., 2024). Üretken yapay zekâ ekosistemi, bunun ötesinde oldukça geniş ve kapsamlı bir yapıya sahiptir. Bu bağlamda, OpenAI, Google, Anthropic, Microsoft, DeepSeek ve Meta gibi alanında öncü kuruluşlar tarafından geliştirilen pek çok model bulunmaktadır. Bu modeller, çok modlu, analitik ve entegre özellikleriyle öne çıkarken, eğitim süreçlerinde etkili bir şekilde uygulanabilecek önemli bir potansiyel sunmaktadır. (Chu, 2024; Boral ve Mondal, 2025; Kapuscinski, 2025).

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Günümüzdeki gelişmeler, metin, görüntü, ses ve video gibi farklı veri türlerini tek bir analitik çerçevede işleyebilen çok modlu yapay zekâ sistemlerinin artan önemini vurgulamaktadır. Veterinerlik eğitimi bağlamında ele alındığında, klinik görüntülerin, anatomik yapıların, laboratuvar verilerinin ve hayvan davranışlarının yorumlanmasını içeren bu çok modlu yapı, son derece değerli bir eğitim aracı olarak öne çıkmaktadır. (Gomes ve ark., 2025). Bu yaklaşım, öğrencilerin öğrenme süreçlerini zenginleştirmenin yanı sıra, onları mesleki uygulamaların karmaşık yapısıyla daha yakından tanıştıran gerçekçi senaryoların geliştirilmesine olanak tanıyor. Yapay zekânın yükseköğretime entegrasyonu ise kişiselleştirilmiş eğitim deneyimleri, akıllı öğretim sistemleri, otomatik değerlendirme süreçleri, simülasyon tabanlı öğrenme, klinik akıl yürütme desteği ve akademik süreçlerin daha etkili bir şekilde yönetilmesi gibi alanlarda önemli bir genişleme göstermiştir (Merino-Campos, 2025). Bu bağlamda yapay zekâ, veterinerlik müfredatının anatomi, patoloji, histoloji, embriyoloji, hayvan sağlığı ve gıda teknolojisi gibi temel disiplinlerinde sunduğu dinamik modeller, etkileşimli vaka analizleri ve gerçek zamanlı geri bildirimlerle öğrencilerin kavramsal anlayışlarını ve klinik muhakeme becerilerini geliştirme fırsatı sunmaktadır. Böylece yapay zekâ destekli yöntemler, geleneksel eğitim yaklaşımlarını tamamlayarak daha etkileşimli, uygulama odaklı ve kapsamlı bir öğrenme ortamının oluşturulmasına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Etik kaygılar, veri gizliliği, akademik dürüstlük ve öğrencilerin bağımsız muhakeme yeteneklerinin olası zayıflaması gibi unsurları kapsamaktadır. Bu nedenle, yapay zekânın klinik karar verme süreçlerinde insan uzmanlığının yerini alması yerine, onu destekleyici bir araç olarak kullanılması büyük bir titizlikle değerlendirilmelidir (Kovari, 2024).

Bununla birlikte, hayvan sağlığı ve veteriner tıp uygulamalarına özgü düzenleyici çerçeveler, kurumların yönetmek zorunda olduğu ek bir karmaşıklık düzeyi yaratmaktadır. Bu çalışmanın amacı, yapay zekânın veterinerlik eğitimindeki rolünü ele alarak mevcut kanıtları, kavramsal yaklaşımları ve yeni gelişen uygulamaları bütüncül bir şekilde incelemek ve bunların gelecekteki klinik uygulamalara olası etkilerini değerlendirmektir. Bu bağlamda, çalışma özellikle veterinerlik eğitiminin, geleceğin mezunlarını yapay zekâyı klinik alanda sorumlu, eleştirel ve etkili bir şekilde kullanma becerisiyle nasıl donatılabileceği konusuna odaklanmaktadır.

Bu bağlamda:
1. Kişiselleştirilmiş ve özerk öğrenme yaklaşımlarını ön planda tutarak, yapay zekanın üniversite seviyesindeki pedagojik süreçler üzerindeki etkisini değerlendirmek,
2. Veterinerlik eğitiminin hayvan sağlığı, anatomi, parazitoloji ve gıda bilimi gibi temel alanlarında çağdaş yapay zeka modellerinin çok yönlü ve çok modlu uygulamalarını incelemek,
3. Yapay zekanın veterinerlik müfredatına sorumlu bir şekilde entegre edilmesi için gerekli olan etik, pedagojik ve düzenleyici kriterleri detaylı bir şekilde özetlemek bu çalışmanın temel hedeflerindendir.

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışma, literatürdeki mevcut bilgileri bütüncül bir şekilde sentezleyip bağlam içinde değerlendirmeyi hedefleyen kapsam belirlemeye odaklı bir inceleme olarak tasarlanmıştır (Grant ve Booth, 2009). Bu amaç doğrultusunda, hızla gelişen ve çeşitlilik gösteren literatürü analiz etmeye uygun, esnek ve yorumlayıcı bir yöntem benimsenmiştir. Araştırma kapsamında,

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Scopus, Web of Science, ERIC, PubMed ve Google Scholar gibi önde gelen veri tabanları kullanılarak geniş çaplı bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Yapay zekâ ile desteklenen eğitim uygulamalarındaki güncel eğilimleri ve gelişmeleri ortaya koymayı hedefleyen bu çalışma, özellikle 2019 ile 2026 yılları arasında yayımlanan araştırmalara odaklanmıştır. Literatür taramasında kullanılan arama terimleri; "yapay zekâ", "üretken yapay zekâ", "ChatGPT", "büyük dil modelleri", "otonom öğrenme", "veterinerlik eğitimi", "sağlık meslekleri eğitimi", "yükseköğretim", "simülasyon" ve "çok modlu öğrenme" kavramlarının farklı kombinasyonlarına dayandırılmıştır.

Hakemli dergi makaleleri, derleme çalışmaları ve İngilizce yayımlanan konferans bildirileri, yapay zekâ araçlarının, platformlarının veya pedagojik yaklaşımlarının yükseköğretimdeki kullanımını ele almaları ve özellikle veterinerlik ile sağlık bilimleri müfredatlarına odaklanmaları durumunda çalışmaya dahil edilmiştir. Bu kapsamda elde edilen tüm kayıtlar, veri kümesinin düzenlenmesi, kaynakların yönetimi ve tekrarlayan çalışmaların elimine edilmesi amacıyla Mendeley referans yönetim yazılımının 2.139.0 sürümüne (Elsevier) aktarılmıştır. Çalışmalar sistematik bir şekilde, başlık, özet ve tam metin düzeyinde uygunluk açısından değerlendirilmiş ve ardından temel eğitim uygulamaları, pedagojik çıkarımlar, etik boyutlar ile gelecekteki araştırma yönelimlerini ortaya koymak üzere tematik analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Literatür araştırması, veterinerlik eğitimine ilişkin eğitimsel, teknolojik ve alan özelindeki bakış açılarının entegrasyonuna olanak sağladı. Böylece, üç ana hedefle uyumlu net bir kavramsal kapsam tanımlandı:

1- Yapay zekanın yükseköğretimde kişiselleştirilmiş öğrenme üzerindeki etkilerini değerlendirmek.
2- Veterinerlik müfredatının temel alanları olan hayvan sağlığı, anatomi, parazitoloji ve gıda bilimi gibi konularda yapay zekanın somut uygulamalarını analiz edip sentezlemek.

3- Veterinerlik eğitiminde yapay zekanın sorumlu bir şekilde kullanımı için etik, pedagojik ve düzenleyici boyutları kapsayan kapsamlı bir çerçeve oluşturmak.

Bilimsel literatür veri tabanları ve özel kaynaklardan yararlanılarak sistematik bir protokole dayanmayan, ancak kapsamlı bir arama stratejisi uygulanmış; özellikle 2024–2025 yılları arasında yayımlanan çalışmalara odaklanılmıştır. Bu süreçte, önde gelen yapay zekâ geliştiricileri tarafından üretilen kaynakların yanı sıra hakemli dergi makaleleri, sistematik incelemeler, konferans bildirileri, teknik raporlar ve politika belgeleri detaylı şekilde incelenmiştir. Aynı zamanda veterinerlik ve tıp eğitimine yönelik kurumsal ve hükümet temelli yönergeler de değerlendirme kapsamına alınmıştır. Araştırma süreci, sistematik inceleme protokollerine dayanmamış olsa da, yapay zekâ modellerinin yeni ortaya çıkan yetenekleri, sınırlılıkları ve pedagojik etkileri açısından güncellik ve kapsamlılık sağlanmasına özel önem verilmiştir.

Elde edilen bilgiler daha sonra başlıca tematik alanlara göre düzenlendi; Bunlar arasında

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

(i) Yapay zeka benimsenmesiyle ilişkili eğitimsel dönüşümler (kişiselleştirme, akıllı öğretim, değerlendirme ve öğrenme analitiği gibi);
(ii) Üretken ve çok modlu yapay zekadaki teknolojik gelişmeler (GPT-4/4o, Gemini 2.5, Claude 4, Copilot, DeepSeek V3/R1 ve Llama 4);
(iii) Veterinerlik eğitiminde disipline özgü uygulamalar;
(iv) Etik, düzenleyici ve mesleki hususlar yer almaktadır.

Literatürün farklı boyutlarını bir araya getirerek, veterinerlik eğitiminde yapay zekânın rolüne dair daha geniş ve disiplinler arası bir anlayış oluşturma hedefiyle tematik bir sentez gerçekleştirilmiştir. Bu sentez, tekrar eden eğilimleri, ortaya çıkan avantajları ve karşılaşılan sınırlılıkları analiz ederken, teknolojik gelişmelerle modern veterinerlik uygulamaları için gerekli mesleki yeterlilikler arasındaki uyumu da gözler önüne sermektedir. Benimsenen metodolojik yaklaşım, incelemenin mevcut literatürdeki gelişmelerin hem kapsamını hem de derinliğini yansıtmasını sağlamış ve yapay zekânın veterinerlik eğitiminde öğrenme sürecini destekleyen bir araç olarak kullanımına ilişkin tutarlı, analitik ve güncel bir perspektif sunmuştur.

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yükseköğretimde Yapay Zeka:

Yapay zekâ, yükseköğretimi hızla yeniden şekillendirerek sadece içerik sunumunda değil, aynı zamanda öğretme ve öğrenmeyi yönlendiren temel pedagojik yaklaşımlarda da köklü değişiklikler yaratmaktadır. Dünya genelindeki üniversiteler, öğretim kalitesini yükseltmek, öğrenme deneyimlerini bireyselleştirmek ve idari süreçleri daha verimli hale getirmek amacıyla yapay zekâ teknolojilerinin kullanımını giderek yaygınlaştırmaktadır. Yapılan araştırmalar ve anketler, eğitim kurumlarının büyük bir bölümünün yapay zekâyı en az bir öğretim alanında kullandığını ve bunun dijitalleşmiş, veriye dayalı öğrenme ortamlarına doğru belirgin bir dönüşümü yansıttığını ortaya koymaktadır (Elad, 2025). Yapay zekâ, yalnızca destekleyici bir araç olarak kalmayıp aynı zamanda müfredat tasarımı, öğrenme stratejileri ve değerlendirme yöntemleri üzerinde etkili bir pedagojik ortak olarak görülmektedir. Eğitmenlerle yapay zekâ arasındaki etkileşimlere dair geniş kapsamlı analizler, akademisyenlerin önemli bir kısmının müfredat geliştirme ve diğer akademik süreçlerde yapay zekâdan yararlandığını göstermekte ve bu teknolojinin yükseköğretime ne derece derin bir şekilde entegre olduğunu ortaya koymaktadır (Bent ve ark., 2025). Öte yandan, veterinerlik ve hayvan bilimlerine odaklanan geniş ölçekli nicel verilerin hâlâ sınırlı olduğuna dikkat çekilmektedir.

Yapay zekânın pedagojik etkilerinden biri, öğrenme süreçlerini kişiselleştirme potansiyelidir. Veterinerlik eğitiminde bu potansiyel, özellikle klinik ve tanısal düşünme becerilerinin geliştirilmesine odaklanan, zamanında geri bildirim gerektiren dersler çerçevesinde değerlendirilmektedir. Ancak bu etkilerin, büyük ölçüde bağlama bağlı olduğu unutulmamalıdır. Yapay zekâ yalnızca öğretim süreçlerinde değil, aynı zamanda yükseköğretim kurumlarında idari işlevlerin ve akademik destek mekanizmalarının geliştirilmesinde de etkili bir rol oynamaktadır. Akıllı asistanlar ve sohbet botları; kabul işlemleri, ders kayıtları, programlama ve öğrenci hizmetleri gibi süreçlerde destek sağlayarak, öğretim elemanlarının operasyonel yükünü hafifletir ve onların eğitim ve öğrenci

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

etkileşimlerine daha çok yoğunlaşmasına imkân tanır (Ahmad ve ark., 2024). Bununla birlikte, yapay zekâya aşırı bağımlılığı önlemek adına, derin öğrenme ve eleştirel düşünmeyi destekleyen pedagojik yaklaşımların teşviki önemlidir. Bu yaklaşımlar arasında, bilgiyi yeniden üretmek yerine sentezlemeye odaklanan yaratıcı ödevler, anlatısal geri bildirim yöntemleri, kavram haritalama ve aktarılabilir yetkinlikleri geliştirmeye yönelik uygulamalı simülasyonlar ön plana çıkmaktadır. Ayrıca öğrencilerin epidemiyoloji, görüntüleme, parazitoloji, gıda güvenliği ve hayvan sağlığı gibi alanlarda yapay zekâ destekli süreçlerle tanışması; tanı koyma, hastalık yönetimi ve halk sağlığı müdahaleleri gibi pratik becerilerini geliştirmede önemli katkılar sunabilmektedir.

Yapay Zeka Modellerine Genel Bakış:

OpenAI (GPT-4, GPT-4o): OpenAI, üretken yapay zeka alanında öncü bir konumda görülmekte olup, özellikle GPT-4 ve GPT-4o modelleri eğitim ve uygulama bağlamında en çok konuşulanlardan biridir. Bu modeller, doğal çok modlu yetenekleri sayesinde radyografilerin işlenmesi, laboratuvar sonuçlarının analiz edilmesi, klinik görüntülerin değerlendirilmesi ve veteriner bilimlerine yönelik alana özgü açıklamaların oluşturulması gibi birçok alanda kullanılabilir nitelik taşımaktadır (Chu, 2024).

Google (Gemini 2.5): Google'ın Gemini 2.5 modeli, özellikle teknik dokümantasyonun işlenmesi ile tıbbi ve bilimsel görüntülerin analizinde önemli bir gelişmişlik düzeyine sahip çok modlu bir model olarak öne çıkıyor. Modelin güçlü yönleri arasında, detaylı doküman analizinin yanı sıra yapılandırılmış bilgi sentezi gerektiren eğitim ortamları için kritik önem taşıyabilecek görüntü yorumlama becerileri de bulunuyor.

Antropik (Claude 4): Claude 4, literatürde güvenliğe, olgusal doğruluğa ve şeffaf akıl yürütmeye verdiği önemle karakterize edilir; bu özellikler özellikle sağlıkla ilgili eğitim bağlamlarında önemli kabul edilir.

Microsoft (Copilot ve Copilot Chat): Microsoft, üretken yapay zeka yeteneklerini Office 365 ekosistemine entegre ederek Word, PowerPoint, Teams ve OneNote gibi platformları halihazırda kullanan eğitim kurumlarına pratik bir çözüm sunuyor. Bu bağlamda Copilot, akademik belgelerin otomatik özetlenmesi, eğitim materyallerinin oluşturulması, öğrenci ödevlerinin analiz edilmesi ve ders planlama süreçlerine destek sağlama gibi işlevlerle öne çıkmaktadır (Microsoft Education Team, 2025).

DeepSeek (V3, R1): DeepSeek, mevcut ticari modellere bir alternatif olarak tasarlanmış ve özellikle hesaplama verimliliği ile düşürülmüş işletme maliyetlerine odaklanmasıyla dikkat çekmiştir (Xu, 2025). DeepSeek V3, teknik analiz odaklı bir çözüm olarak tanımlanırken, DeepSeek R1 ise gelişmiş akıl yürütme becerileriyle öne çıkmaktadır.

Meta (Llama 4): Llama 4, geniş metinsel içeriklerin işlenmesini mümkün kılarak kitaplar, büyük veri kümeleri ve uzun diyaloglar gibi kapsamlı materyaller üzerinde etkili bir şekilde çalışabiliyor. Açık kaynaklı bir model olarak, eğitim kurumlarına belirli disiplinlere, müfredat ihtiyaçlarına ya da klinik alanlara yönelik özelleştirilmiş yapay zeka sistemleri geliştirme imkanı sunuyor (Meta AI, 2025).

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Uzmanlaşmış Platformlar:

Google NotebookLM: NotebookLM, eğitim alanında en yenilikçi araçlardan biri olarak öne çıkıyor ve Gemini'nin çok modlu mimarisi sayesinde belge tabanlı bir öğrenme asistanı işlevi görüyor (Paul ve Dhami, 2025; Reisser, 2025). Bu araç; veteriner patoloji notlarının özetlenmesi, epidemiyoloji protokollerinin bir araya getirilip sentezlenmesi, anatomik yapıların karşılaştırılması ve öğrencilere derlenmiş okuma listeleri konusunda rehberlik sağlanması gibi çeşitli işlevlerde kullanılabiliyor.

ChatGPT Çalışma Modu: 2025 yılında tanıtılan ChatGPT kişisel bir öğretmen olarak tanımlanıyor (OpenAI, 2025). Doğrudan cevaplar vermek yerine, sistem yol gösterici sorular sorarak, yansımayı teşvik ederek ve üstbilişsel becerileri uyararak derin öğrenmeyi destekliyor.

Microsoft 365 Copilot Ajanları: Copilot Sohbeti, kurumsal dağıtım amaçları için özel olarak geliştirilen özelleştirilebilir ajanlar barındırır. Bu ajanlar, öğretim tasarımcısı, laboratuvar asistanı ya da değerlendirme uzmanı gibi belirli rolleri üstlenerek akademik iş akışlarını daha verimli hale getirebilir. Öğrenme materyalleri oluşturma, öğrenci performansını analiz etme ve hedefe yönelik geri bildirim sağlama gibi görevlerde aktif rol oynayarak eğitim süreçlerine katkı sunar (Microsoft Education Team, 2025).

Eğitim için Claude: Anthropic'in Claude'un eğitim versiyonu, özel bir Öğrenme Modu içerir yansıtıcı düşünmeyi ve kavramsal akıl yürütmeyi vurgular (Moeid. Claude AI, 2025; Osni. Claude for Education, 2025). Claude, doğrudan açıklamalar yerine, anlayışı derinleştirmek için tasarlanmış sorgulayıcı sorularla sık sık cevap verir.

Meta Yapay Zeka (Llama 4 Scout ve Maverick): Llama 4 paketi, metin, görüntü ve videoların işlenmesinde verimliliği artıran eğitilmiş modeller içerir (Xu, 2025).

Perplexity AI: Perplexity, derin araştırma özelliklerini gerçek zamanlı alıntı mekanizmalarıyla birleştiren, konuşma tabanlı bir akademik arama motoru olarak kendini kanıtlamıştır (Perplexity AI, 2025).

Veterinerlik Müfredatında Yapay Zekanın Uygulamaları:

Yapay zekâ, veterinerlik eğitim müfredatının farklı alanlarında çok yönlü bir destek aracı olarak literatürde giderek daha fazla yer bulmaktadır. Veterinerlik tıbbının; biyolojik bilimler, klinik muhakeme, halk sağlığı, patoloji, parazitoloji ve gıda güvenliği gibi çeşitli disiplinleri bir arada barındıran yapısı göz önüne alındığında, yapay zekânın eğitim süreçlerine entegre edilmesi, mesleki uygulamalara daha yakın ve gerçek dünyayı yansıtan karmaşık, çok bileşenli ve veri odaklı öğrenme etkinliklerini desteklemek için önemli bir yöntem olarak değerlendirilmektedir.

Veteriner Halk Sağlığı ve Hayvan Sağlığı: Hayvan sağlığı; hastalıkların önlenmesi, teşhis, epidemiyoloji, gözetim ve halk sağlığı gibi konuları içine alan veteriner eğitiminin vazgeçilmez bir alanıdır. Yapay zekanın bu alana entegrasyonu, tahmine dayalı modelleme, simülasyon temelli öğrenme ve akıllı öğretim yaklaşımları sayesinde hem teorik bilgiye katkı sağlamakta hem de pratik yeteneklerin geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Bu konu, literatürde giderek daha fazla tartışılan bir potansiyel olarak öne çıkmaktadır.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Bulaşıcı Hastalıklar ve Tanı Desteği: Yapay zekâ tabanlı tanı destek sistemleri, test duyarlılığı, özgüllük ve karar eşikleri gibi kavramların açıklanması için eğitim aracı olarak önerilmektedir. Bu sistemlerin veterinerlik eğitimine entegre edilmesi, öğrencilerin algoritmaların ürettiği sonuçların klasik epidemiyolojik analizlerle nasıl örtüştüğünü ya da çeliştiğini değerlendirmelerine olanak tanıyarak tanısal akıl yürütme süreçlerini güçlendirebilir.

Koruyucu Hekimlik ve Risk Sınıflandırması: Koruyucu veteriner hekimliği, öğrencilerin riskleri modellemelerine, sonuçları tahmin etmelerine ve farklı müdahalelerin etkilerini değerlendirmelerine olanak tanıyan yapay zekâ destekli stratejilerden fayda sağlayabilecek bir alan olarak belirlenmiştir.

Anatomi ve Tıbbi Görüntüleme: Anatomi, veteriner hekimlerin yetiştirilmesinde merkezi bir öneme sahiptir ve yapısal ilişkilerin ayrıntılı bir şekilde anlaşılmasını ve klinik görüntüleri yorumlama yeteneğini gerektirir. Yapay zeka destekli araçlar, anatomi odaklı müfredatlarda hem temel eğitimi hem de daha gelişmiş tanı eğitimini desteklediği için giderek daha fazla tartışılmaktadır.

Görüntü Yorumlama ve Tahmin Modellemesi: Radyografik, BT ve MR görüntülerinin otomatik yorumlanmasında yaygın olarak uygulanmıştır.

Etkileşimli ve Sürükleyici Anatomik Eğitim: Yapay zeka destekli sanal ve artırılmış gerçeklik ortamları, dinamik 3B anatomik modellerin incelenmesini kolaylaştıran bir araç olarak tanımlanmıştır. Bu platformlar, öğrencilerin anatomik yapılarla etkileşimde bulunmasını, mekansal ilişkileri görselleştirmesini ve risksiz bir eğitim ortamında diseksiyona benzer deneyimler simüle etmesini mümkün kılmaktadır (Boral ve Mondal, 2025; Ng ve ark., 2024).

Gıda Bilimi, Gıda Teknolojisi ve Gıda Güvenliği: Gıda bilimi, mikrobiyoloji, işleme teknolojileri, hijyen, düzenlemeler ve halk sağlığını bir araya getiren, veterinerlik eğitiminin temel unsurlarından biridir. Yapay zekanın, endüstriyel ortamların simülasyonu, süreç analizi ve mikrobiyolojik değerlendirme desteği gibi çeşitli eğitim uygulamaları sunduğu üzerinde durulmuştur. Ayrıca, yapay zekanın literatür taraması, proje planlaması ve öğrenciler arasında eleştirel düşünme yeteneklerini geliştirme konusunda önemli bir katkı sağladığı belirtilmiştir.

Gıda İşleme ve Kalite Kontrolünde Yapay Zeka: Gıda teknolojisi ve mühendisliği eğitiminde, yapay zeka süreç optimizasyon egzersizlerini, kaynak yönetimi senaryolarını ve kalite değerlendirme faaliyetlerini desteklemek için uygulanmıştır.

Yapay Zekanın Entegrasyonuna İlişkin Etik, Pedagojik ve Klinik Hususlar:

Yapay zekânın eğitim sistemlerine giderek daha fazla entegre edilmesiyle birlikte, etik, eşitlik, akademik dürüstlük ve mesleki sorumluluk, veterinerlik kurumları açısından önemli tartışma başlıkları haline gelmiştir (Nguyen ve ark., 2023). Her ne kadar yapay zekâ eğitim alanında önemli pedagojik fırsatlar sunsa da, bu entegrasyon sürecinin öğrenme kalitesini, bilişsel gelişimi ve etik standartları olumsuz etkileyebilecek istenmeyen durumlara yol açma riskinden ötürü dikkatle ele alınması gerektiği belirtilmektedir. Özellikle veteriner hekimlik alanında, yapay zekâ tarafından sunulan değerlendirmelere ve tanı önerilerine aşırı güvenin, bağımsız

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

klinik düşünce geliştirme süreçlerini baltalama potansiyeline sahip olduğu vurgulanmaktadır. Klinik uygulamalarda ise, yapay zekâ sistemlerinin karmaşık ya da nadir karşılaşılan vakalarda sınırlı eğitim verisi nedeniyle yetersiz kalışı, bu teknolojilere aşırı güvenilmesi durumunda tanı sürecinde dikkatsizlik ve uyanıklık kaybına yol açabilir. Avrupa'da Genel Veri Koruma Tüzüğü (GDPR), yapay zekâ tabanlı eğitim platformlarının veri kullanımında minimizasyon, bilgilendirilmiş onam ve algoritmik şeffaflık gibi kritik gereksinimleri ortaya koymaktadır (Poireault, 2025). Ayrıca, Avrupa İlaç Ajansı ve Yeni Zelanda Veteriner Hekimler Birliği tarafından yayınlanan kılavuzlarda, yapay zekânın veterinerlik hizmetlerine entegrasyonunda yüksek etik ve operasyonel standartların korunmasının altı çizilmektedir (European Medicines Agency, 2025; New Zealand Veterinary Association, 2025). Sorumlu yapay zekâ kullanımında öncelikli prensipler arasında insan odaklı karar verme yaklaşımının sürdürülmesi, süreçlerin şeffaflığının sağlanması, teknolojilere eşit erişimin teşvik edilmesi ve yapay zekâ sistemlerinin performansının sürekli olarak izlenmesi gibi unsurlar yer almaktadır (deBrito ve ark., 2025; Reagan ve ark., 2025).

GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yapay zekâ, veterinerlik eğitimine hızla yön veren ve farklı alanlarda yeni fırsatlar sunan bir dönüşüm aracı haline gelmiştir. Anatomi, parazitoloji, gıda bilimi ve veteriner halk sağlığı gibi birçok disiplinde AI, kişiselleştirilmiş eğitim süreçleri oluşturma, tanısal muhakemeyi geliştirme, değerlendirme süreçlerini otomatikleştirme ve farklı veri setlerini entegre etme gibi yenilikçi yaklaşımlara imkân tanımaktadır. Yapılan örnek çalışmalar, yapay zekânın artık yalnızca destekleyici bir araç olmaktan çok, teorik bilgiye derinlik katan ve pratik becerilerin gelişimine güçlü katkılar sağlayan etkin bir eğitim materyali olarak öne çıktığını göstermektedir. Yapay zekânın en etkileyici özelliklerinden biri, öğrenme süreçlerini kullanıcının ihtiyaçlarına göre özelleştirebilme yetisidir. Bu, özellikle anatomi, patoloji ve tıbbi görüntüleme gibi alanlarda öğrenim süreçlerinin daha gerçekçi ve etkileşimli bir hale gelmesine büyük katkı sağlamaktadır. Ayrıca, gıda bilimi ve hijyen alanında geliştirilen yapay zeka destekli sanal laboratuvarlar ve tahmine dayalı mikrobiyoloji platformları, öğrencilerin teorik bilgiyi uygulamayla harmanlama becerisini artırmaktadır. Bu tür teknolojiler sayesinde öğrenciler, mikrobiyal davranış kalıplarını inceleme, süreç optimizasyonu üzerinde çalışma ve gıda güvenliği yönetim stratejileri geliştirme gibi gerçek dünya deneyimlerine bir adım daha yaklaşmakta, ancak bu süreçte doğrudan risk almadan öğrenimlerini sürdürebilmektedir. Bu teknolojik yenilikler, öğrencilerin yalnızca teknik kapasitelerini genişletmekle kalmayıp aynı zamanda güvenlik bilincini artırmalarını ve daha bilinçli kararlar alabilmelerini sağlamaktadır. Bu araştırmada asıl amaç, yapay zekâ teknolojileri – özellikle üretken ve çok katmanlı çözümler – konusundaki son gelişmeleri incelemek ve bu kapsamda veterinerlik eğitiminin özgün gereksinimlerine odaklanmaktır. Bununla birlikte, yapay zekânın etik ve sorumlu bir şekilde uygulanması sürecinde karşılaşılan zorlukları da gündeme getirmek önem arz etmektedir. Gelecekte çözüm odaklı yaklaşılması gereken bir dizi öncelikli mesele bulunmaktadır. Öncelikle, veterinerlik eğitiminde yapay zekâ araçlarının etkinliğini ölçmeye yönelik daha fazla ampirik araştırmaya ihtiyaç vardır. Bu kapsamda elde edilecek verilerin, öğrenim seviyeleri, tanı doğruluğu, pratik beceri geliştirme ve bilginin uzun vadeli sürdürülebilirliği üzerindeki etkileri değerlendirilmelidir. Bunun yanı sıra, veterinerlik eğitiminde dijital araçlar önemli bir

yere sahip olsa da eğitimin merkezinde klinik akıl yürütme, etik karar alma ve hayvan refahını hedefleyen insan uzmanlığının tutulması gereklidir. Yapay zekânın, mesleki yargının yerini alan değil, aksine onu destekleyen bir teknoloji olarak konumlanması kritik bir meseledir. Bu anlayış, hem klinik sorumlulukların korunmasını hem de veteriner bakımına olan güvenin sürdürülebilirliğini temin etmek için hayati öneme sahiptir.

KAYNAKÇA

Ahmad,K., Iqbal, W., El-Hassan, A., Qadir, J., Benhaddou, D., Ayyash, M., Alfuqaha, A. Data-driven artificial intelligence in education: A comprehensive review. IEEE Trans. Learn. Technol. 2024, 17, 12–31.

Bansal, G., Chamola, V., Hussain, A., Guizani, M., Niyato, D. Transforming conversations with AI: A comprehensive study of ChatGPT. Cogn. Comput. 2024, 16, 2487-2510.

Bent, D., Handa, K., Durmus, E., Tamkin, A., McCain, M., Ritchie, S., Jones, J. Anthropic Education Report: How Educators Use Claude. Anthropic. Available online: https://www.anthropic.com/news /anthropic-education-report-how-educators-use-claude (accessed on 15 December 2025).

Boral, K., Mondal, K. K. Comparing AI-generated responses: A study on ChatGPT, Gemini, and Copilot in education. J. Educ. Technol. Syst. 2025, 54, 291–309.

Chu, C. P. ChatGPT in veterinary medicine: A practical guidance of generative artificial intelligence in clinics, education, and research. Front. Vet. Sci. 2024, 11, 1395934.

deBrito, C., Redondo, J. I., Tadeo-Cervera, I., Bataller, E., García-Roselló, M., Cuquerella Madoz, I., Terrado, J. Integrating artificial intelligence into veterinary education: Student perspectives. Front. Vet. Sci. 2025, 12, 1641685.

Elad, B. AI in Education Statistics 2025: Funding, Privacy, and Performance. SQ Magazine. Available online: https://sqmagazine.co.uk/ai-in-education-statistics/ (accessed on 10 December 2025).

European Medicines Agency (EMA). Artificial Intelligence. Available online: https://www.ema.europa.eu/en/about-us/how we-work/data-regulation-big-data-other-sources/artificial-intelligence (accessed on 15 December 2025).

Gomes, C., Coheur, L., Tilley, P. A Review of Multimodal AI in Veterinary Diagnosis: Current Trends, Challenges, and Future Directions. IEEE Access. 2025, 13, 97846–97858.

Grant, M. J., Booth, A. A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. Health Inf. Libr. J. 2009, 26, 91–108.

Kapuscinski, M. Google Gemini vs. Microsoft Copilot: AI integration in Google Workspace and Microsoft 365. Available online: https://ttms.com/google-gemini-vs-microsoft-copilot-ai-integration-in-google-workspace-and-microsoft-365/ (accessed on 15 December 2025).

Kovari, A. AI for Decision Support: Balancing Accuracy, Transparency, and Trust Across Sectors. Information 2024, 15, 725.

Merino-Campos, C. The Impact of Artificial Intelligence on Personalized Learning in Higher Education: A Systematic Review. Trends High. Educ. 2025, 4, 17.

Meta AI. The Llama 4 Herd: The Beginning of a New Era of Natively Multimodal Intelligence. Available online: https://ai.meta.com/blog/llama-4-multimodal-intelligence/ (accessed on 15 December 2025).

Microsoft Education Team. Empowering Everyone with Agents in Copilot Chat. Available online: https://www.synergetics india.com/news/empower-everyone-with-agents-in-copilot-chat (accessed on 15 December 2025).

Moeid. Claude AI 2025 Features: Anthropic Upgrades for Students and Developers. Available online: https://moiid.com/en/ claude-ai-2025-features-revolutionize-education-and-coding-for-students-and-developers/ (accessed on 15 December 2025).

New Zealand Veterinary Association (NZVA). AI Use in Veterinary Services and Regulation. Available online: https://nzva.org.nz/assets/About-us/awna/AWNA_250326_08_AI.pdf (accessed on 15 December 2025).

Ng, D., Lee, M., Tan, R., Hu, X., Downie, J., Chu, S. A review of AI teaching and learning from 2000 to 2020. Educ. Inf. Technol. 2022, 28, 8445–8501.

Nguyen, A., Ngo, H. N., Hong, Y., Dang, B., Nguyen, B. P. T. Ethical Principles for Artificial Intelligence in Education: A Global Consensus Approach. Educ. Inf. Technol. 2023, 28, 4221–4241.

OpenAI. Introducing Study Mode. 2025. Available online: https://openai.com/es-ES/index/chatgpt-study-mode/ (accessed on 15 December 2025).

Osni. ClaudeforEducation: HowAIIsReinventingUniversityLearning? Availableonline: https://www.swiftask.ai/blog/claude for-education (accessed on 15 December 2025).

Paul, M., Dhami, D. Six Ways to Use NotebookLM to Master Any Subject. Google Blog. Available online: https://blog.google/innovation-and-ai/models-and-research/google-labs/notebooklm-student-features/ (accessed on 15 December 2025).

Perplexity AI. Bringing Perplexity to Education and Not-For-Profits. 2025. Available online: https://www.perplexity.ai/es/hub/ blog/bringing-perplexity-to-education-and-not-for-profits (accessed on 15 December 2025).

Poireault, K. EU Opens Door for AI Training Using Personal Data. Infosecurity Magazine. Available online: https://www.infosecurity-magazine.com/news/edpb-ai-training-personal-data/ (accessed on 15 December 2025).

Rashid, A., Kausik, M. AI revolutionizing industries worldwide. Hybrid Adv. 2024, 7, 100277.

Reagan, K. L., Boudreaux, K., Keller, S. M. Veterinary students exhibit low artificial intelligence literacy. Am. J. Vet. Res. 2025, 86, 1–6.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Reisser, E. AI in Training: How to Use Google NotebookLM for Course Creation. Available online: https://openelms.com/2025 /08/google-notebooklm-ai-in-training/ (accessed on 15 December 2025).

Russell, S., Norvig, P. Artificial Intelligence: A Modern Approach, 4th ed.; Pearson: Hoboken, NJ, USA, 2021.

Saxena, P., Saxena, V., Pandey, A., Flato, U., Shukla, K. Multiple Aspects of Artificial Intelligence; Book Saga Publications: Ahmedna gar, India, 2023.

Schlagwein, D., Willcocks, L. The ethics of using generative artificial intelligence in research. J. Inf. Technol. 2023, 38, 232–238.

Shrivastava, A., Pandey, A.; Singh, N.; Srivastava, S.; Srivastava, M.; Srivastava, A. Artificial intelligence: Evolution, methodolo gies, and applications. Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol. 2024, 12, 5501–5505.

Xu, S. The Complete Guide to DeepSeek Models: V3, R1, V3.1, V3.2 and Beyond. Available online: https://www.bentoml.com/ blog/the-complete-guide-to-deepseek-models-from-v3-to-r1-and-beyond (accessed on 15 December 2025).

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

PREBİYOTİK VE PROBİYOTİKLERİN VETERİNER HİSTOLOJİDE KULLANIMI

Doç. Dr. İsmail Şah HAREM
Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Histoloji Embriyoloji Anabilim Dalı
harem@harran.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-5947-4118

ÖZET

Son yıllarda veteriner hekimlikte bağırsak sağlığının hayvan performansı, bağışıklık sistemi ve genel fizyolojik denge üzerindeki kritik rolü daha iyi anlaşılmıştır. Özellikle yoğun üretim sistemlerinde, bağırsak mikroflorasının dengesi hayvan sağlığının sürdürülebilirliği açısından belirleyici bir faktör olarak kabul edilmektedir. Günümüzde hayvansal üretimde antibiyotiklerin yaygın kullanımı, başta Antibiyotik Direnci olmak üzere ciddi küresel sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Bu durum, hem hayvan sağlığını hem de insan sağlığını tehdit eden önemli bir problem haline gelmiştir. Antibiyotiklerin birçok ülkede yasaklanmasıyla birlikte, veteriner hekimlikte alternatif yaklaşımlar ön plana çıkmıştır. Bu alternatiflerin başında probiyotikler **ve** prebiyotikler gelmektedir. Probiyotikler, yeterli miktarda alındığında konak sağlığı üzerinde olumlu etkiler oluşturan canlı mikroorganizmalardır. Prebiyotikler ise sindirilemeyen ancak bağırsak mikroorganizmalarının aktivitesini ve kompozisyonunu olumlu yönde etkileyen bileşiklerdir. Bu iki grup, bağırsak mikrobiyotasını düzenleyerek sadece fizyolojik süreçleri değil, aynı zamanda doku düzeyinde histolojik yapıyı da doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir. Veteriner histoloji açısından değerlendirildiğinde, probiyotiklerin bağırsak histolojisi üzerindeki etkileri çok yönlüdür. Yapılan çalışmalar, probiyotik uygulamalarının villus yüksekliğini artırdığını ve kript derinliğini optimize ettiğini göstermektedir. Bu durum, bağırsak yüzey alanının genişlemesine ve besin emilim kapasitesinin artmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca probiyotikler, epitel hücrelerindeki bağlantıları güçlendirerek patojen mikroorganizmaların translokasyonunu engellemede önemlidir. Probiyotiklerin bir diğer önemli etkisi de immun sistem üzerinedir. Lenfoid dokularda, özellikle bağırsakla ilişkili lenfoid dokularda (GALT), hücresel aktivitenin arttığı ve immun yanıtın güçlendiği rapor edilmiştir. Prebiyotikler, bağırsakta faydalı bakterilerin çoğalmasını teşvik ederek mikrobiyota kompozisyonunu değiştirirler. Histolojik olarak prebiyotik uygulamaları, goblet hücre sayısında artış ve mukus tabakasında kalınlaşma ile ilişkilidir. Bu durum, bağırsak mukozasının korunmasına ve patojenlere karşı direncin artmasına katkı sağlar. Antibiyotiklerin uzun süreli kullanımı, direnç gelişimi ve kalıntı sorunları gibi önemli problemlere yol açmaktadır. Bu nedenle, probiyotik ve prebiyotikler, antibiyotiklere alternatif olarak giderek daha fazla tercih edilmektedir. Histolojik düzeyde sağladıkları iyileşmeler, bu bileşenlerin sadece performans artırıcı değil aynı zamanda koruyucu ajanlar olduğunu göstermektedir. Probiyotik ve prebiyotikler, veteriner histolojide özellikle bağırsak dokusu üzerinde belirgin ve olumlu etkiler oluşturan önemli biyolojik ajanlardır. Aynı zamanda immün sistem üzerinde de destekleyici etkiler göstermektedir. Gelecekte yapılacak akademik araştırmalar hayvansal üretim açısından önemli katkılar sunacaktır.

Anahtar Kelimeler: Probiyotik, Prebiyotik, Veteriner Histoloji, Bağırsak Sağlığı

1. GİRİŞ

Probiyotik terimi Latince "pro" ve "bios" köklerinden türetilmiştir ve "canlı için" anlamı taşımaktadır. Probiyotikler keşfinden itibaren geçen zaman içerisinde araştırmacılar tarafından farklı şekilde tanımlanmışlardır. İlk olarak 1965 yılında "Bir protozoa tarafından sentezlenen, bir diğer protozoanın gelişimini teşvik eden bileşikler" olarak tanımlanmıştır. Günümüzde ise yapılan araştırmalar ve belirlenen yeni kullanım alanları nedeniyle probiyotikler, "kalitatif ya da kantitatif olarak bağırsak mikroflorasını etkileyen veya immun sistemin durumunu değiştirerek yararlı etkilerini tetikleyen, insan ve hayvanlar tarafından tüketilen canlı mikroorganizma preparatları" olarak tanımlanmaktadır (Fuller, 2004; Wang ve ark., 2016).

Probiyotikler hakkındaki ilk çalışma 19. yüzyılın sonlarında Nobel ödüllü Rus bilim adamı Elie Metchnikoff tarafından yapılmıştır. Metchnikoft, Bulgar dağ köylüleri tarafından tüketilen fermente sütler üzerinde araştırmalar yapmış ve sütte probiyotiklerin (laktik asit bakterilerinin) varlığını tespit etmiştir. Araştırıcı ayrıca mikrofloranın oluşumu üzerinde de sistematik çalışmalar yapmış ve fermente süt ürünlerinin otointoksikasyonunu, yani vücutta bulunan toksik maddelerin etkilerini önlediği hipotezini öne sürmüştür (Schrezenmeir ve De Vrese, 2001).

Prebiyotik terimi "kolon bakterilerinden birinin veya az bir kısmının çoğalması ve/veya aktivitesini etkileyerek yararlı bir etki oluşturan sindirilmeyen gıda maddesi" olarak tanımlanmıştır. Prebiyotikler, sindirilmeyen gıda içerikleri olup, insan ve hayvan sağlığını olumlu yönde etkileyen kolon bakterilerinin gelişmesini teşvik eden karbonhidratlardır. Diğer bir deyişle gastrointestinal mikroflora kompozisyonunda ve/veya aktivitesinde yararlı değişiklikler yapabilen seçici olarak fermente edilen bileşiklerdir (Gibson ve Roberfroid, 1995; Jahanpour ve ark., 2015).

1. PROBİYOTİKLER

Probiyotik, yeterli miktarda alındığında konağın sağlığı ve fizyolojisi üzerinde yararlı etkileri olan canlı mikroorganizmalardır (Şener ve ark., 2008). Fermente süt ürünleri, turşu, çiğ sucuk, ekmek, bira, şarap, kımız ve kefir probiyotiklerden zengin gıda maddeleridir (Yağcı, 2002). Gıda maddesiyle alınan probiyotiklerin bağırsak sistemine canlı olarak ulaşması ve gıda maddesinin en az 106 koloni/g ve daha fazla sayıda canlı probiyotik bakteri içermesi gerektiği ve içinde bulundukları gıdanın üretimi ve raf ömrü süresince canlı kalabilmeleri gerektiği bildirilmektedir (Samona ve Robinson, 1994). Probiyotikler esas olarak laktik asit bakterileridir. Yoğurt yapımında kullanılan mikroorganizmalar (Laktobacillus bulgaricus ve Streptococcus thermophilus) dışında tüm laktik asit bakterileri bağırsak florası elemanlarıdır. Probiyotik olarak en sıklıkla kullanılan mikroorganizmalar laktik asit bakterileri (Lactobacillus spp, Streptococcus spp, Enterococcus spp, Leuconostoc spp, Pediococcus spp, Bifidobacterium spp.) ve Saccharomyces boulardii'dir. S.boulardii, ilk kez Dr. Boulard tarafından Uzakdoğuda yetişen tropikal bir meyvenin kabuğundan izole edilen bir maya mantarıdır (Reid ve ark., 2003; Gültekin, 2004). Gastrointestinal sistem'in normal florası doğumda steril iken yeni doğan dönemde değişikliğe uğrayarak normal florasını kazanır. Doğumun 2. ve 5. günlerinden itibaren anne sütü alımına bağlı olarak Bifidobakteriler 1. haftanın sonunda gaitanın florasında (1010-

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

1011/g gaita) bol miktarda bulunmakta olup immun sistemin aktivasyonuna aracılık etmektedirler. (Vanderhoof ve Rosemary, 2002; İnanç ve ark., 2005).

Probiyotik mikroorganizmaların insan sağlığına katkıda bulunduğu en önemli etkiler; laktoz intoleransı ve kabızlık semptomlarının hafifletilmesi, çeşitli tip diyarelerin önlenmesi ve tedavisi, immun sistemin uyarılması, antitümör ve antikanserojen etkiler olarak sayılabilir (Salminen ve ark.,1998; Kınık ve Gürsoy, 2006).

1.1. Probiyotik Mikroorganizmaların Etki Mekanizması

1. 1. 1. Patojen Bakterilerin Sayısını Azaltma: Probiyotikler, patojen mikroorganizmalar üzerine direkt antagonistik etki yaparak, patojen bakterilerin üremesini engelleyen antimikrobiyal peptid (mikrosin, inhibitör bakteriyosin) üretirler.

1. 1. 2. Barsak Yüzeyine Yapışma: Probiyotikler, patojenlerin üremesine ve invazyonuna birçok yolla engel olurlar. Bu maddeler, mukus katmanı ve epiteliyal hücrelerdeki sınırlı sayıdaki yerler için patojen bakterilerle yarışırlar, patojenlerin adezyonunu önlerler, sayı ve hacim avantajları ile patojenlerin girmesini zorlaştırır ve epiteliyal bariyeri güçlendirerek translokasyonunu önlerler.

1. 1. 3. Besin Elementleri İçin Rekabet: Probiyotikler, patojenlerin üremek için gereksinim duydukları besin maddelerini tüketerek, üremelerini inhibe ederler.

1. 1. 4. Enzim Aktivitesi: Metabolizma üzerine etki yaparlar. Barsak enzim aktivitesine etki ederek laktaz, maltaz, sükraz aktivitesini arttırırlar.

1. 1. 5. Toksin ve Toksin Reseptörlerine Etkisi: Probiyotikler indol, amin, amonyak gibi toksik maddelerin bağırsaklardan emilimini azaltırlar

1. 1. 6. İmmun Sistem Üzerine Etkileri: Probiyotikler antimikrobiyal etkilerinden başka, immunoglobulin salınımının artması, daha ağır dalak, timus ve Bursa Fabricius elde edilmesi, sitokinlerin ve interferonların daha fazla üretilmesi, lenfosit aktivitesini ve makrofajları uyarmak ve immunoglobulin üretimini artırmak gibi çeşitli mekanizmalarla hayvanların immun sistemlerini uyararak sağlıkları üzerine olumlu yönde etkin rol oynamaktadırlar. İçme suyuna ya da yemlere karıştırılarak verilen probiyotikler hayvanların yemden yararlanma oranlarını artırarak, bağırsak florasını dengeleyip düzene sokar, ayrıca mikroorganizmaların vücudun savunma sisteminde meydana getireceği zararlı etkileri önleyerek hayvan sağlığının korunmasına katkı sağlar (Ayasan ve ark., 2006; Karslı ve Dönmez, 2007).

Probiyotik mikroorganizmaların klinik kullanımı ile ilgili çalışmalar gün geçtikçe çoğalmaktadır. Özellikle intestinal sistem hastalıkları başta olmak üzere karaciğer, ağız-diş sağlığı, ürogenital sistem hastalıkları, laktoz intoleransı, konstipasyon semptomlarının hafifletilmesi, immun sistemin uyarılması, allerji, kanser, çeşitli tip diyarelerin önlenmesi, kolesterol düzeyinin regülasyonu ile ilgili pozitif etkilerden bahsedilmektedir. İntestinal sistem hastalıklarından antibiyotik kullanımına bağlı diyarelerde, ülseratif kolit, chron hastalığı, spastik kolon-irritabl barsak sendromu, nekrotizan enterokolit gibi inflamatuar barsak hastalıklarında kullanımı ile ilgili pek çok çalışma yapılmaktadır (Kınık ve Gürsoy, 2006).

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

1. 1. 7. Antibiyotik İlişkili Diyareler Üzerine Etkileri: Enfeksiyonlarda oral yolla alınan antibiyotikler patojen mikroorganizmaları yıkımladığı gibi barsak florasında doğal olarak bulunan faydalı bakterileri de yıkımlar. Buna bağlı olarak da antibiyotiğe bağlı diyare şekillenebilmektedir (Gönç ve Akalın, 1995). Yapılan çalışmalarda ishal şikayeti olan hastalara probiyotik verilmesinin hastalığı önemli ölçüde azalttığı bildirilmektedir.

1. 1. 8. Inflamatuvar Barsak Hastalıklarında Kullanımı:

Ülseratif Kolit (UC), Chron Hastalığı, Spastik Kolon-İrritabl Bağırsak Sendromu, Helicobacter Pylori gibi hastalıklarda sıklıkla probiyotikler kullanılmaktadır.

1.1. 9. Karaciğer Fonksiyonlarına Etkisi: Hepatik ensefalopati ve siroz bu hastalıklarda, probiyotiklerin bağırsaklardan karaciğere kanı getiren portal damarda taşınan kanın amonyak seviyesini ve bakteriyel üreaz seviyesini düşürdüğü, pH'yı düşürerek amonyak absorbsiyonunu ve intestinal geçirgenliği azalttığı bildirilmektedir (Solga, 2003).

Probiyotiklerin bulunduğu konakçıdaki diğer mikroorganizmalara karşı güçlü etkileri olduğu ve konakçıya yararları olduğu kesin olarak kabul edilmiştir. Ancak probiyotik olarak kullanılacak mikroorganizmalarda bazı özelliklerin bulunması istenmektedir:

-Güvenilir olmalıdır. Kullanıldığı insan ve hayvanda yan etki oluşturmamalıdır.

-Stabil olmalıdır. Olumsuz koşullardan etkilenmeden bağırsakta metabolize olmalıdır.

-Bağırsak hücrelerine tutunabilmeli ve kolonize olabilmelidir.

-Patojenik bakterilere antagonistik etki yapmalıdır.

-Antimikrobiyal maddeler üretmelidir.

-Antibiyotiklere dirençli olmalıdır.

-Üretim ve depolama sırasında canlılığını ve aktivitesini koruyabilmelidir.

-Patojenik olmamalı ve toksin üretmemelidir.

-Probiyotik üretiminde kullanılan suşlar aktarılabilir antibiyotik direnç genleri içermemelidir (Ezema, 2013).

2. PREBİYOTİKLER

Prebiyotikler, sindirilmeyen gıda içerikleri olup, insan ve hayvan sağlığını olumlu yönde etkileyen kolon bakterilerinin gelişmesini teşvik eden karbonhidratlardır (Naidu ve ark., 1999). Diğer bir deyişle gastrointestinal mikroflora kompozisyonunda ve/veya aktivitesinde yararlı değişiklikler yapabilen seçici olarak fermente edilen bileşiklerdir (Gibson ve Roberfroid, 2008). Prebiyotiklerin hayvanların beslenmesinde kullanımında oligosakkaritlerin laktik asit düzeyini artırma, sindirim sistemi pH'sını yükseltme, yararlı bakteri sayısında artışa sebep olma özelliklerinden faydalanılmaktadır. Diğer yandan, intestinal mukozayı barsak villilerini arttırdığı, özellikle jejunumda maltaz, aminopeptidaz ve alkali fosfataz aktivitesini arttırdığı da bildirilmektedir (Iji ve ark., 1999; Tunç, 2007). Yapılan çalışmalarda broyler rasyonlarına prebiyotik preperatı ilave edilmesiyle canlı ağırlık artışı, yemden yararlanma oranında artış tespit edilmiştir (Kumprecht ve ark., 1997).

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Çizelge1. Gıdalarda kullanılan başlıca prebiyotikler

Inulin	Ksilo-oligosakkaritler
Laktuloz	Palatinoz
Frukto-oligosakkaritler	Pirodekstrinler
Galakto-oligosakkaritler	Laktosukroz
Laktosukroz	Sorbitol
Gluko-oligosakkaritler	İzomalto-oligosakkaritler
Raftilin	Soyaoligosakkaritleri
Oligomat	Gentio-oligosakkaritler

Veteriner histolojik çalışmalarda prebiyotik ve probiyotiklerin şu değişimlere yol açtığı gözlemlenmiştir:

Bağırsak Epitel Organizasyonu ve Yenilenmesi: Enterosit Dinamiği. Enterosit proliferasyonunu artırır. Kript bölgesinde mitoz bölünmeyi arttırır ve böylece hücre yenilenme süresini optimize ederek diferansiyasyonu hızlandırır. Daha düzenli epitel dizilimi, Apikal mikrovillus yoğunluğunda artış, Hücre sınırlarının belirginleşmesine neden olur.

Villus Morfolojisi: Bağırsak villuslarının boyunda (villus yüksekliği) artış ve kript derinliğinde azalma görülür. Aşırı derinleşme baskılanır. Dengeli proliferasyon sağlanır. Bu durum, besin emilimi için daha geniş bir yüzey alanı anlamına gelir.

Epitel Bütünlüğü: Hücrelerarası bağlantı komplekslerinden olan Tight Junction (Sıkı Bağlantılar)'da Occludin, Claudin ve ZO-1 ekspresyonunu arttırır. Hücreler arası geçirgenlik azalır. Bunun sonucunda epitel bütünlüğü korunur ve interselüler boşluklar azalır.

Lenfosit ve Plazma Hücreleri: IgA üreten plazma hücrelerinin sayısında artışa neden olarak CD4+ ve CD8+ hücre dengesi düzenlenir. Peyer Plaklarında lenfoid folikül aktivitesi artar. Germinal merkez (Centrum germinativum) gelişimi belirginleşir. Kronik inflamatuar hücre infiltrasyonu azalır ve doku hasarı minimalize edilir.

İnflamasyon ve Sitokin Yanıtı: Histolojik olarak Proinflamatuar Sitokinlerden TNF-α, IL-6 ve ödem azalır. Epitel hasarı geriler. Anti-inflamatuar Sitokinlerden IL-10 artar ve doku daha

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

stabil ve homeostatik görünüm kazanır. Aşırı hücre ölümü baskılanır. Ki-67 pozitif hücre sayısı artarak proliferasyon şekillenir.

Oksidatif Stres ve Doku Hasarı: Antioksidan etki sayesinde serbest radikal hasarı azalır. Lipid peroksidasyonu azalır ve bunun sonucunda hücresel dejenerasyon azalır, nekroz odakları kaybolur.

Bağırsak Dışı Organlara Histolojik Etkiler: Karaciğerde steatozis azalır. Hepatosit yapısı korunur. Sinüzoid organizasyonu düzelir. Böbrekte tubüler dejenerasyon azalır. Glomerüler yapı korunur. Rumende papilla uzunluğu artar. Keratinizasyon dengelenir.

Goblet Hücre Sayısı: Müsin salgılayan goblet hücrelerinin sayısında artış izlenir. Bu, patojenlere karşı koruyucu bir mukus bariyerinin güçlendiğinin histolojik göstergesidir. Bunun sonucunda patojen adezyonu azalır ve mekanik ve kimyasal bariyer güçlenir.

Genel olarak; Probiyotik ve prebiyotiklerin dokularda; Epitel bütünlüğünü koruyarak, Villus yapısını geliştirerek, Mukus bariyerini güçlendirerek, İmmun yanıtı düzenleyerek, İnflamasyonu azaltarak ve sistemik organları koruyarak histolojik etkilerini gösterirler.

Veteriner hekimlikte bu maddelerin kullanımı sadece klinik bir destek değil, aynı zamanda doku düzeyinde rejeneratif (yenileyici) ve koruyucu bir strateji olarak değerlendirilir.
Çiftlik Hayvanları (Kanatlı, Ruminant): Büyüme performansını artırmak ve bağırsak histolojisini optimize ederek yemden yararlanmayı maksimize etmek için kullanılır.

Pet Hayvanları (Kedi, Köpek): Kronik enteropati veya antibiyotik kaynaklı diyare durumlarında bağırsak mukozasının onarımı ve doku sağlığının korunması amacıyla tercih edilir.

Su Ürünleri: Balıkların bağırsak epitel yapısını güçlendirerek hastalıklara karşı direnç sağlamak amacıyla incelenmektedir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Veteriner histolojide prebiyotik ve probiyotik kullanımı, bu maddelerin gastrointestinal kanalın mikro mimarisi üzerindeki hücresel ve doku düzeyindeki etkilerini incelemeye odaklanır. Doğrudan bir "histolojik teknik" olmaktan ziyade, histolojik analizler bu maddelerin bağırsak sağlığı üzerindeki etkinliğini kanıtlamak için kullanılan temel araçlardır.
Probiyotiklerin etkileri veteriner laboratuvarlarında şu yöntemlerle değerlendirilir:
Lenfoid Dokuların İncelenmesi: Bağırsakla ilişkili lenfoid dokulardaki (GALT-Peyer plakları) değişimler histolojik olarak takip edilir.

İnflamasyonun Azaltılması: Histopatolojik kesitlerde nötrofil infiltrasyonu ve ödem gibi yangısal belirtilerin azaldığı tespit edilebilir.

Hücre Proliferasyonu: Kriptlerdeki hücre bölünme hızının (mitotik indeks) takibi ile bağırsak rejenerasyon kapasitesi ölçülür.

Deneysel çalışmalarda hayvanlar gruplara ayrılır.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Birinci gruptaki yani kontrol grubuna Probiyotik içermeyen içme suyu verilir ve normal şartlar altında (NŞA) (24 ^{o}C) tutulur.
İkinci grup fermente edilmiş doğal Laktik asit bakterisi (Taze-sıvı) içeren içme suyu verilen ve normal şartlar altında (NŞA) (24 ^{o}C) tutulur. Bizim daha önce yaptığımız bir çalışmada; üçüncü gruba probiyotik içermeyen içme suyu verildi ve sıcak stresine maruz bırakıldı (günde (8-12) saat 30-34°C sıcaklık stresi uygulanan). Dördüncü gruba ise fermente edilmiş doğal LAB (Taze-sıvı) içeren içme suyu verildi ve sıcak stresine maruz bırakıldı (günde (8-12) saat 30-34°C sıcaklık stresi uygulanan).
İlk iki haftada ortamın sıcaklığı 34 ^{o}C'den 24 ^{o}C'ye dereceli olarak düşürüldü. Gruplara ad libitum yem ve su verildi. Sürekli aydınlık ortam sağlandı. NŞA'daki grupta 24 ^{o}C klima kullanılarak, sıcak stres gruplarındaki sıcaklık ise elektrikli ısıtıcıdan yararlanılarak sağlandı. Üçüncü haftanın başından itibaren sıcak stresi grubuna sıcak uygulamasına başlandı (30-34 ^{o}C, günde 8-12 saat). Civcivler 42. günü doldurduklarında her gruptan ortalama canlı ağırlığa erişmiş olan 10'ar adet bıldırcının dekapitasyon yöntemi ile ötenazileri yapıldı. Ötenazileri yapılan hayvanlara ait Bursa Fabricius, Timus, ince bağırsak örnekleri alınarak histolojik ve immunohistokimyasal incelemeler için %10 nötral formalinde 24 saat, tespit edildi ve parafinde bloklandı. Çalışmada olgun T lenfositleri belirlemek için Mouse anti-chicken CD3, yardımcı T lenfositleri belirlemek için Mouse anti-chicken CD4, sitotoksik T lenfositleri belirlemek için Mouse anti-chicken CD8 ve B lenfositleri belirlemek için CD79a primer antikorları kullanıldı. Böylece hem humoral hem de hücresel yanıt ortaya konuldu. Bunun yanında dokulardaki histolojik değişiklikleri belirlemek amacıyla seri kesitlere ayrıca Masson's trikrom boyası (Denk ve ark., 1989) uygulandı.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Probiyotiklerin akut bir hastalığın tedavisinde antibiyotiklerin yerini alması düşünülmese de koruyucu tedavide ve hayvanlarda büyümenin teşvik edilmesinde antibiyotiklere alternatif olarak kullanımı mümkün görülmektedir. Gelecekte bunların kullanımları daha yaygın hale gelecek, farklı koşullar altında hayvanlardan maksimum verim alınabilecektir. Probiyotiklerin hayvan beslemede büyütme faktörü olarak etkin bir şekilde kullanılabilmesi için, probiyotiklerin üretiminden karma yemde kullanımına kadar olan her aşamada pek çok unsura dikkat edilmelidir. Ayrıca probiyotiklerin yeme katılması ve depolanması esnasında uzun süre canlılıklarını koruyabilmelerinin sağlanması ve diğer yem katkı maddeleri ile birlikte kullanılma olanaklarının araştırılması ve bu araştırma sonuçlarının pratiğe aktarılması gerekmektedir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Sonuç olarak, Probiyotiklerin, insan ve hayvan sağlığının korunmasında ve hem gastrointestinal sistem hem de immun sistem üzerindeki etkilerinden dolayı birçok hastalığın tedavisinde kullanımı giderek artmaktadır. Probiyotiklerin barsaklarda geçici süreli kolonize olduğu, kullanımlarında bu nedenle de düzenli yararlı etkiler gösterebileceği bilinmelidir. Sağlıklı bir yaşam için beslenmede öncelikle doğal pre-probiyotiklere yer verilmelidir. Tüketim alışkanlıklarımız içinde yer alan probiyotik yiyeceklerden olan yoğurt ve kefir gibi fermente süt ürünleri ile doğal prebiyotik kaynağı olan sebze ve meyvelerin tüketiminin artması konusunda halkın bilinçlendirilmesi gereklidir. Gerekli görüldüğü durumlarda, yapay pre- ve

probiyotiklerin özellikle bağırsak hastalıklarında kullanılmasının faydalı yoğun etkiler oluşturduğu bilinmelidir.

KAYNAKÇA

Ayasan, T., Ozcan, B. D., Baylan, M., & Canogullari, S., The effects of dietary inclusion of probiotic protexin on egg yield parameters of Japanese quails (Coturnix coturnix Japonica). International journal of poultry science, 5(8), 776-779, 2006.

Ezema, C., Probiotics in animal production: A review. Journal of Veterinary Medicine and Animal Health, 5(11), 308-316, 2013.

Fuller, R., Reasons for the apparent variation in the probiotic response. Biologia, 61(6), 751-754, 2006.

Gibson, G. R., & Roberfroid, M. B., Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. The Journal of nutrition, 125(6), 1401-1412, 1995.

Gönç, S., Akalın A., Yoğurtta canlı olarak bulunan Lactobacillus acidophilus ve Lactobacillus bifidus'un organizma ve sağlık üzerine etkisi. İzmir. Proje No: Vhag-1168, 1995.

Gültekin, M., Probiyotikler. ANKEM Derg., 18 (Ek 2), 87-89, 2004.

Iji, P. A., Tivey, D. R., The use of oligosaccharides in broiler diets. Proceedings of the 12th Europen Symposium on Poultry Nutrition. 129, 1402 1406. World's Poultry Sci. Assoc., Dutch Branch. Veldhoven, the Netherlands, 1999.

İnanç, N., Şahin, H., Çiçek, B., Probiyotik ve prebiyotiklerin sağlık üzerine etkileri. Erciyes Tıp Derg., 27, 122-127, 2005.

Jahanpour, S., Ghazisaidi, K., Davoodi, H., Mazandarani, M., Samet, M., Jahanpour, N., & Ghaemi, E. A., Antimicrobial effects of folk medicinal plants from the North of Iran against Mycobacterium tuberculosis. Arch Pediatr, 3(1), e18098, 2015.

Karslı, M. A., & Dönmez, H. H., Sıcaklık stresi oluşturulan broylerlerde rasyona ilave edilen bitki ekstraktının büyüme performansı ve ince bağırsak villusları üzerine etkisi. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 2(4), 143-148, 2007.

Kınık, Ö., Gürsoy, O., Probiyotik bakterilerin klinik uygulamalarında yeni gelişmeler-I, Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 43, 181-188, 2006.

Kumprecht, I., Zobac P., Sikse V., Sefton A. E., Spring P., Effect of dietary, mannanoligosaccharide level on live weight and feed efficiency of broilers. Proceedings Int. Symp. Nondigestible Oligosaccharides. Graduate School Vlag, Wageningennl, 144, 1997.

Naidu, A. S., Bidlack, W. R., Clemens, R. A., Probiotic spectra of lactic acid bacteria. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 38, 13-126, 1999.

Reid, G., Jass, J., Sebulsky, M. T., Mc Cormick, J. K., Potential uses of probiotics Reid in clinical practice. Clinic Microbiol. Rev., 16, 658-672, 2003.

Salminen, S., Ouwehand, A. C., Isolauri, E., Clinical applications of probiotic bacteria. International Dairy Journal, 8(5-6), 563-572, 1998.

Samona, A., Robinson, R. K., Effect of yogurt cultures on the survival of bifidobacteria in fermented milks. J. Dairy Tech., 47, 58-60, 1994.

Schrezenmeir, J., De Vrese, M., Probiotics, prebiotics, and synbiotics—approaching a definition. The American journal of clinical nutrition, 73(2), 361s-364s, 2001.

Solga, S. F., Probiotics can treat hepatic encephalopathy. Medical Hypotheses, 61, 307-313, 2003.

Şener, A., Temiz, A., Toğay, S. Ö., Bağcı, U., Çesitli prebiyotiklerin Bifidobacterium animalis Subsp. Lactis Bb-12'nin gelişimi ve asitlik geliştirme özelliği üzerine in vitro etkileri. Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum, 2008.

Tunç, M. A., Humatların koyunlarda rumen parametreleri ve bazı kan değerleri üzerine etkisi. Atatürk Üniv. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları A.D. Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, s.9, 2007.

Vanderhoof, A., Rosemary, Y., Probiotics in pediatrics. Pediatrics, 109, 956-958, 2002.

Yağcı, R., Prebiyotikler ve probiyotikler. Çocuk Sağl. Hast. Derg., 45, 337-344, 2002.

Wang, Z., Wang, L., Chen, Z., Ma, X., Yang, X., Zhang, J., Jiang, Z., In vitro evaluation of swine-derived Lactobacillus reuteri: probiotic properties and effects on intestinal porcine epithelial cells challenged with enterotoxigenic Escherichia coli K88. J. Microbiol. Biotechnol, 26(6), 1018-1025, 2016.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

CLASSIFICATION OF TOMATO DISEASES UNDER REAL FIELD CONDITIONS: COMPARATIVE ANALYSIS OF EFFICIENTNET MODELS

Asst. Prof. İbrahim ARUK

Faculty of Engineering, Architecture and Design, Department of Software Engineering, Kahramanmaras Istiklal University, Kahramanmaras, Turkey.

ibrahim.aruk@istiklal.edu.tr – ORCID: 0009-0003-7483-4542

ABSTRACT

Reduction of crop yield loss and realization of sustainable agriculture objectives are essential in plant cultivation. For this purpose, the diagnosis of plant diseases at an early stage and with high accuracy is of prime importance. However, the existing traditional approaches and artificial intelligence models developed in laboratory environments have not been able to realize the required level of success in practical agricultural fields, where complex backgrounds and varying lighting conditions are involved. To bridge the existing gap in the existing literature, this research work proposes a classification model based on deep learning techniques on the Tomato-Village dataset, which was collected from practical agricultural field conditions and contains not only pathological diseases but also severe nutrient deficiencies. As part of the research work, four different variations (B0, B1, B2, and B3) of the EfficientNet model, which is recognized for its high parameter efficiency and composite scaling property, were developed using a transfer learning approach, and their performances were compared. The experimental results revealed that all four models were able to realize an overall accuracy success rate above 0.9400. Among the four models, EfficientNet-B3 performed best with an accuracy of 0.9740 and an F1-score of 0.9738.

Keywords: Deep learning, CNN, EfficientNet, Classification, Tomota-Village.

1. INTRODUCTION

Crop production is an important aspect in fulfilling the food requirements of the ever-increasing global population (Imam et al., 2024). However, it faces challenges from different biotic and abiotic components (Al-Shamasneh & Ibrahim, 2024). Crop diseases, in particular, result in severe losses of crop yield and quality if not identified in time. This affects food security (Cosma & Cosma, 2024). Identification of crop diseases using conventional approaches is typically dependent on human expertise (Siddiky et al., 2024). This approach is a time-consuming and expensive process. Its usability in large agricultural land areas is not feasible (Poly et al., 2024). In this regard, the application of technology in agriculture has become an imperative, and precision agriculture has emerged as a prominent area of interest.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Recently, artificial intelligence and, in particular, deep learning approaches have demonstrated remarkable success in the area of computer vision (S et al., 2024). It has become a norm in finding solutions to problems in the agricultural domain (Siddiky et al., 2024; Thorat et al., 2024). Unlike traditional machine learning approaches, Convolutional Neural Networks (CNN), which automatically extract features from images without the need for further processing, have demonstrated notable results in the identification of plant diseases (Sun et al., 2024). CNN models analyze complex visual inputs and are capable of identifying minute details and symptoms of diseases beyond human recognition with high accuracy (Samal & Verma, 2024).

A review of the current literature reveals that CNN-based models are widely used in the detection of plant diseases. For example, (YILDIZ et al., 2024) used deep learning methods to detect diseases on tomato leaves. In their study, they emphasized that automated diagnosis increased efficiency. Anandh et al. (Vivek Anandh et al., 2024) demonstrated the effectiveness of CNN models and transfer learning techniques in multi-class disease detection problems. However, while the success of deep learning models is often associated with the depth of the model and the number of parameters, this also entails high computational costs. In another study, Sivasankari et al. (S et al., 2024) achieved high accuracy rates by comparing models such as VGG16 and Xception. However, running such heavy models on agricultural IoT devices with hardware constraints is a challenging task. At this point, there is a need for architectures that offer both high accuracy and computational efficiency.

One of the strongest candidates addressing this need is the EfficientNet architecture family. Sun et al. (Sun et al., 2024) achieved high performance in tomato diseases by combining EfficientNetv2 with Transformer structures in their work. Thanks to the compound scaling method, which increases depth, width, and resolution parameters in a balanced manner, EfficientNet can deliver better results with fewer parameters than many previous models. There are studies in the literature (Imam et al., 2024) on the hybrid use of lightweight architectures such as MobileNet with SVM. A detailed analysis of the performance-cost balance of the versions within the EfficientNet family (B0-B3) on agricultural datasets is still a current research topic.

In this study, tomato leaf images from the Tomato-Village dataset were used to comprehensively analyze the performance of four different variations of the EfficientNet family (B0, B1, B2, B3) in disease detection. The main motivation of the study is not only to achieve the highest accuracy but also to present the most efficient solution in terms of training time and model complexity. The main contributions of this paper to the literature are as follows:

- The performance of different EfficientNet families for detecting tomato plant diseases is presented comparatively using accuracy, precision, recall, and F1-score metrics.
- Not only the accuracy rates of the models, but also their training times and computational costs were analyzed, and the most suitable model architecture for real-time applications was recommended.
- The results obtained provide experimental data that will serve as a reference in the development of deep learning-based early warning systems.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Dataset

The effective use of deep learning models in agricultural fields is directly dependent on how well the training data represents real-world conditions. Unlike the datasets frequently used in the literature, which are created in controlled laboratory environments, this study uses the "Tomato-Village" dataset introduced to the literature by Gehlot et al. (Gehlot et al., 2023), which consists of images obtained entirely from a natural field environment (real-world environment). Collected from the agricultural fields of Rajasthan, India (Jodhpur and Jaipur), this dataset offers an optimal environment for validating the robustness of the model, as it encompasses difficult visual environments like complex backgrounds, light variations, and overlapping leaves.

The dataset employed in this research work comprises 8 different classes, including both fungal and viral diseases prevalent in tomato plants, as well as micronutrient deficiencies that are less common in other datasets. The sample images of the classes are depicted in Figure 1. The dataset was split into 70% Training, 20% Validation, and 10% Test to maintain a balanced split during the training and testing of the model. The number of images in each class and the statistical distribution of the dataset are depicted in Table 1.

Table 1. Train, validation, test, and total number of images of Tomato-Village dataset.

Class name	Train	Validation	Test	Total
Early Blight	347	99	50	496
Healthy	151	43	22	216
Late Blight	632	180	92	904
Leaf Miner	716	204	104	1.024
Magnesium Deficiency	654	187	95	936
Nitrogen Deficiency	251	72	37	360
Pottassium Deficiency	50	14	8	72
Spotted Wilt Virus	361	103	53	517
Total	3.162	902	461	4.525

As can be seen from the table, the Leaf Miner and Magnesium Deficiency classes have a prominent weight in the dataset, while the Potassium Deficiency and Healthy classes have fewer instances. This imbalance in the dataset has been incorporated into the research as a crucial parameter that tests the model's capability to learn about the occurrence of rare events in practical scenarios. The images were resized to match the input resolution of the EfficientNet models.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

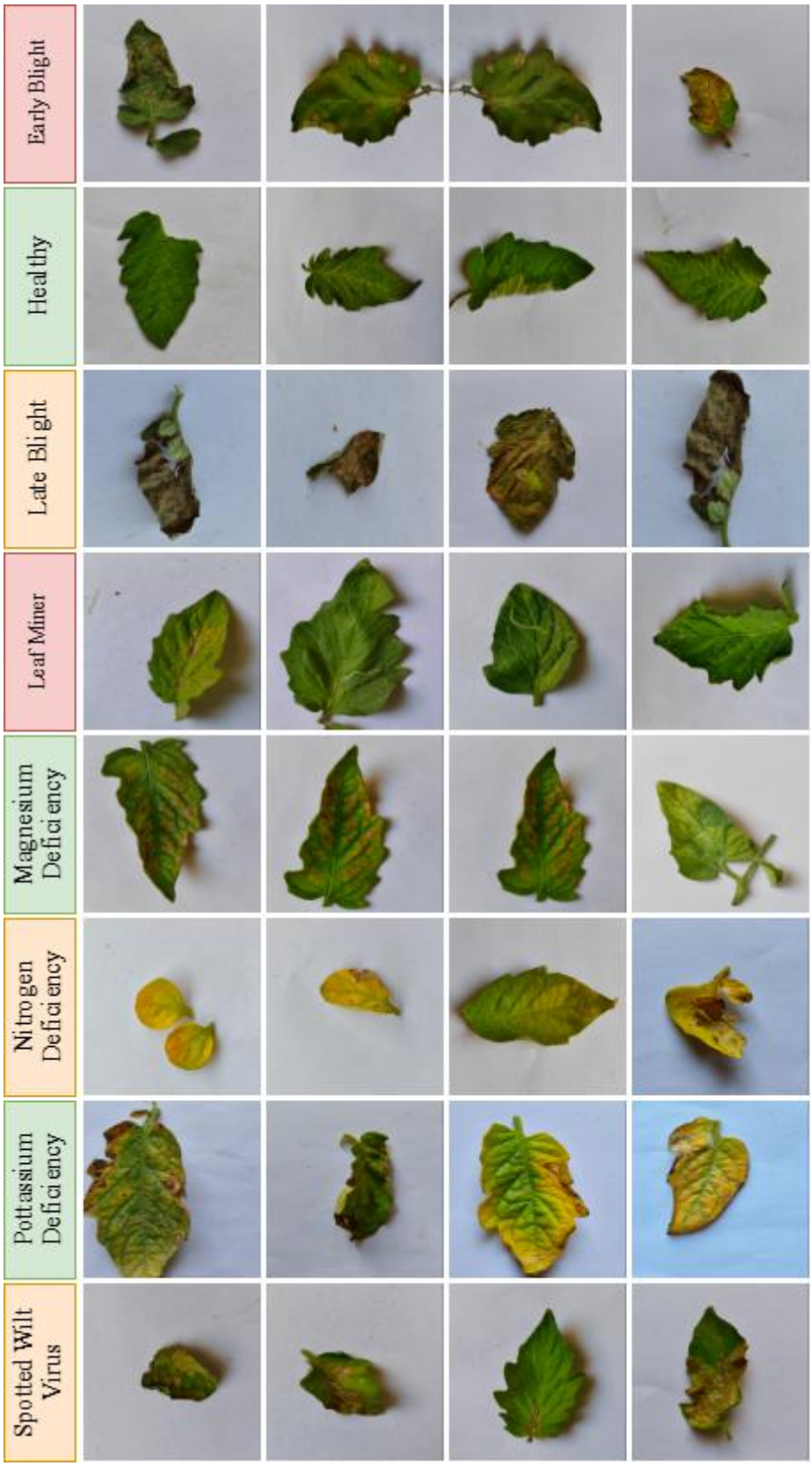


Figure 1. Examples of leaf images belonging to the eight classes in the Tomato-Village dataset.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

2.2. EfficientNet Architecture

The most basic characteristic that differentiates the EfficientNet architecture from other architectures in the literature is that the network depth, width, and resolution parameters are not mutually independent. The architecture grows these parameters in a balanced manner using the compound scaling approach. The compound scaling approach is founded on the idea that as the resolution of the input image to the model escalates, the model correspondingly grows the number of layers (depth) and the number of channels (width) to process the details. As cited in the study of Sun et al. (Sun et al., 2024), this approach allows the model to filter out complex background noise in the Tomato-Village dataset while more effectively learning the subtle symptoms of the disease on the leaves.

The architecture employs Mobile Bottleneck (MBConv) blocks as its basic building blocks. As cited by Cosma et al. (Cosma & Cosma, 2024), these blocks reduce the parameter overhead by employing depthwise separable convolution instead of traditional convolution operations. Moreover, the Squeeze-and-Excitation (SE) modules embedded within the block function like an attention mechanism, guaranteeing that the network concentrates on the appropriate feature channels conveying the disease rather than the whole image.

In this research, four different scaled models of the EfficientNet family were employed comparatively. EfficientNetB0 is the basic model of the family. With a 224x224 pixel input resolution and about 5.3 million parameters, it provides the shortest training and inference time. It is designed for mobile platforms. The EfficientNetB1 model design is the first scaled version of the EfficientNetB0 model. The input resolution has been raised to 240x240 pixels, and the capability of the model for feature extraction has been enhanced. The EfficientNetB2 model design, on the other hand, employs a balanced intermediate model with an input resolution of 260x260 pixels. With the rise in the number of parameters, its capability to extract the tissue details of diseases is better than EfficientNetB1. Finally, the EfficientNetB3 model design is the most detailed model employed in this research. It has an input resolution of 300x300 pixels and about 12 million parameters. With its high-resolution benefit, it is the most advanced model of the family, particularly in identifying fine-detailed symptoms.

2.3. Experimental Design and Training Settings

All model training and validation processes conducted in this study were performed on a high-performance workstation running the Windows 11 operating system. The hardware infrastructure for the experimental simulations consists of an Intel Core i7-14700K processor with a base frequency of 2.10 GHz, which plays an active role in data preprocessing steps, 32 GB DDR5 RAM, which enables large data batches to be stored in memory, and an NVIDIA GeForce RTX 4060 graphics card, which accelerates deep learning computations using CUDA cores. The software framework used Python 3.10 programming language and PyTorch deep learning library.

As a training strategy, the Transfer Learning approach was adopted instead of starting models from scratch with random weights. In this context, the pretrained weights of EfficientNet (B0-

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

B3) models on the ImageNet dataset were used as the starting parameters. This method shortened the training time and provided more stable convergence by allowing the model to adapt its existing knowledge to tomato leaves rather than relearning basic visual features such as edges, textures, and colors. The final classification layers of the models were restructured to correspond to the 8 classes in the Tomato-Village dataset.

During the hyperparameter optimization process, the batch size was set to 8, considering hardware capacity and the model's generalization ability. All models were trained for 20 epochs. The Adam optimization algorithm, an advanced momentum-based version of stochastic gradient descent (SGD), was chosen for weight updates. The learning rate was fixed at 1e-4 (0.0001) to enable the model to reach the global optimum without getting stuck in local minima. The Cross-Entropy Loss was used as the loss function, which minimizes the difference between the model's predicted probability distribution and the actual labels in multi-class classification problems.

2.4. Performance Metrics

In scientific studies, statistical metrics widely accepted in the literature exist to evaluate the classification success of models in a multifaceted and objective manner. The accuracy value, which indicates the overall success of the model, is presented as a standalone performance indicator; however, it can yield misleading results, especially in imbalanced datasets where the class distribution is uneven. Therefore, to increase the reliability of the study, complementary metrics such as precision, recall, and the harmonic mean of these two values, the F1-score, were also calculated. In addition, confusion matrix visualizations were used to analyze the class-based confusion rates of the models. The mathematical expressions of the metrics used are defined below.

Accuracy represents the proportion of correctly predicted examples in the total dataset. Its formula is given in Equation 1.

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \tag{1}$$

The precision given in Equation 2 indicates how many of the examples that the model predicts as positive are actually positive. It is critical in situations where the cost of false positives (FP) is high.

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \tag{2}$$

Recall/sensitivity measures how many truly positive examples are correctly identified by the model. It is one of the most important metrics in problems where missing a diagnosis (FN) is risky, such as disease detection. The recall equation is expressed as follows:

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \tag{3}$$

The F1-score metric is the harmonic mean of the precision and recall metrics. It is the metric that best summarizes the model's performance on imbalanced datasets. The formula for this metric is given in Equation 4.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

$$F1\text{-}Score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (4)$$

In metric calculations, TP (True Positive) represents correctly diagnosed diseases, while TN (True Negative) represents correctly classified other examples. FP (False Positive) refers to healthy/other class examples that are mistakenly identified as having the disease, and FN (False Negative) refers to diseases that are missed.

3. RESULTS

Under this heading, four different variations of the EfficientNet family were trained using the Tomato-Village dataset, and their performance was evaluated on the test set. All metrics showing the classification success of the models are presented in Table 2. Additionally, Figure 2 graphically displays the accuracy and F1-score values of the architectures. The results obtained show that deep learning models achieved a success rate above 0.9400 in classifying nutrient deficiencies and diseases.

Table 2. Performance metric results of different EfficientNet architectures.

Architecture	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
EfficientNetB0	0.9414	0.9439	0.9414	0.9415
EfficientNetB1	0.9458	0.9469	0.9458	0.9445
EfficientNetB2	0.9458	0.9462	0.9458	0.9458
EfficientNetB3	0.9740	0.9740	0.9740	0.9738

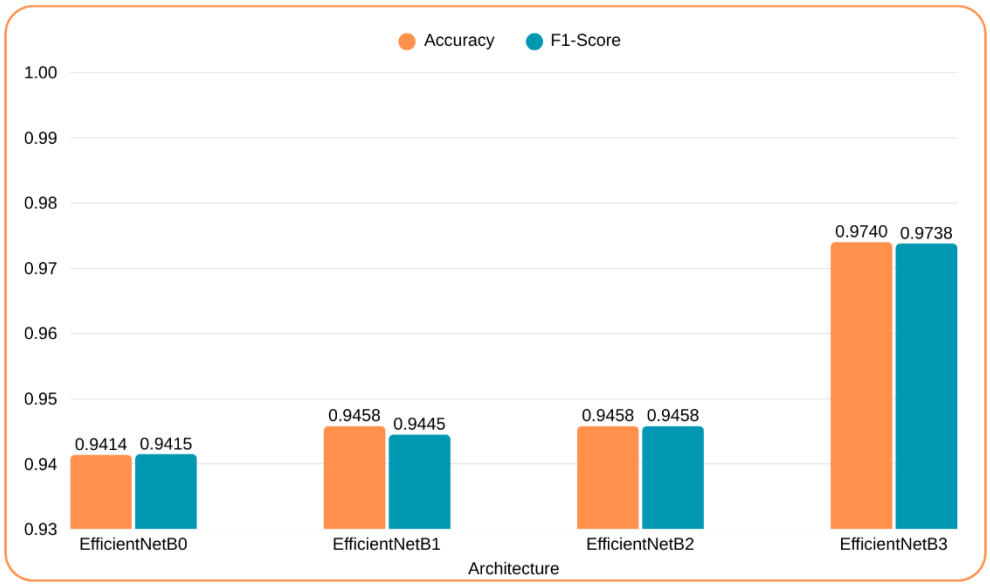


Figure 2. Accuracy and F1-score values graph for architectures.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

The EfficientNetB0 model shown in Figure 3 with its confusion matrix correctly classified 434 out of a total of 461 images in the test set, achieving an accuracy rate of 0.9414. This model made incorrect predictions on 27 images. The fact that the model's precision (0.9439) and F1-score (0.9415) values are close to each other indicates that the model does not overemphasize a particular class. However, it shows that it missed some difficult examples due to low resolution. The EfficientNetB1 and EfficientNetB2 models achieved identical performance with an accuracy rate of 0.9458. Examining the confusion matrices in Figure 4 and Figure 5 reveals that they made 2 more correct predictions than the EfficientNetB0 model. They reduced the number of false detections to 25. However, the fact that the EfficientNetB1 model's F1-score of 0.9445 is lower than the B2 model's F1-score of 0.9458 indicates that the EfficientNetB1 model is not as stable as EfficientNetB2 in terms of precision and sensitivity balance. It indicates that it is more affected by class imbalance, especially in classes with few examples, such as potassium deficiency.

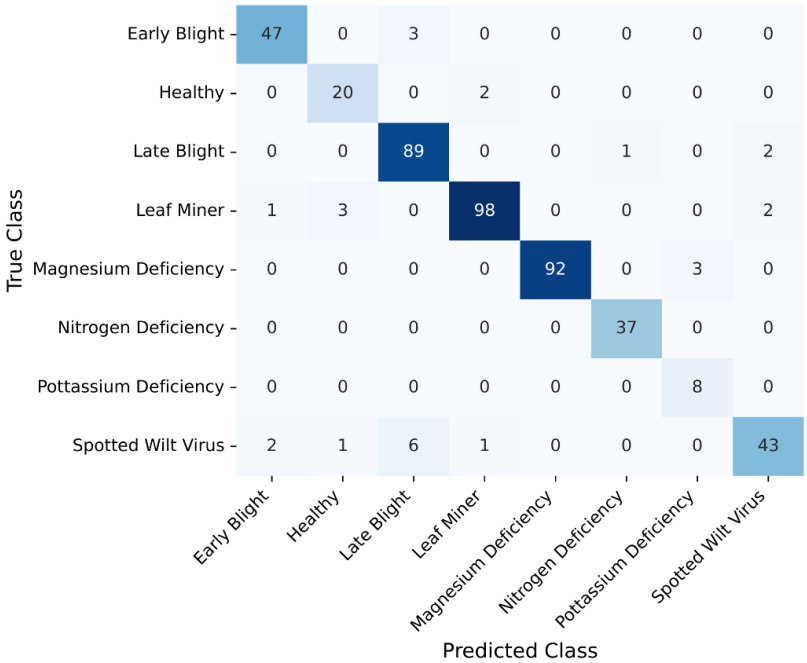


Figure 3. Confusion matrix for the EfficientNetB0 architecture.

The confusion matrix of the EfficientNetB3 architecture, the most successful model of the study, is shown in Figure 6. Figure 6 shows that it correctly diagnosed 449 out of 461 test images, making only 12 errors. This result proves that the EfficientNetB3 architecture reduces the number of errors by half compared to the EfficientNetB0 model. The accuracy of 0.9740 and the F1-score of 0.9738 demonstrate that the model has a level of reliability comparable to current studies in the literature in distinguishing both diseases and nutritional deficiencies.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

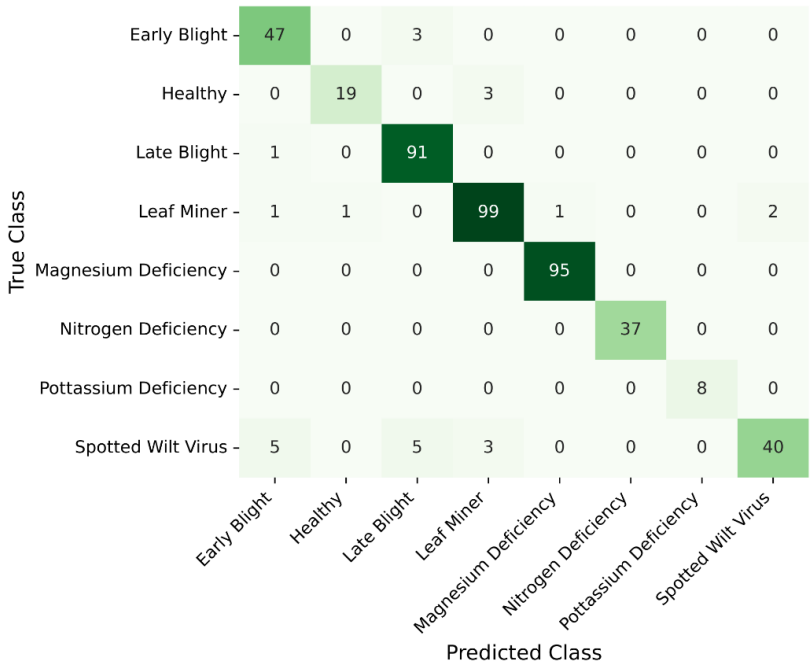
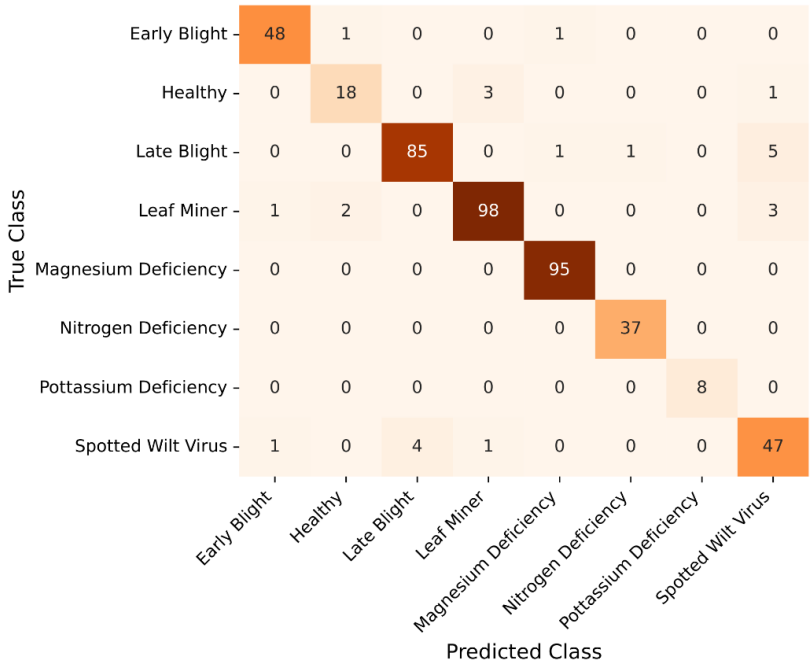


Figure 4. Confusion matrix for the EfficientNetB1 architecture.

Analysis of the models' confusion matrices revealed that the increase in accuracy rates directly reflected the class-based discrimination power. The majority of the 27 errors observed in the EfficientNetB0 model were concentrated in the “Early Blight” and “Late Blight” classes, which have similar visual features, and in the “Nitrogen Deficiency” class, where it is difficult to distinguish yellowing on the leaves. Low input resolution caused this model to lose fine texture details and confuse similar classes.



ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Figure 5. Confusion matrix for the EfficientNetB2 architecture.

However, the EfficientNetB3 model was able to minimize these confusions because of its increased number of parameters and resolution capability. While analyzing the distribution of the total 12 errors of the model, it is clear that these errors occurred in the complex cases where the deformation of the leaves was excessive or where more than one disease/symptom could be observed on the same leaf. Especially in the classes where other models performed poorly, such as “Magnesium Deficiency” and “Leaf Miner,” the B3 model performed near-lossless detection with a high recall value of 0.9740. It minimized the false negative instances. Thus, the EfficientNetB3 model architecture emerges as the most trustworthy diagnostic tool in practical field situations.

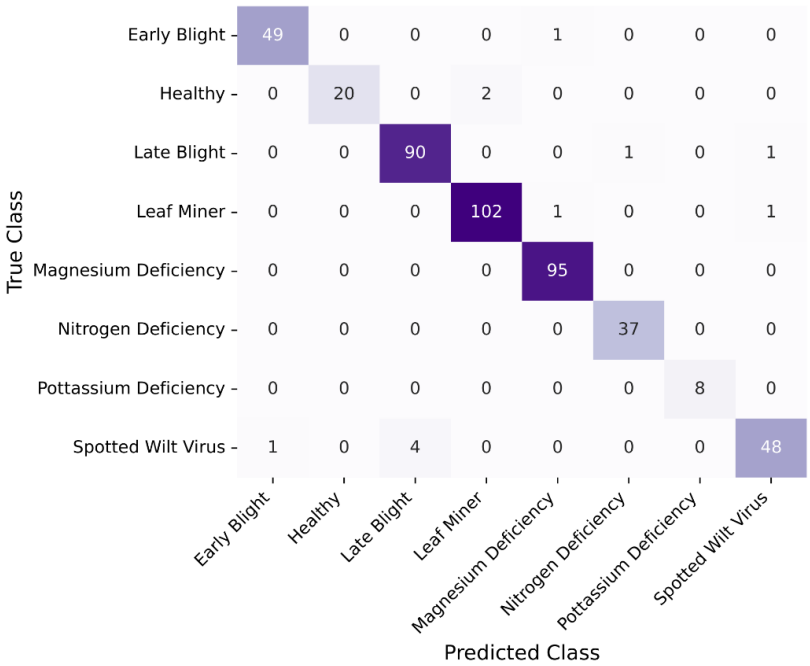


Figure 6. Confusion matrix for the EfficientNetB3 architecture.

Figure 7 illustrates the variation of train loss values during the 20-epoch training process of the trained EfficientNet (B0-B3) models. After carefully analyzing the graphs, it is observed that, with the benefit of prior knowledge provided by the transfer learning approach, all models quickly minimize the error in the initial stages of training (first 5-10 epochs) and maintain a converging pattern. In the later epochs, as the optimization process (Adam) refines, the decreasing pattern slows down, entering a stage of plateau, and finally, at the end of the training process, the loss values settle down at a minimum point. The EfficientNet-B3 model, in particular, was able to learn the complex patterns in the dataset better because of its deeper architecture and higher number of parameters, and it was able to decrease the training loss to a lower extent compared to other models. The smooth falling pattern of the loss curve and the low amplitude of oscillations clearly indicate that the choice of learning rate and batch size is optimal for the problem.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

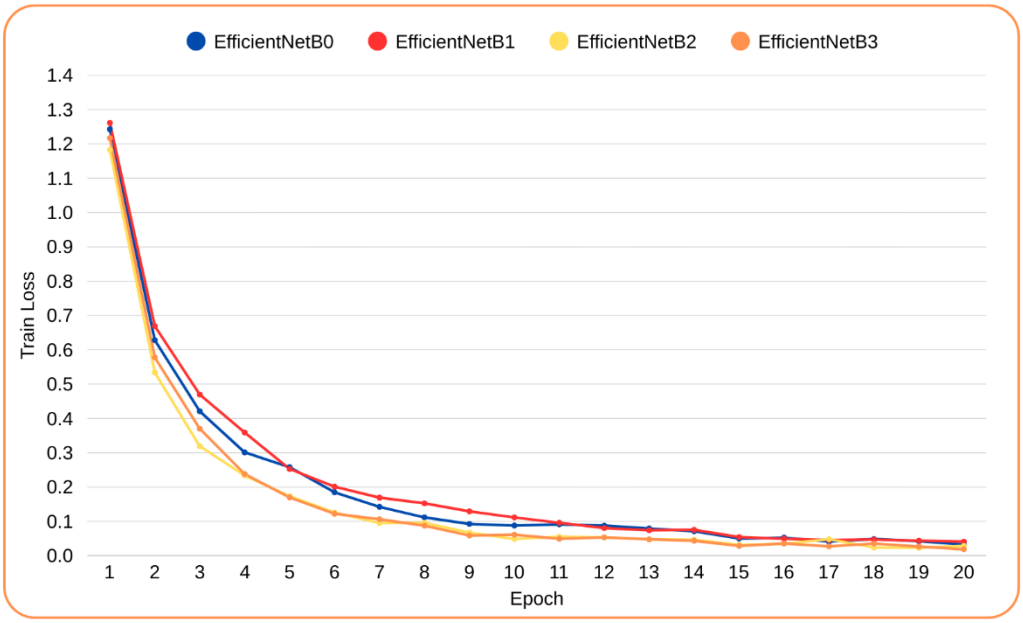


Figure 7. Graph of the train loss values of the models throughout the training.

4. DISCUSSION

The performance level achieved by the artificial intelligence architectures developed has raised the bar to a completely new level for agricultural software applications, going far beyond the constraints of the existing diagnostic systems, which were limited to laboratory settings. The strategy developed clearly illustrates that the study of physiological anomalies and bacterial infections in plants can be achieved with a high degree of accuracy on a single computational platform. Unlike experimental fields, these systems, which have been trained on uncontrolled and noisy images as they exist in nature, indicate how far the boundaries of adaptation can be pushed for algorithms to function in natural settings.

The key success of the variation with the highest computational capability among the examined network structures clearly illustrates the decisive role of the level of visual detail in the identification of complex tissue damage. Although low-parameter algorithms face difficulties in identifying similar leaf damages, the most inclusive model eliminates these ambiguities and achieves a near-perfect level of diagnostic performance. Even similar color variations due to insect infestation and element deficiency, in particular, are no longer a problem, thanks to the enhanced information processing capability of the network. This scenario once again emphasizes the significance of the linear relationship between hardware capability and diagnostic accuracy in agricultural issues.

5. CONCLUSION

The last evaluation of this research showed that the algorithms studied reached an impressive accuracy rate in agricultural issues. Specifically, the model with the most complex hierarchical structure, the deepest model, showed a near-perfect diagnostic performance with an accuracy of 0.9740 and an F1-score of 0.9738. The entry-level model, a lighter version of the network, stayed at a general level of success of 0.9414, proving to be an acceptable substitute for portable devices, but it also showed numerically that the margin of error increased in cases where detailed information was needed.

This is because the statistical superiority thus created opens the way for producers in rural areas to be able to carry out instant and highly reliable scans without the need for any expertise. The usability thus provided at the endpoints by the lightweight versions of these high-level systems, which provide maximum accuracy on cloud-based central servers, is an undeniable technological leap forward in the protection of agricultural yields. Therefore, the inclusion of environmental sensor data, soil chemistry, and regional climate data in this visual decision-making process, which is above the 0.9700 success level, in future studies will ensure that fully autonomous agricultural systems reach a much wider audience.

REFERENCES

Al-Shamasneh, A. a. R., & Ibrahim, R. W. (2024). Classification of tomato leaf images for detection of plant disease using conformable polynomials image features. *MethodsX*, *13*, 102844. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mex.2024.102844

Cosma, O., & Cosma, L. (2024, 24-28 June 2024). A Novel CNN Approach for Accurate Tomato Disease Classification. 2024 IEEE International Conference on Engineering, Technology, and Innovation (ICE/ITMC),

Gehlot, M., Saxena, R. K., & Gandhi, G. C. (2023). "Tomato-Village": a dataset for end-to-end tomato disease detection in a real-world environment. *Multimedia Systems*, *29*(6), 3305-3328.

Imam, M. H., Nahar, N., Bhowmik, R., Omit, S. B. S., Mahmud, T., Hossain, M. S., & Andersson, K. (2024). A transfer learning-based framework: Mobilenet-svm for efficient tomato leaf disease classification. 2024 6th International Conference on Electrical Engineering and Information & Communication Technology (ICEEICT),

Poly, A., Vetriveeran, D., & B, M. (2024, 24-26 May 2024). Tomato Plant Disease Classification Using Transfer Learning. 2024 5th International Conference for Emerging Technology (INCET),

S, S. S., V, R., & Supriya. (2024, 4-6 Dec. 2024). Tomato Leaf Disease Classification using VGG16. 2024 3rd International Conference on Automation, Computing and Renewable Systems (ICACRS),

Samal, S., & Verma, V. (2024). Tomato plant leaf diseases detection and classification using an advanced self-developed CNN model. *Multimedia Tools and Applications*, *83*(36), 83837-83866.

Siddiky, M. N. A. A., Batra, S., Polok, S. D., Hasan, M. N., Apon, M. O. I., Taki, T. A., & Faisal, F. R. (2024, 9-11 May 2024). Performance Assessment of Various Deep Learning Based Models for Multiclass Classification of Tomato Leaf Diseases. 2024 International Conference on Communication, Computer Sciences and Engineering (IC3SE),

Sun, Y., Ning, L., Zhao, B., & Yan, J. (2024). Tomato Leaf Disease Classification by Combining EfficientNetv2 and a Swin Transformer. *Applied Sciences*, *14*(17), 7472.

Thorat, R., Reddy, G. S. T., & Poongothai, E. (2024, 14-16 March 2024). Image-Based Early Classification of Tomato Leaf Diseases Using Deep Neural Networks. 2024 Third International Conference on Intelligent Techniques in Control, Optimization and Signal Processing (INCOS),

Vivek Anandh, K. M., Sivasubramanian, A., Sowmya, V., & Ravi, V. (2024). Multiclass Classification of Tomato Leaf Diseases Using Convolutional Neural Networks and Transfer Learning. *Journal of Phytopathology*, *172*(6), e13423. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jph.13423

YILDIZ, M. B., HAFIF, M. F., KOKSOY, E. K., & KURŞUN, R. (2024). Classification of diseases in tomato leaves using deep learning methods. *Intelligent Methods In Engineering Sciences*, *3*(1), 22-36.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

PERFORMANCE ANALYSIS OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR AGRICULTURAL PRODUCT PRICE FORECASTING USING MARKET RECORDS

İskender ATALAY
Düzce University/Institute of Graduate Studies
iskender205846@ogr.duzce.edu.tr - 0009-0002-3824-8725

Asst. Prof. Hüseyin BODUR
Düzce University/Department of Computer Engineering
huseyinbodur@duzce.edu.tr - 0000-0002-2815-3397

ABSTRACT

Accurate and reliable forecasting of agricultural product prices is strategically important for producers, traders, and policymakers. Agricultural prices are influenced by various factors such as seasonality, supply-demand imbalances, and economic fluctuations, and exhibit a nonlinear structure. Therefore, traditional time series models often perform poorly, while machine learning-based methods provide an alternative solution. In this study, agricultural product price forecasting was conducted using a dataset covering the period from 1 January 2022 to 31 January 2026, based on market records in Turkey. Extensive preprocessing was applied to the dataset; new features were derived using logarithmic transformation, outlier suppression, lag features, moving average features, momentum variables, and trend variables, and sine and cosine transformations to represent the cyclical nature of time. Six different machine learning regression algorithms – Linear Regression (LR), Decision Tree (DT), Random Forest (RF), K-Nearest Neighbour (KNN), Gradient Boosting (GB), and Extreme Gradient Boosting (XGBoost)—were used for price forecasting. The performance of these algorithms was evaluated using Mean Absolute Error (MAE), Naïve Mean Absolute Error (Naïve MAE), Root Mean Square Error (RMSE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE), and Coefficient of Determination (R^2) metrics. The results showed that all machine learning models produced lower error values compared to the Naïve forecasting method. The lowest MAE, the most stable RMSE and MAPE values, and the highest explanatory power were achieved with the XGBoost model. The findings indicate that tree-based and boosting-based methods are more effective in modelling nonlinear and complex price dynamics.

Keywords: machine learning, naïve forecasting, regression analysis, agricultural product price forecasting, XGBoost

1. INTRODUCTION

The accurate and reliable forecasting of agricultural product prices is extremely important for producers, traders, and policymakers. This enables producers to plan their

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

production more effectively, traders and intermediaries to reduce their commercial risks, and policymakers to develop effective and sustainable agricultural policies.

Agricultural product prices are affected by many factors, including seasonality, supply and demand imbalances, climatic conditions, and nationwide economic fluctuations. These factors lead to a complex and nonlinear structure of agricultural product prices.

Traditional statistical methods such as Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) and Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) have been used in the literature for many years [1], [2], [3]. However, these methods have limited forecasting performance because they cannot adequately represent nonlinear relationships, long-term dependencies, and sudden price changes. This situation has led to the widespread adoption of machine learning algorithms in agricultural product price forecasting.

The literature contains many studies demonstrating that machine learning, deep learning, and neural network-based models yield successful results in agricultural price forecasting. In one of these studies, Demir developed an application that forecasts future tomato prices using a machine learning-based Long Short-Term Memory (LSTM) algorithm and concluded that it would increase producers' profit margins by 9.1% [4]. Paul et al. used Generalized Regression Neural Network (GRNN), Support Vector Regression (SVR), RF, and GB machine learning algorithms to forecast the price of eggplant in India. As a result of the study, it was observed that the GRNN model performed better than the other models [5]. In another study, Özden used statistical (ARIMA and SARIMA) and deep learning (Convolutional Neural Network (CNN) and LSTM) models to forecast changes in the agricultural input price index. According to the results of the study, he stated that the ARIMA and CNN models were more successful compared to other models [6]. Keskin forecasted price fluctuations in basic cereal products in Turkey using RF, Neural Network (NN), Support Vector Machine (SVM), and LR algorithms. The study concluded that the RF algorithm had the most successful forecasting performance [7]. Baydemir analysed market dynamics using Multiple Linear Regression and NN algorithms to forecast future prices of dried apricots in Turkey. Both algorithms showed successful performance in forecasting dried apricot prices [8]. In their study, Manogna et al. analysed the performance of ARIMA, SVR, XGBoost, Multilayer Perception (MLP), Recurrent Neural Network (RNN), LSTM, Gated Recurrent Units (GRU), and Echo State Networks (ESN) models to forecast agricultural product prices. The study showed that LSTM and GRU models performed better than other models in capturing complex time series patterns [9].

Lestari et al. forecasted the prices of basic food products using LR, RF, and XGBoost algorithms and compared the performance of these models. The study showed that the best price forecasting performance was obtained with the XGBoost algorithm [10]. In the literature, many studies have also been conducted on hybrid approaches that use statistical models and machine learning models together. In their study, Zhao et al. developed a hybrid model combining Temporal Convolutional Network (TCN) and XGBoost algorithm to reduce the impact of agricultural product price fluctuations on price forecastings. As a result of the study, they stated that the TCN-XGBoost model performed better than statistical models such as ARIMA and LSTM [11]. In another study, Joshi et al. found that a hybrid model using ARIMA and machine

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

learning models together had a superior price forecasting performance compared to traditional methods. While ARIMA was used to capture linear and time-dependent trends, machine learning models were used to model nonlinear exogenous factors such as weather conditions and demand fluctuations [12]. In another study, Beltran et al. developed a hybrid model that optimizes XGBoost and Light Gradient Boosting Machine (LightGBM) models using Cuckoo Search and Particle Swarm Optimization (PSO-CS) to forecast maize prices in Colombia. The results of the study show that the performance of the developed hybrid model is superior to that of individual models [13]. This study aims to forecast agricultural product prices based on wholesale market data in Turkey using LR, DT, RF, KNN, GB and XGBoost models.

2. MATERIALS AND METHODS

The dataset used in this study was obtained from hal.gov.tr, an official agricultural market information system in Turkey. The dataset covers the period from 1 January 2022 to 31 January 2026 and includes daily records of agricultural product prices. All experiments were conducted using Python 3.14.1 in the Visual Studio Code (VSCode) development environment. The dataset was first cleaned and preprocessed to remove missing or inconsistent records. Subsequently, the prepared dataset was used to train and evaluate the proposed machine learning models.

2.1. Machine Learning

The term machine learning was first used in the literature by A. L. Samuel [14]. A more systematic and engineering-based approach to machine learning was proposed by T. M. Mitchell [15]. Machine learning is a subfield of artificial intelligence that learns relationships between data by processing large datasets and can therefore make forecasts for future data. With these features, it offers significant advantages in analysing large and complex datasets where classical mathematical and statistical methods are insufficient.

2.1.1. Types of Variables in Machine Learning

Large datasets used in machine learning often contain different types of variables. These variables can be classified as numerical variables, categorical variables, time series variables, dependent variables, and independent variables. Numerical variables represent quantities that can be measured and expressed with numerical values [16]. Categorical variables cannot be measured quantitatively and classify data into specific groups or labels [17]. Time series variables are observed at specific time intervals and contain timestamp information. The dependent variable is the outcome variable that represents the target value the model aims to forecast or explain in the dataset. Independent variables are all other variables that influence the occurrence of the targeted dependent variable in the dataset. These variables affect the outcome, explain the change, and are used as inputs in forecasting processes.

2.1.2. Machine Learning Regression Algorithms

LR: Linear regression algorithms are methods that model the linear relationship between the dependent variable and one or more independent variables in a dataset. In this context, simple linear regression, multiple linear regression, and polynomial regression are widely used

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

in numerical forecasting problems. Logistic regression, although it has a linear model structure, is mainly used for classification problems [18].

DT: The decision tree regression algorithm aims to minimise forecasting error at each split by successively dividing the independent variables in the dataset according to a specified purity criterion. The structure of the algorithm resembles an if-else structure consisting of nested decision rules. Due to this model structure, it is piecewise and discrete, producing the same output value for forecasts made within certain intervals.

RF: The random forest regression algorithm is an ensemble learning method formed by combining a large number of decision trees. Each decision tree is trained using randomly selected samples and variables from the dataset. The final prediction is obtained by aggregating the results produced by each decision tree.

GB: The gradient boosting algorithm is a tree-based method that aims to create a stronger model by successively combining weak learners. Each decision tree is trained to reduce the errors made by previous trees, thereby improving the overall forecasting performance of the model.

XGBoost: This algorithm has been developed by making various improvements to the gradient boosting regression algorithm. Its notable features include high forecasting performance, prevention of overfitting, and fast execution [19].

KNN: The basic principle of the k-nearest neighbour algorithm is based on the assumption that samples close to each other exhibit similar characteristics. The algorithm can be used for both classification and regression problems. For an observation whose class has not yet been determined, the distances to other observations in the dataset are calculated using the Euclidean method, and the k nearest neighbours are identified [20].

2.1.3. Performance Evaluation of Machine Learning Regression Algorithms

To make the most accurate inferences from datasets, the performance of the applied regression algorithms must be evaluated using appropriate metrics.

R^2: The coefficient of determination is a performance metric that indicates how much of the total variance observed in the dependent variable is explained by the regression model. The closer this coefficient is to one, the better the performance of the model. However, as the coefficient of determination is sensitive to the number of variables in the model, it is not sufficient to evaluate the model performance alone. Therefore, it should be interpreted alongside other performance criteria.

MAE: It is calculated by dividing the sum of the absolute differences between the actual values and the forecasted values in the dataset by the number of observations.

RMSE: MSE is calculated by dividing the sum of the squared differences between the actual values and the forecasted values in the dataset by the number of observations. RMSE is obtained by taking the square root of the MSE.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

MAPE: It expresses the forecasting errors of the model as a percentage by dividing them by the actual values. However, care should be taken as it can produce extremely large error values when the actual values are zero or close to zero [21].

Naïve MAE: The naïve estimation method is a simple time series approach that assumes the estimated value in the next time step will be equal to the value in the current time step. Naïve MAE represents the average absolute error of the estimates obtained under this assumption.

3. DATASET PREPARATION

In this study, a dataset was first created by obtaining data from “hal.gov.tr” covering the period from 1 January 2022 to 31 January 2026. “TL” is the abbreviation of Turkish Lira.

Table 1. Dataset example

Date	Name	Category	Product Type	Average Price	Volume	Unit of Mass
01.01.2022	Cucumber	Cucumber	Conventional	1.83 TL	8075	Kg
01.01.2022	Raspberry	Raspberry	Conventional	429.31 TL	2	Kg
01.01.2022	Kohlrabi	White	Conventional	4.21 TL	57	Kg
01.01.2022	Kohlrabi	Red	Conventional	8.50 TL	40	Kg
01.01.2022	Pineapple	Pineapple	Conventional	15.14 TL	11576	Kg

As shown in Table 1, the dataset includes the following features: “Date”, “Product Name”, “Category”, “Product Type”, “Average Price”, “Volume”, and “Unit of Mass”. Various preprocessing steps were applied to ensure consistent and error-free analysis of the dataset. In the first stage, all textual entries were converted to lowercase to comply with Turkish grammar rules. The “Date” variable was converted to a temporal data type, while the “Average Price” and “Volume” variables were converted to numerical data types.

The variables “Product Name”, “Product Type”, “Category”, and “Unit of Mass” were combined to create a new variable called “Product Complete”. The dataset was then restructured by sorting it chronologically according to the “Date” variable. Due to the extreme fluctuations observed in the "Average Price" variable, an outlier suppression method was applied to reduce the impact of outliers. Additionally, logarithmic transformations were applied to the "Average Price" and "Volume" variables, and these transformed values were used in the analysis phase.

The data was grouped by the “Product Complete” variable. Lag and rolling window features were derived based on this grouping. In this context, the variables “Lag1 Price” and “Lag1 Volume”, representing the previous day's values, and the variables “Roll7 Price” and “Roll7 Volume”, representing the seven-day price and volume changes, were created. To better represent short- and medium-term changes in price and volume, the “Target Difference” variable, calculated relative to the previous value, was used to create the “Momentum (1,2,7)

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Price" and "Momentum (1,2,7) Volume" variables, which represent one-, two-, and seven-day changes. In addition, the "Trend7 Price" and "Trend7 Volume" variables were created to observe seven-day price and volume trends. To standardise product-based price distributions, Z-score values were calculated and a "Z-score Price" variable was created. The "Date" variable was decomposed to obtain the variables "Month", "Day", "Week", "Season", and "Weekend". Sine and cosine transformations were applied to the "Month", "Day", "Week", and "Season" variables to better represent the cyclical nature of time.

Variables not used in the analysis phase were removed from the dataset. The independent variables for analysis are: "Product Complete", "Momentum1 Price", "Momentum2 Price", "Momentum7 Price", "Momentum1 Volume", "Momentum2 Volume", "Momentum7 Volume", "Trend7 Price", "Trend7 Volume", "ZScore Price", "Weekend", "Month_sin", "Month_cos", "Day_sin", "Day_cos", "Week_sin", "Week_cos", "Season_sin", and "Season_cos". Finally, a Target Encoder was applied to the categorical variable "Product Complete". Numerical variables were scaled using Robust Scaler in the LR and KNN regression algorithms, while no scaling was applied in the tree-based regression algorithms.

4. ANALYSIS

Table 2. Algorithm analysis results

Model	R^2	MAE	Naïve MAE	MAE Difference	RMSE	MAPE (%)
XGBoost	0.887017	22.104710	27.671784	5.567074	75.377609	26.366180
RF	0.886583	22.116295	27.671784	5.555489	75.212733	26.406661
GB	0.886286	22.220210	27.671784	5.451574	75.709462	26.567352
DT	0.885225	22.276874	27.671784	5.394910	75.651590	26.715347
LR	0.884517	22.427685	27.671784	5.244099	76.326134	26.865662
KNN	0.876575	23.363427	27.671784	4.308357	78.237789	27.715665

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

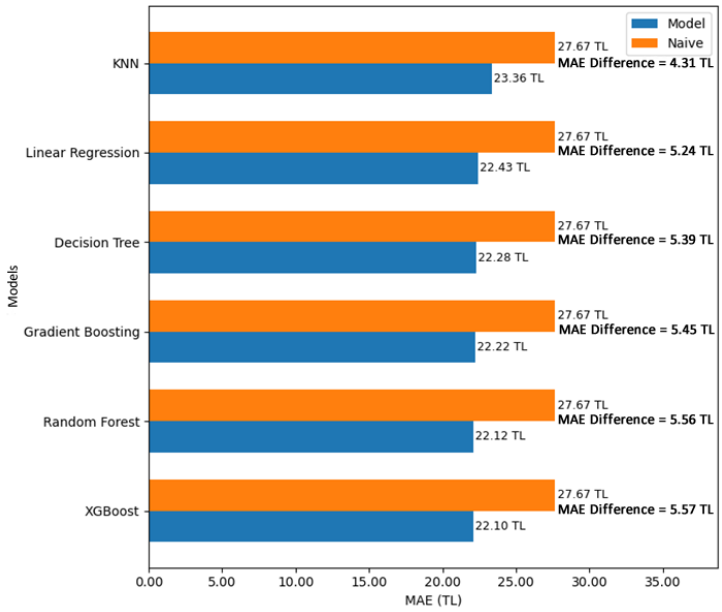


Figure 1. Comparison of Model MAE and Naïve MAE

The results of the analysis performed on the dataset are shown in Table 2. MAE, Naïve MAE, and MAE Difference values are given in TL. Examination of these results reveals that all machine learning algorithms produced lower MAE values than the Naïve forecasting method.

As shown in Figure 1, the developed models demonstrate more successful performance compared to the Naïve forecasting method.

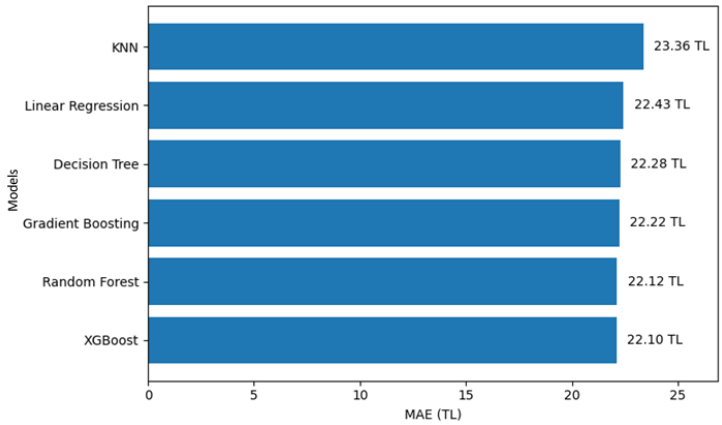


Figure 2. MAE Results of the Models

As shown in Figure 2, according to the MAE criterion used as a performance measure, the XGBoost regression algorithm produced the lowest error value at 22.10 TL, demonstrating the best performance among the models. The RF and GB models follow XGBoost with error values of 22.12 TL and 22.22 TL, respectively. These results indicate that tree-based and ensemble methods can effectively capture nonlinear relationships in agricultural product price forecasting. Although the DT and LR models have higher MAE values, they show significant improvement compared to the Naïve forecasting method. The KNN model, which has the highest MAE value (23.36 TL), was found to experience a loss of performance in multidimensional and temporally dependent datasets.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

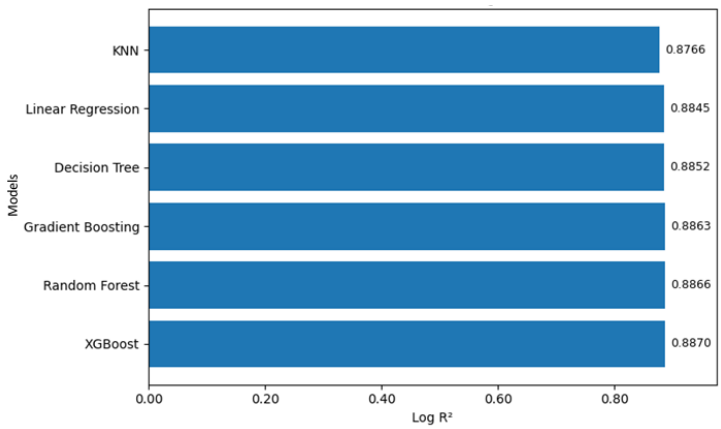


Figure 3. R² Results of the Models

When the R² values in Figure 3 are examined, it is evident that all models are quite similar and have high explanatory power. This indicates that the models can successfully explain general price trends.

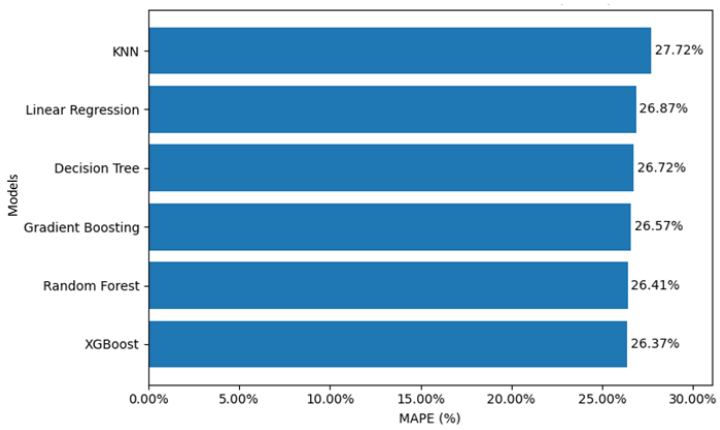


Figure 4. MAPE Results of the Models

As shown in Figure 4, the analysis results indicate that the RMSE and MAPE values exhibit a distribution consistent with the MAE values. The XGBoost model provides a more balanced and stable forecasting performance in terms of both MAE and MAPE.

5. CONCLUSION

In this study, the problem of forecasting agricultural product prices based on market records in Turkey was analysed using various machine learning regression algorithms. The findings indicate that all models are significantly more successful than the Naïve forecasting method. This demonstrates that a forecasting approach relying solely on the previous value is insufficient for price series, and that the derived features contribute significantly to the model. When performance metrics are considered together, the XGBoost algorithm produced the lowest MAE value and delivered balanced results in the RMSE and MAPE metrics. The RF and GB models also showed performance very close to that of XGBoost. In contrast, the KNN model was found to be relatively weaker with high-dimensional data and temporal dependence. The LR model, due to its linear assumption, could capture complex price fluctuations only to a

limited extent. It was determined that tree-based and boosting-based algorithms are more reliable and applicable for forecasting agricultural product prices based on market records. The results demonstrate the effectiveness of machine learning-based models in forecasting agricultural product prices and provide an important foundation for the development of decision support systems. Future studies suggest that including additional independent variables in the dataset could further improve the forecasting performance of the models.

REFERENCES

1. Shumway, R. H., Stoffer, D. S., ARIMA models. In Time series analysis and its applications: with R examples, Cham: Springer International Publishing, 75-163, 2017.

2. Dabral, P. P., Murry, M. Z., Modelling and forecasting of rainfall time series using SARIMA, Environmental Processes, 4(2), 399-419, 2017.

3. Dubey, A. K., Kumar, A., García-Díaz, V., Sharma, A. K., Kanhaiya, K., Study and analysis of SARIMA and LSTM in forecasting time series data, Sustainable Energy Technologies and Assessments, 47, 101474, 2021.

4. Demir, K., Cultivation Planning Across Europe Using Machine Learning Techniques, European Journal Of Science And Technology, 21, 697-707, 2021.

5. Paul, R.K., Yeasin, M., Kumar, P., Kumar, P., Balasubramanian, M., Roy, H.S., Paul, A.K., Gupta, A., Machine Learning Techniques For Forecasting Agricultural Prices: A Case Of Brinjal In Odisha, India, Plos One, 17(7) : e0270553, 2022.

6. Özden C., İstatistiksel ve Derin Öğrenme Yöntemlerini Kullanarak Tarımsal Girdi Fiyat Endeksi'nin Tahmin Edilmesi, Turkish Journal Of Agriculture - Food Science And Technology, 11(9), 1751-1755, 2023.

7. Keskin, A., Price Estimation Of Selected Grains Products Based On Machine Learning For Agricultural Economic Devolopment In Türkiye, Journal Of Animal & Plant Sciences, 34(5), 1290-1302, 2024.

8. Baydemir, M., Regresyon Ve Yapay Sinir Ağları İle Kuru Kayısı Fiyat Tahmini: Malatya Örneği, Turkish Journal Of Agriculture - Food Science And Technology, 13(7), 1838-1845, 2025.

9. Manogna, R. L., Dharmaji, V., Sarang, S., Enhancing Agricultural Commodity Price Forecasting With Deep Learning, Scientific Reports, 15 : 20903, 2025.

10. Lestari, D. R., Bangun, E. A. S., Gaol, F. L., Matsuo, T., Machine Learning-Based Forecasting Of Agricultural Commodity Prices Using Ensemble Models, Journal of Human, Earth, and Future, 6(4), 887–899, 2025.

11. Zhao, T., Chen, G., Suraphee, S., Phoophiwfa, T., Busababodhin, P., A Hybrid TCN-XGBoost Model For Agricultural Product Market Price Forecasting., Plos One, 20(5) : e0322496, 2025.

12. Joshi, V., Polekar, A., Pardeshi, Y., Pawar, P., Kolhe, T., Agricultural Market Price Prediction Using Machine Learning And ARIMA Time Series Models: A Review, Iconic Research And Engineering Journals, 9(5), 1047-1054, 2025.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

13. Beltran, A. O., Suaza-Medina, M. E., Zarazaga-Soria, F. J., De-La-Hoz-Franco, E., Escorcia-Gutierrez, J., Multivariate Integration Of Time Series With ML For Corn Price Forecasting In Colombia, Expert Systems With Applications, 299, Part A, 129822, 2026.

14. Samuel, A. L., Some Studies In Machine Learning Using The Game of Checkers, IBM Journal of Research And Development, 3(3), 210-229, 1959.

15. Mitchell, T.M. *Machine Learning*, McGraw-Hill, 1997.

16. Bishop C. M., *Pattern Recognition And Machine Learning*, Springer, 2006.

17. Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J., *The Elements Of Statistical Learning*, Springer, Second Edition, 2009.

18. Yan, X., Su, X.G., *Linear Regression Analysis: Theory And Computing*, 2009.

19. Chen, T., Guestrin, C., *XGBoost: A Scalable Tree Boosting System*, KDD'16 : The 22nd SIGKDD International Conference On Knowledge Discovery And Data Mining, 785-794, 2016.

20. Altuncu, M. A., *Makine Öğrenmesi Ve Derin Öğrenme Yöntemleri Kullanılarak Saldırı Tespit Ve Önleme Sistemi Geliştirilmesi*, Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, 2021.

21. Kim, S., Kim, H., A New Metric Of Absolute Percentage Error For Intermittent Demand Forecasts, International Journal Of Forecasting, 32(3), 669-679, 2016.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

CODE TRANSFORMATION PLATFORM FOR MIGRATING BUSINESS RULES BETWEEN FRAMEWORKS

Raim Özgür

Innovance, Dept. of Software Development

raim.ozgur@innovance.com.tr - ORCID ID: 0009-0003-5832-7217

Ceren Ulus

EFA Innovation Consulting and Technology, Dept. of Research and Development

f.cerenulus@gmail.com - ORCID ID: 0000-0003-2086-6381

M. Fatih Akay

Çukurova University, Dept. of Computer Engineering

mfakay@cu.edu.tr - ORCID ID: 0000-0003-0780-0679

ABSTRACT

In the age of technology, the software world is dynamically updated. The inability of existing frameworks to meet changing technological needs makes the transition to new technologies mandatory in software projects. However, these transition processes often require high time and cost, and can also lead to errors due to code incompatibilities. This study aims to develop an innovative code transformation platform to seamlessly transfer business rules and application logic between different infrastructure frameworks. The platform to be developed offers a structure that automatically analyzes business processes and adapts them to a new framework in order to solve these problems. With the developed platform, new microservice projects can be ready in minutes, manual errors are eliminated and all configurations are managed from a single point. The output of the platform will contribute to both academic and industrial applications in the fields of software engineering and framework development.

Keywords: Code Transformation, Framework, Business Rule Migration

1. INTRODUCTION

In today's software world, there is a constant state of development. The number of frameworks, which are ready-made structures designed to develop a specific business or application, is also constantly increasing. The rapid development of technological innovations and the need for organizations to undergo digital transformation processes make switching between infrastructure frameworks inevitable. However, these transition processes are generally complex, requiring high time and cost due to manual editing, code refactoring, and compatibility issues. Especially when migrating applications developed in older frameworks to

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

new technologies, the refactoring of business rules and code creates a significant burden for organizations, extending project durations and leading to resource waste.

In framework migration processes, critical needs arise, such as the compatibility of modular architectures, the standardization of request-response structures, and the adaptation of old technologies to new standards. As manual processes increase, so does human error, and previously working features may become corrupted. On the other hand, each new framework requires a different structure and logic. Therefore, it takes time for the team to adapt to these technologies, and the productivity of the team working in this process may decrease. Existing tools largely rely on manual intervention in these processes and fall short of offering automated solutions to optimize technology transitions. All these situations, especially in a rapidly changing technological environment, limit companies' ability to modernize their existing infrastructure and adapt to new technologies. Code transformation can be a solution to this. Code transformation is the process of converting a software's source code into another form by changing its structure. During this transformation, the purpose of the code is generally preserved, but its format changes. This makes the code more readable.

In this study, an innovative automated code transformation platform is presented that enables seamless and rapid transitions between frameworks to increase the flexibility and reusability of the software, as well as improve functionality and performance. The platform generates optimized code for the target framework by identifying the business rules and technological components used on the source framework.

One of the existing gaps in the literature is the lack of systems that enable the suggestion of adaptive changes during framework evolution. The systematic reuse and automation techniques proposed by the software factories model serve as a fundamental guide for this study. Considering that the manual methods used in transitions between frameworks are time-consuming and prone to errors in the current literature, the automation-focused approach offered by this study stands out as an innovative solution.

This study is organized as follows: The relevant literature is presented in Section 2. Following this, details of the platform is presented in Section 3. The results of the study has been given in Section 4. Finally, Section 5 concludes the paper.

2. LITERATURE REVIEW

[1] aimed to automate code translation at the repository level and proposed AlphaTrans, a neuro-symbolic approach. AlphaTrans can translate source and test code. This method uses multiple levels of validation to ensure the translation maintains the functionality of the source program. To simplify the problem for Large Language Models (LLM), AlphaTrans breaks the program down into simpler parts. Program analysis is used to translate these simple parts in reverse order of calls.

[2] proposed a method for equivalence validation and repair of code translations, an LLM based, PL-independent framework. The proposed method incorporates a multi-agent architecture that breaks down equivalence validation into several subtasks to provide comprehensive and

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

consistent semantic analysis of the translation. The semantic analysis is passed to the test agent, which is then tasked with writing and executing tests. When a test error is observed, the repair agent corrects the translation error. The decision agent makes the final decision by considering semantic analyses and test execution results. The validation and repair results of the proposed method have been compared with four different repository-level code translation techniques. 2.219 translation pairs from 24 GitHub projects covering 6 different programming language pairs and containing more than 900.000 lines of code have been used. The results showed that the proposed method produced equivalence/inequivalence decisions for 99.2% of the translation pairs, and in 72.8% of these, it provided the same equivalence validation result as previous studies. These results demonstrate that the proposed method is much more adaptable to many programming language pairs.

[3] examined formal validation techniques applicable to code translation. The strengths and weaknesses of currently adopted approaches have been identified. The study also emphasized the need for automated and scalable validation tools.

[4] emphasized the importance of multimodal learning and proposed a conceptual framework for achieving automated software evolution. Within this framework, they proposed the Selective Sequential Scope model. This proposed model can be used to classify current and future research when encompassing different software engineering stages and multimodal learning tasks.

[5] proposed a web service compiler code mapper model from Swift for iOS to Java for Android that can be integrated into previous compilers. Conversion accuracy tests have been conducted for 6 web service functions. Experimental results showed an average accuracy of 89.3% in converting web service calls from iOS to Android. Additionally, due to the rise of generative language models and their code generation capabilities, the ChatGPT model has been compared. The code translation performance of the ChatGPT model has been analyzed, and the potential of prompt engineering for seamless integration into the compiler tool has been investigated.

[6] developed multilingual modeling approaches for code translation and analyzed their potential to improve translation quality and increase training efficiency for both low-resource and high-resource language pairs. They created a large dataset consisting of three novel multilingual datasets: MultilingualTrans, which supports translation between multiple popular programming languages; NicheTrans, for translation between specific programming languages and popular languages; and LLMTrans, for evaluating the executable of code translated by LLMs. Additionally, CodeTransOcean includes the DLTrans dataset, a novel cross-frame dataset for translating deep learning code across different frameworks. Furthermore, they proposed a new evaluation metric for program-level code translation. They evaluated the LLM ChatGPT on the datasets, investigated its potential for fuzzy execution predictions, and developed fundamental models for CodeTransOcean.

[7] proposed a novel database code conversion model based on transcompilation and pattern matching to support database code conversion between native languages and platforms. The model has been implemented to support the conversion of Firebase Firestore database code

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

from Android (Java) to iOS (Swift) using TCAIOSC. The results showed high accuracy for the converted database code and improvement for the overall conversion using TCAIOSC.

[8] proposed an approach that can automate the process of generating linking code between different languages, reducing the language interoperability problem in these systems. The proposed approach uses metadata derived from Interface Definition Language to systematically generate Application Programming Interfaces (APIs) for each language. In extensive experiments, it has been observed that code written in one language could seamlessly interact with code developed in other languages. The developed code generator has been observed to improve the stability, scalability, and modularity of multilingual software systems.

[9] proposed a native mobile application user interface code converter based on a trans-compilation approach. The code converter has been evaluated using the Bilingual Evaluation Understudy (BLEU) metric. The results showed that the proposed trans-compiler user interface code converter achieved 88.9% accuracy when tested on 5 applications.

[10] used an approach proposed in the TCAIOSC tool to convert mobile applications from Android to iOS to improve reverse translation. Furthermore, native mobile application functions such as making phone calls, alert messages, vibration, and many more have been tested using comprehensive techniques such as BLEU and token accuracy. The results showed that the approach achieved significant success in translating code from Swift to Java.

3. DETAILS OF THE PLATFORM

The system architecture is based on the principles of standardization and full automation in in-house software development processes. The aim is to ensure that all teams use the same platform structure and to automatically generate initial configurations according to corporate standards. Under the standardization approach, the most widely accepted approaches and package structures in Spring Boot-based microservice projects are implemented uniformly across the organization. Under the automation approach, files are automatically generated according to the parameters entered in the Project Management Site. The platform performs the necessary implementations by only referring to these files. A Spring Boot-based JAR file is used for the backend, and DevOps -the in-house project management platform- is used for the frontend.

3.1 Platform Components

At system startup, a Spring Boot-based Java Archive (JAR) developed in accordance with internal standards has been used. The configuration management screen provides an interface for entering parameters for technologies such as RabbitMQ, Apache Kafka, and Redis. The Application.properties manufacturer component automatically adds the entered parameters to the relevant configuration file in a format compatible with the framework. Within the scope of dependency management (pom.xml), necessary and mandatory modules are automatically included by the system. Within the framework of Project Management Site integration, the created JAR file is uploaded to the central platform, and all configuration processes are managed through this screen. In the data structure, parameters entered by the user via

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Application.properties (e.g., RabbitMQ host, Kafka topic, Redis cache settings) are automatically added. The framework performs the necessary implementations by only looking at this file.

Within the scope of pom.xml management, mandatory dependencies such as Spring Web, Spring Data, and internal framework modules are automatically added to the platform, while additional modules needed are presented as selectable options via the configuration screen; All configuration information is stored in a centralized structure, and changes made through the Project Management Site are versioned and recorded, allowing for rollback to previous versions if needed.

3.2 Security

Access to the Project Management Site is provided via JSON Web Token (JWT) to allow users to securely authenticate to the platform. All sensitive parameters and data within the platform (user passwords, API keys, database connection information, and other critical configurations) are protected in encrypted form and can be securely decrypted and used when necessary; in addition, environment variables are preferred in configuration management processes to separate confidential information from the codebase; alongside all these technical structures, the development and operation of the platform is carried out in accordance with internal software development standards, guaranteeing the system's sustainability, security, and scalability. Finally, the platform has undergone comprehensive performance testing.

4. RESULTS OF THE STUDY

The platform has introduced innovations in software engineering by automating framework migration processes. Framework migration processes have been accelerated. With the automation mechanisms developed of the platform, the need for manual code conversion and editing has been minimized, thus completing migration processes faster and more efficiently. Furthermore, functions found in older frameworks can be automatically adapted to new frameworks by analyzing them, reducing human error and increasing code compatibility.

Costs in software development processes have been reduced. Reducing the labor and time spent on manual code conversion allows companies to significantly lower costs during technological transitions. In particular, innovative solutions such as modernizing request-response structures improve the performance of software systems while reducing maintenance costs.

This platform also has a modular and flexible structure, allowing companies to easily adapt to changing needs and new technologies. This feature, which allows users to achieve maximum compatibility with minimum effort during framework migrations, increases the platform's usage.

In addition, this solution, which can be integrated into Continuous İntegration (CI) processes, works in full compatibility with modern software development practices.

The contributions provided by the developed platform are listed below:

- It has become possible for companies to produce more products using fewer resources and to ensure continuity in software projects with the efficient transformation processes.
- New microservice projects are ready in minutes.
- Configuration file creation time is now measured in milliseconds.
- Data loss is minimized with the centralized management.
- Incorrect configurations can be rolled back through versioning.
- Manual errors are minimized.
- All configurations are managed from a single point.

5. CONCLUSION

In the software development world, switching between frameworks is often a time-consuming and error-prone process requiring a significant amount of manual work. This situation, especially in an environment where technological innovations change rapidly, limits companies' ability to modernize their existing infrastructures and adapt to new technologies. This study addresses these problems and presents an innovative automated code conversion platform to enable seamless and rapid transitions between frameworks. With the developed platform, error processes are significantly reduced, and data loss is minimized with the centralized management.

REFERENCES

[1] Ibrahimzada, A. R., Ke, K., Pawagi, M., Abid, M. S., Pan, R., Sinha, S., & Jabbarvand, R., Alphatrans: A neuro-symbolic compositional approach for repository-level code translation and validation. *Proceedings of the ACM on Software Engineering*, *2*(FSE), 2454-2476, 2025.

[2] Ibrahimzada, A. R., Paulsen, B., Jabbarvand, R., Dodds, J., & Kroening, D., MatchFixAgent: Language-Agnostic Autonomous Repository-Level Code Translation Validation and Repair. arXiv preprint arXiv:2509.16187, 2025.

[3] Mahmoud, A. T., Mohammed, A. A., Ayman, M., Medhat, W., Selim, S., Zayed, H., ... & Elaraby, N., Formal Verification of Code Conversion: A Comprehensive Survey. *Technologies*, *12*(12), 244, 2024.

[4] Yue, Songhui. "A Data-to-Product Multimodal Conceptual Framework to Achieve Automated Software Evolution for Context-rich Intelligent Applications." arXiv preprint arXiv:2404.04821, 2024.

[5] Mahmoud, A. T., Muhammad, A. A., Yousef, A. H., Medhat, W., Zayed, H. H., & Selim, S., Compiler-based Web Services code conversion model for different languages of mobile application. In *2023 Intelligent Methods, Systems, and Applications (IMSA)* (pp. 464-469). IEEE, 2023.

[6] Yan, W., Tian, Y., Li, Y., Chen, Q., & Wang, W., Codetransocean: A comprehensive multilingual benchmark for code translation. In *Findings of the Association for Computational Linguistics: EMNLP 2023*, 5067-5089, 2023.

[7] Barakat, R., Radwan, M. B. A., Medhat, W. M., & Yousef, A. H., Trans-compiler-based database code conversion model for native platforms and languages. In *International*

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Conference on Model and Data Engineering, 162-175, Cham: Springer Nature Switzerland, 2022.

[8] Nguyen, H., Programming Language interoperability in cross-platform software development, 2022.

[9] El-Kaliouby, S. S., Selim, S., & Yousef, A. H., Native mobile applications UI code conversion. In *2021 16th International Conference on Computer Engineering and Systems (ICCES)*, IEEE, 1-5, 2021.

[10] Muhammad, A. A., Mahmoud, A. T., Elkalyouby, S. S., Hamza, R. B., & Yousef, A. H., Trans-Compiler based Mobile Applications code converter: swift to java. In 2020 2nd Novel Intelligent and Leading Emerging Sciences Conference (NILES), IEEE, 247-252, 2020.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

OPTIMIZING CLINICAL DECISION SUPPORT: A COMPARATIVE INFORMATICS STUDY OF DATA MINING ARCHITECTURES FOR BREAST CANCER DIAGNOSIS

Mustafa Hassan Abdirashid

Gazi Üniversitesi – Bilişim Enstitüsü

22803002006@gazi.edu.tr – 0009-0009-2009-5338

Doç. Dr. Mehmet Feyzi Akşahin

Gazi Üniversitesi – Bilişim Enstitüsü

maksahin@gazi.edu.tr - 0000-0002-8911-6645

ABSTRACT

While the proliferation of machine learning in clinical informatics has improved diagnostic precision, the selection of optimal architectures remains a critical challenge for Information Systems in oncology. This study presents a rigorous comparative analysis of diverse data mining frameworks ranging from traditional linear estimators to complex non-linear neural architectures using the high-dimensional Wisconsin Diagnostic Breast Cancer (WDBC) dataset.

This study goes beyond simple categorization, examining the trade-offs between computational cost and diagnostic accuracy. To evaluate these diagnostic methods, we used a series of classifiers: Logistic Regression, k-Nearest Neighbors, Support Vector Machines, Random Forest, and Multi-Layer Perceptron (MLP). We assessed model performance using ROC-AUC, specificity, and sensitivity, applying a stratified 80/20 split and thorough feature standardization. Our analysis reveals a key conflict: while deep learning models like MLP show high predictive accuracy, the inherent interpretability of SVM is more practical in clinical settings where transparency is crucial. Therefore, integrating these improved data mining processes into hospital information systems offers a promising way to reduce diagnostic delays and minimize human error in early-stage pathology.

Keywords: Clinical Informatics, Data Mining, Diagnostic Decision Support, Predictive Analytics, WDBC Evaluation.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

1. INTRODUCTION

The swift progress of information and communication technologies has instigated a profound transformation within Healthcare Information Systems (HIS). Initially, these systems served as passive electronic archives, primarily intended for storing administrative and demographic data. Presently, they have developed into dynamic, terabyte-scale ecosystems, capable of processing intricate clinical, genomic, and radiological information [1]. Nevertheless, the substantial volume of digitized medical data does not inherently yield actionable clinical insights. Deriving meaningful patterns from these extensive datasets necessitates the integration of data mining algorithms, a crucial step within the Knowledge Discovery in Databases (KDD) framework [2, 3]. Consequently, through the application of these analytical methodologies, basic data repositories are converted into intelligent Clinical Decision Support Systems (CDSS), which, in turn, support evidence-based management and proactive patient care [4].

A crucial application of data mining in modern healthcare is the early detection and classification of cancer. Breast cancer continues to be a leading cause of illness and death worldwide, and starting treatment early is crucial for improving patient outcomes. Currently, Fine Needle Aspirate (FNA) biopsies are often used in medical settings to assess the cancerous potential of breast lesions [5]. Pathologists face a considerable cognitive load when assessing the morphological alterations of extracted cell nuclei, including radius asymmetry, perimeter, and smoothness; moreover, this process is subject to variability between observers. As a result, artificial intelligence (AI) is being adopted more frequently to reduce human error and standardize the diagnostic procedure. Despite these advancements, a significant ontological debate persists within the medical informatics community regarding algorithmic selection. Researchers frequently posit that heightened model complexity automatically ensures enhanced diagnostic precision. Although deep learning frameworks, including Convolutional Neural Networks (CNNs), have undeniably transformed the examination of unstructured data, exemplified by raw mammographic images, their utilization in structured, tabular clinical data presents considerable challenges [6].

Complex ensemble models and multi-layer neural networks, characterized by substantial representational capabilities, frequently result in overfitting when employed with restricted tabular datasets [7]. These models tend to memorize training noise rather than learning generalizable biological rules, resulting in dangerous performance drops when evaluating new, unseen patients. Furthermore, deep learning networks act as "black boxes," failing to provide the algorithmic transparency and explainability required to establish physician trust in clinical environments [6]. Therefore, the primary objective of this research is to empirically challenge the "complexity equals accuracy" fallacy in structured predictive oncology.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

By conducting a comparative analysis of five distinct data mining architectures Logistic Regression, K-Nearest Neighbors (KNN), Support Vector Machines (SVM), Random Forest, and Multi-Layer Perceptrons (MLP) using the standardized Wisconsin Diagnostic Breast Cancer (WDBC) dataset, this study aims to determine which model truly offers the highest out-of-sample generalization. Ultimately, this research seeks to identify the most robust, transparent, and computationally efficient algorithm for safe integration into national Healthcare Information Systems [8].

METHODS

Dataset Description

The present study utilized the Wisconsin Diagnostic Breast Cancer (WDBC) dataset, a benchmark frequently employed to evaluate medical informatics methodologies [5]. The dataset comprises 569 patient records. Each record is characterized by 30 continuous numerical attributes, all of which were extracted from digitized images of fine needle aspiration (FNA) biopsies. These particular attributes are employed to quantify diverse morphological characteristics of cell nuclei, including their radius, texture, perimeter, area, and smoothness.

The dependent variable is binary, with cases classified as either malignant (37.3%) or benign (62.7%). To prioritize patient safety and accurately reflect real-world oncology triage practices, the "Malignant" condition was specifically designated as the positive class. This design choice ensures that the predictive models prioritize clinical sensitivity, thereby strictly controlling the rate of false negatives.

Experimental Setup and Preprocessing

Following the KDD framework, the dataset underwent thorough preprocessing to ensure a fair evaluation of the algorithms. The data was divided into two distinct subsets: an 80% training set, comprising 455 instances, and a 20% testing set, which contained 114 instances.

To preserve the initial class distributions and mitigate algorithmic bias throughout model training, a stratified sampling method was employed. Furthermore, distance-based and margin-based algorithms are known to be particularly susceptible to fluctuations in feature scaling. Consequently, Z-score standardization was uniformly implemented across the complete dataset, thereby effectively removing scale inconsistencies among the thirty morphometric features.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

All subsequent experimental analyses were coded in Python, primarily relying on the computational tools provided by the scikit-learn, TensorFlow, and Keras libraries.

Algorithmic Architectures

In order to provide a thorough comparative assessment, five distinct predictive architectures were constructed and evaluated. These selections encompass both traditional machine learning approaches and modern deep learning frameworks [9, 10, and 11]:

1. **Logistic Regression:** A standard, probabilistic linear classifier chosen largely for its excellent interpretability.
2. **K-Nearest Neighbors (KNN):** A non-parametric, distance-based algorithm. During the trials, it was evaluated at multiple neighborhood sizes (k=3, 5, and 7).
3. **Support Vector Machines (SVM):** This margin-maximizing algorithm was tested with both Linear and Radial Basis Function (RBF) kernels. Utilizing both kernels made it possible to accurately map linear as well as non-linear decision boundaries [9].
4. **Random Forest:** An ensemble-style decision tree algorithm that relies on bootstrap aggregating to decrease overall model variance [10].
5. **Multi-Layer Perceptron (MLP):** This is a deep learning feedforward neural network, and it's trained using backpropagation.

To understand how the number of layers affects tabular data, we tested three different network structures. These structures included a single hidden layer with 16 neurons, a two-layer hidden structure with 32 and 16 neurons, and a three-layer hidden structure with 64, 32, and 16 neurons.

RESULTS AND DISCUSSION

Training Performance and the Overfitting Phenomenon

Initial evaluations conducted on the training subset exposed fascinating behaviors regarding the representational capacity of highly complex architectures. The Random Forest ensemble achieved a flawless 1.000 across all primary metrics, including accuracy, sensitivity, and specificity. The deepest neural network architecture evaluated, MLP 64-32-16, showed a similar pattern. It achieved a training accuracy of 0.998, which was almost perfect, along with a sensitivity of 1.000.

While these numbers appear initially impressive, such absolute perfection in a medical dataset is often a clinical red flag. These results strongly indicated that the highly parameterized models were not abstracting generalized biological rules; rather, they were memorizing structural noise inherent to the training data.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Test Performance and Generalization

The true clinical viability of these architectures was rigorously assessed when they were forced to evaluate the unseen test dataset. The empirical results, detailed below in Table 1, vividly illustrate a generalization gap within the complex models while underscoring the remarkable stability of the traditional algorithms.

Model	Accuracy	Sensitivity	Specificity	ROC-AUC
Logistic Regression	0.982	0.976	0.986	0.995
KNN (k=3)	0.930	0.905	0.944	0.944
Linear SVM	0.974	0.976	0.972	0.996
RBF SVM	0.982	0.976	0.986	0.995
Random Forest	0.956	0.929	0.972	0.993
MLP (64-32-16)	0.965	0.976	0.958	0.989

Table 1. Model Performance on the Test Dataset

Upon evaluation against the novel testing records, the Random Forest model exhibited a discernible decline in performance, with its accuracy decreasing to 0.956. Likewise, the MLP (64-32-16) architecture was unable to sustain its training performance, resulting in a reduction to an accuracy of 0.965. Conversely, the more streamlined models, specifically Logistic Regression and RBF-SVM, displayed exceptional stability when assessed on out-of-sample data.

Conversely, the parsimonious models Logistic Regression and RBF-SVM demonstrated unparalleled out-of-sample stability. Both architectures topped the benchmark with a 0.982 test accuracy. More importantly, as illustrated in the confusion matrix for the RBF-SVM model (Figure 1), these algorithms successfully

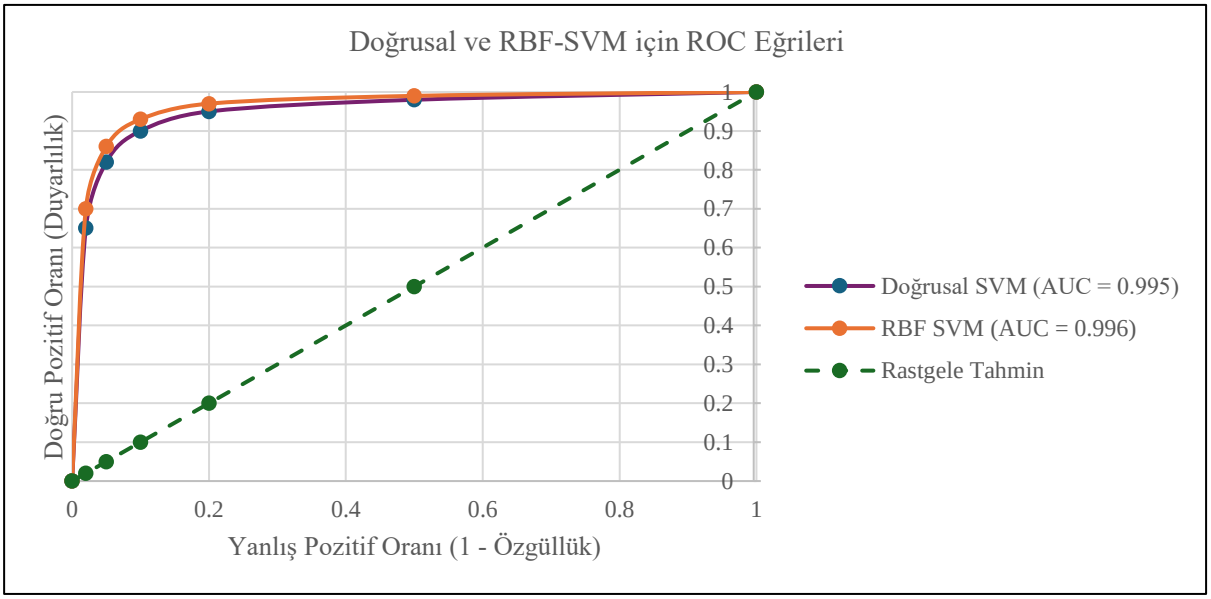


Figure 1. Confusion Matrix for the RBF Support Vector Machine on the Test Dataset

identified 41 out of 42 malignant cases, securing a critical clinical sensitivity of 0.976.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

The superiority of these traditional models is further visualized through Receiver Operating Characteristic (ROC) analysis. As shown in Figure 2, the area under the curve (AUC) for both Logistic Regression and SVM approaches near-perfection (0.995), indicating a highly robust and stable decision boundary compared to the more erratic boundaries generated by complex neural networks on this tabular dataset.

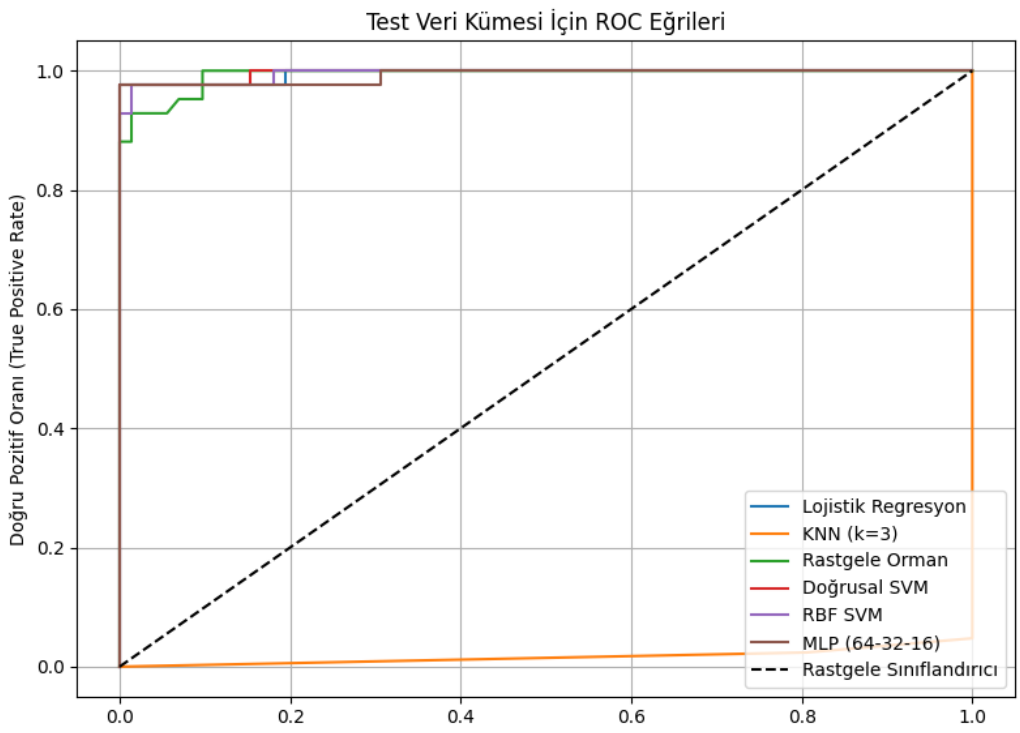


Figure 2. Comparative ROC Curves across tested architectures.

These empirical findings provide a vital counter-narrative to the prevailing assumption that deep learning architectures are universally superior across all medical data types [11, 12]. For highly structured, tabular morphometric datasets, deep neural networks and ensemble trees exhibit a dangerous tendency to overfit. Conversely, the margin-maximization principle intrinsic to Support Vector Machines, alongside the smooth probabilistic delineations characteristic of Logistic Regression, demonstrated considerable resilience. This observation resonates with contemporary research that prioritizes feature-algorithm concordance rather than computational intricacy [13, 14].

From a practical healthcare informatics perspective, parametric models offer a distinct operational advantage: algorithmic transparency. They allow physicians to mathematically interpret the precise weight of specific cellular features, thereby fostering the clinical trust necessary for actual hospital integration. Furthermore,

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

possessing a 0.976 sensitivity rate means these models can confidently serve as highly reliable "first-pass" triage filters, instantly prioritizing high-risk biopsy files for immediate oncologist review while requiring negligible computational overhead.

CONCLUSION

The results of this comparative informatics study strongly challenge the common industry idea that more complex algorithms always lead to better diagnostic results.

When dealing with highly structured, tabular medical data such as the morphometric features derived from breast cancer biopsies simpler and mathematically transparent algorithms often provide significantly safer and more reliable solutions than intricate "black-box" systems. Both Logistic Regression and RBF-SVM achieved an optimal balance in this study. They successfully maximized critical clinical sensitivity while maintaining an exceptionally high capacity for out-of-sample generalization.

Integrating these efficient and precise algorithms into national healthcare systems offers a significant opportunity for transformation. This integration has the potential to optimize clinical triage processes, substantially decrease diagnostic delays, and, consequently, enhance patient survival rates by mitigating false-negative results. Future research endeavors should concentrate on incorporating Explainable AI (XAI) overlays to bolster physician confidence, alongside the external validation of these models using multi-modal, real-world hospital data.

REFERENCES

[1] Ahmad, P., Qamar, S. and Rizvi, S. Q. A., Techniques of data mining in healthcare: A review, International Journal of Computer Applications, 120(15), 38–44, 2015.

[2] Silahtaroğlu, G., Veri madenciliği: Kavram ve algoritmaları, Papatya Yayıncılık, İstanbul, 2013.

[3] Koyuncugil, A. S. and Özgülbaş, N., Veri madenciliği: Tıp ve sağlık hizmetlerinde kullanımı ve uygulamaları, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 2(2), 21–28, 2009.

[4] Jothi, N., Rashid, N. A. and Husain, W., Data mining in healthcare – A review, Procedia Computer Science, 72, 306–313, 2015.

[5] Wolberg, W., Street, N. and Mangasarian, O., Breast cytology diagnosis with digital image analysis, Analytical and Quantitative Cytology and Histology, 15, 396-404, 1994.

[6] Kumar, A., Singh, S. and Gupta, R., Breast-cancer detection using artificial-intelligence techniques: A systematic literature review, 2022.

[7] Breiman, L., Random Forests, Machine Learning, 45, 5-32, 2001.

[8] Danacı, M., Çelik, M. ve Akkaya, A. E., Veri madenciliği yöntemleri kullanılarak meme kanseri hücrelerinin tahmin ve teşhisi, Erciyes University, 2015.

[9] Cortes, C. and Vapnik, V., Support-Vector Networks, Machine Learning, 20, 273-297, 1995.

[10] Rajesh, A. and Ramesh, V., Data-mining classification techniques applied for breast cancer diagnosis and prognosis, International Journal of Computer Applications, 45(7), 11–15, 2012.

[11] Chaurasia, V., Pal, S. and Tiwari, B. B., Prediction of benign and malignant breast cancer using data mining techniques, Journal of Algorithms & Computational Technology, 12(2), 119–126, 2018.

[12] Delen, D., Walker, G. and Kadam, A., Predicting breast cancer survivability: A comparison of three data mining methods, Artificial Intelligence in Medicine, 34(2), 113–127, 2005.

[13] Ganggayah, M. D., Taib, N. A., Har, Y. C., Lio, P., Dhillon, S. K. and Abu Hassan, M. R., Predicting factors for survival of breast cancer patients using machine learning techniques, BMC Medical Informatics and Decision Making, 19, 48, 2019.

[14] Liew, X. Y., Hameed, N. and Clos, J., An investigation of XGBoost-based algorithm for breast cancer classification, Machine Learning with Applications, 6, 100154, 2021.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

SOME CIRCLE CONCEPTS VIA b-METRIC PRESERVING FUNCTIONS

Assoc. Prof. Dr. Nihal TAŞ

Balıkesir University, Department of Mathematics

nihaltas@balikesir.edu.tr - 0000-0002-4535-4019

Ayşenur ŞEN

Balıkesir University, Department of Mathematics

ayseenursenn@gmail.com - 0000-0002-8747-1424

ABSTRACT

There are many studies in the literature dealing with metric-preserving functions as well as fixed-point and fixed-circle problems. Motivated by these developments, this paper focuses on obtaining new fixed-circle results by combining these two important concepts. In particular, the notion of b-metric preserving functions is used to extend classical ideas related to metric-preserving mappings. Within this setting, several circle concepts are introduced and their relationships are examined in generalized distance spaces. By using these notions, sufficient conditions are established to guarantee the existence and uniqueness of fixed circles for certain self-mappings. These findings make it possible to generalize some known fixed-circle results from metric spaces to the wider class of b-metric spaces.The theoretical results are supported by appropriate examples that illustrate the applicability of the proposed approach. The main contribution of this study is the presentation of new fixed-circle theorems obtained through the use of b-metric preserving function techniques. Consequently, the results provide further insight into fixed-point and fixed-circle theory and contribute to the development of research in generalized metric spaces.

Keywords: b-metric preserving function, fixed circle, fixed point, generalized metric space

1. INTRODUCTION

In recent years, fixed-point theory has become one of the central topics in nonlinear analysis due to its wide range of applications in various branches of mathematics and applied sciences. In particular, the study of fixed circles, which can be considered as a natural generalization of fixed points, has attracted considerable attention. These concepts provide deeper geometric insights into the behavior of self-mappings in different types of spaces.

On the other hand, metric-preserving functions play a significant role in the construction and transformation of metric structures. Such functions ensure that the metric properties of a space are maintained under suitable mappings, and they have been widely investigated in the

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

literature. Combining these functions with fixed-point techniques leads to new perspectives and generalizations in metric theory.

In order to extend classical results, generalized distance spaces have been introduced. Among these, b-metric spaces constitute an important class, where the triangle inequality is relaxed by a constant factor. This generalization allows the development of broader frameworks in which many results from metric spaces can be extended and improved.

Motivated by these developments, the main aim of this paper is to investigate fixed-circle concepts via b-metric preserving functions. By introducing several types of circles in the context of generalized metric structures, we analyze their relationships and establish new conditions ensuring the existence and uniqueness of fixed circles for certain self-mappings.

The results presented in this study not only generalize some well-known results from metric spaces to b-metric spaces, but also provide a deeper understanding of the interaction between metric-preserving functions and geometric structures such as circles. Furthermore, illustrative examples are given to demonstrate the applicability and effectiveness of the obtained results.

2. PRELIMINARIES

Let X be a nonempty set and the function $d: X \times X \to [0,\infty)$ be a function satisfying the followings:

$(M1)$ $d(x,y)=0 \Leftrightarrow x=y$ for all $x,y \in X$,

$(M2)$ $d(x,y)=d(y,x)$ for all $x,y \in X$,

$(M3)$ $d(x,y) \le d(x,z)+d(z,y)$ for all $x,y \in X$.

Then the function d is a metric on X and the pair (X,d) is a metric space.

Definition 2.1 [1] Let X be a nonempty set and $d_s : X \times X \to [0,\infty)$ a function. If the following conditions are satisfied for all $x,y,z \in X$, then d_s is called a $b-$metric:

$(B1)$ $d_s(x,y)=0$ if and only if $x=y$,

$(B2)$ $d_s(x,y)=d_s(y,x)$,

$(B3)$ There is $s \ge 1$ such that

$$d_s(x,y) \le s\left[d_s(x,z)+d_s(z,y)\right].$$

Then the pair (X,d_s) is said to be a $b-$metric space.

Metric-Preserving Function: [2] Let (X,d) be a metric space and $f:[0,\infty)\to[0,\infty)$ be a function. Then f is called a metric-preserving function if $f \circ d$ is a metric on X.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

$b-$*Metric-Preserving Function*: [3] Let $f:[0,\infty)\to[0,\infty)$. We say that f is $b-$metric-preserving if for all $b-$metric spaces (X,d), $f\circ d$ is a $b-$metric on X.

Circle: Let (X,d) be a metric space. A circle $C(x_0,r)$ of radius r centered at x_0 is defined by

$$C(x_0,r)=\{x\in X : d(x,x_0)=r\}.$$

Assume that the metric function $f\circ d : X\times X\to[0,\infty)$ is denoted by d_f, that is,

$$d_f = f\circ d$$

and the radius r_f is denoted by

$$r_f = f(r).$$

Now we define the following definitions:

Definition 2.2 [4] A circle $C(x_0,r_f)$ of radius r_f centered at x_0 in a metric space (X,d) is the set of all points of X of equal to r_f from x_0, that is,

$$C(x_0,r_f)=\{x\in X : d(x,x_0)=r_f\}.$$

Definition 2.3 [4] A circle $C_f(x_0,r)$ of radius r centered at x_0 in a metric space (X,d_f) is the set of all points of X of equal to r from x_0, that is,

$$C_f(x_0,r)=\{x\in X : d_f(x,x_0)=r\}.$$

Definition 2.4 [4] A circle $C(f(x_0),r)$ of radius r_f centered at $f(x_0)$ in a metric space (X,d) is the set of all points of X of equal to r_f from $f(x_0)$, that is,

$$C(f(x_0),r)=\{x\in X : d(x,f(x_0))=r\}.$$

Definition 2.5 [4] A circle $C(f(x_0),r_f)$ of radius r_f centered at $f(x_0)$ in a metric space (X,d) is the set of all points of X of equal to r_f from $f(x_0)$, that is,

$$C(f(x_0),r_f)=\{x\in X : d(x,f(x_0))=r_f\}.$$

Definition 2.6 [4] A circle $C_f(x_0,r_f)$ of radius r_f centered at $f(x_0)$ in a metric space (X,d) is the set of all points of X of equal to r_f from $f(x_0)$, that is,

$$C_f(x_0,r_f)=\{x\in X : d_f(x,x_0)=r_f\}.$$

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

The definitions of the open ball $B(x_0,r)$, and the closed ball $B[x_0,r]$ for $x_0 \in X$ and $r>0$, is similar to the metric case [5]. In a $b-$ metric space, the boundary of the open ball plays an important role in determining its closure. The boundary of the closed ball can also be considered as a circle, as follows:

Let (X,d_s) be a metric space. A circle $C(x_0,r)$ of radius r centered at x_0 is defined by

$$C_b(x_0,r)=\{x\in X : d_s(x,x_0)=r\}.$$

3. MAIN RESULTS

In this section, we introduce the notions of some circles according to the $b-$metric-preserving functions. To do this, let (X,d_s) be a $b-$metric space with coefficient $s\geq 1$, $C_b(x_0,r)$ be a circle on X, and $f:[0,\infty)\to[0,\infty)$ be a $b-$metric-preserving function.

Assume that the $b-$metric function $f\circ d_s : X\times X\to[0,\infty)$ is denoted by

$$d_{s_f} = f\circ d_s,$$

and the radius $r_f = f(r)$.

Now we define the following definitions:

Definition 3.1 A circle $C_b(x_0,r_f)$ of radius r_f centered at x_0 in a $b-$metric space (X,d_s) is the set of all points of X of equal distance r_f from x_0, that is,

$$C_b(x_0,r_f)=\{x\in X : d_s(x,x_0)=r_f\}.$$

Definition 3.2 A circle $C_f^b(x_0,r)$ of radius r centered at x_0 in a $b-$metric space (X,d_s) is the set of all points of X of equal distance r from x_0, that is,

$$C_f^b(x_0,r)=\{x\in X : d_{s_f}(x,x_0)=r\}.$$

Definition 3.3 A circle $C_b(f(x_0),r)$ of radius r centered at $f(x_0)$ in a $b-$metric space (X,d_s) is the set of all points of X of equal distance r from $f(x_0)$, that is,

$$C_b(f(x_0),r)=\{x\in X : d_s(x,f(x_0))=r\}.$$

Definition 3.4 A circle $C_b(f(x_0),r_f)$ of radius r_f centered at $f(x_0)$ in a $b-$metric space (X,d_s) is the set of all points of X of equal distance r_f from $f(x_0)$, that is,

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

$$C_b\left(f\left(x_0\right), r_f\right) = \left\{x \in X : d_s\left(x, f\left(x_0\right)\right) = r_f\right\}.$$

Definition 3.5 A circle $C_f^b\left(x_0, r_f\right)$ of radius r_f centered at x_0 in a $b-$metric space $\left(X, d_s\right)$ is the set of all points of X of equal distance r_f from x_0, that is,

$$C_f^b\left(x_0, r_f\right) = \left\{x \in X : d_{s_f}\left(x, x_0\right) = r_f\right\}.$$

Some comparisons of theses notations are give as follows:

Let $\left(X, d_s\right)$ be a $b-$metric space and $f : X \to X$ be a self-mapping. If $T_x = x$ for some $x \in X$, then x is a fixed point of T. In addition, the fixed-point set of T is denoted by $Fix\left(T\right)$.

- If $x_0 \in Fix\left(f\right)$, then the circles $C_b\left(x_0, r\right)$ and $C_b\left(f\left(x_0\right), r\right)$ coincide.
- If $x_0 \in Fix\left(f\right)$, then the circles $C_b\left(x_0, r_f\right)$ and $C_b\left(f\left(x_0\right), r_f\right)$ coincide.
- If $r = r_f$, then the circles $C_b\left(x_0, r\right)$ and $C_b\left(x_0, r\right)$ coincide.
- If $r = r_f$ then the circles $C_f^b\left(x_0, r\right)$ and $C_f^b\left(x_0, r_f\right)$ are coincide.
- If the $b-$metric preserving function f is defined by

$$f\left(x\right) = ax, \ \ a > 0,$$

for all $x \in \left[0, \infty\right)$, then the circles $C_b\left(x_0, r\right)$ and $C_f^b\left(x_0, r_f\right)$ are coincide.

Example 3.1 Let $\left(\square, d\right)$ be a usual metric (which is also a $b-$metric with constat $s = 1$) space with the metric $d\left(x, y\right) = \left|x - y\right|$ and $C_{0,1} = \left\{-1, 1\right\}$ be a unit circle. Let us define the $b-$metric preserving function $f : \left[0, \infty\right) \to \left[0, \infty\right)$ as

$$f\left(x\right) = 3x,$$

for all $x \in \left[0, \infty\right)$. Then we get

$$r_f = f\left(r\right) = f\left(1\right) = 3,$$

and

$$f\left(0\right) = 0.$$

Hence using the above definitions, we obtain the following circles:

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

$$\begin{aligned} C_b\left(x_0, r_f\right) = C_b\left(0,3\right) &= \left\{x \in \mathbb{R} : d_s\left(x,0\right) = 3\right\} \\ &= \left\{x \in \mathbb{R} : \left|x-0\right| = 3\right\} \\ &= \left\{x \in \mathbb{R} : \left|x\right| = 3\right\} \\ &= \left\{-3,3\right\}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_f^b\left(x_0, r\right) = C_f^b\left(0,1\right) &= \left\{x \in \mathbb{R} : d_{f_s}\left(x,0\right) = 1\right\} \\ &= \left\{x \in \mathbb{R} : 3\left|x-0\right| = 1\right\} \\ &= \left\{x \in \mathbb{R} : \left|x\right| = \frac{1}{3}\right\} \\ &= \left\{-\frac{1}{3}, \frac{1}{3}\right\}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_b\left(f\left(x_0\right), r\right) = C_b\left(0,1\right) &= \left\{x \in \mathbb{R} : d_s\left(x,0\right) = 1\right\} \\ &= \left\{x \in \mathbb{R} : \left|x-0\right| = 1\right\} \\ &= \left\{x \in \mathbb{R} : \left|x\right| = 1\right\} \\ &= \left\{-1,1\right\}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_b\left(f\left(x_0\right), r_f\right) = C_b\left(0,3\right) &= \left\{x \in \mathbb{R} : d_s\left(x,0\right) = 3\right\} \\ &= \left\{x \in \mathbb{R} : \left|x-0\right| = 3\right\} \\ &= \left\{x \in \mathbb{R} : \left|x\right| = 3\right\} \\ &= \left\{-3,3\right\}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_f^b\left(x_0, r_f\right) = C_f^b\left(0,3\right) &= \left\{x \in \mathbb{R} : d_{f_s}\left(x,0\right) = 3\right\} \\ &= \left\{x \in \mathbb{R} : 3\left|x-0\right| = 3\right\} \\ &= \left\{x \in \mathbb{R} : \left|x\right| = 1\right\} \\ &= \left\{-1,1\right\}. \end{aligned}$$

4. REFERENCES

[1] I.A Bakhtin, “ The contraction mapping principle in olmost metric spaces”, *Functional Analysis*, vol. 5, no.1, pp. 26-37,1989.

[2] J. Borsik, J. Dobos, On metric preserving functions, Real Analysis Exchange, 13 (1987-88), 285-293.

[3] T. Khemaratchatakumthorn and P. Pongsriiam, “Remarks on b−metric and metric preserving functions”, Mathematica Slovaca, vol. 68 no.5, pp. 1009-1016, 2018.

[4] N.Taş, A.Şen, “An introduction to the fixed-circle problem with metric-preserving functions” Mathematica Moravica Vol. 30, No. 1 (2026), 1–17

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

[5] M. A. Navascues, R. N. Mohapatra, ‘‘Fixed Point Dynamics in a New Type of Contraction in b-Metric Spaces’’ Symmetry 2024, 16, 506.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

%100 GERİ DÖNÜŞÜMLÜ HAFİFLETİLMİŞ TERMOPLASTİK ELASTOMER TEMELLİ BAGAJ HAVUZU GELİŞTİRME PROJESİ

Ar-Ge Proje Yöneticisi, Ahmet Nazif Ketencioğlu
Farform Otomotiv Ar-Ge Merkezi,
nazif.ketencioglu@farform.com.tr- 0009-0007-8333-7942

Tasarım Mühendisi, Kaan Yazgan
Farform Otomotiv Ar-Ge Merkezi,
kaan.yazgan@farform.com.tr- 0009-0007-8024-6340

Ar-Ge Süreç Mühendisi, Didem Elif Soydan
Farform Otomotiv Ar-Ge Merkezi,
didem.yasa@farform.com.tr- 0009-0008-8894-9275

ÖZET

Bu çalışmada, ithal kauçuk bazlı bagaj havuzlarına alternatif olarak tamamen geri dönüştürülebilir termoplastik vulkanizat (TPV) esaslı bir yapı geliştirilmiştir. Amaç, geri dönüşümü sınırlı elastomerler yerine, yerli üretime uygun, hafif ve maliyet etkin bir çözüm sunmaktır. Çalışma kapsamında öncelikle referans ürünlerin mekanik ve yüzey performansları analiz edilerek hedef özellikler belirlenmiştir. İlk aşamada çok katmanlı (TPE–TPO–TPE) yapı denenmiş; ancak katmanlar arası zayıf aderans ve yüksek sıcaklıkta form kaybı nedeniyle tek katmanlı TPV yapıya geçilmiştir. Bu yapı, homojen dağılımı sayesinde daha iyi form stabilitesi ve dayanım sağlamıştır. Ürün geliştirme sürecinde tersine mühendislik yaklaşımı kullanılmış; araç geometrisi 3D tarama ile elde edilerek CAD modellere dönüştürülmüş, 3D baskı prototipler ile doğrulama yapılmıştır. Nihai tasarıma göre kalıplar üretilmiş ve üretime geçilmiştir. Optimum TPV malzeme ekstrüzyon ile plaka halinde üretilmiş ve termoform yöntemi ile şekillendirilmiştir. Malzeme karakterizasyonunda 43 Shore D sertlik, 1,07 g/cm³ yoğunluk ve 9,1 g/10 dk akış indeksi elde edilmiştir. Performans testlerinde ürünün çizilme direnci, matlık, su iticilik, temizlenebilirlik ve yanmazlık özelliklerinin referans ürünlerle benzer veya daha iyi olduğu görülmüştür. Geliştirilen ürün 10 farklı araç modeli için seri üretime alınmış ve ticarileştirilmiştir. Ürünler hem yurtçinde hem yurtdışında kullanılmaktadır. Bu proje sonucunda firmamızın ürün gamına yeni bir bagaj havuzu ailesi, bilgi birikimimize ise yeni bir elastomerik hammadde sınıfı ve proses know-how'ı kazandırılmıştır. Proje, malzeme geliştirme, proses optimizasyonu ve performans validasyonu açısından yüksek ar-ge niteliğine sahiptir ve sürdürülebilir, hafifletilmiş ve yerli üretim altyapısına sahip bir otomotiv iç trim çözümünün endüstriyel uygulanabilirliğini kanıtlamıştır

Anahtar Kelimeler

TPV, Bagaj Havuzu, Tersine Mühendislik, Termoform, Otomotiv İç Trim

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

DEVELOPMENT PROJECT OF 100% RECYCLABLE LIGHTWEIGHT THERMOPLASTIC ELASTOMER-BASED AUTOMOTIVE TRUNK LINER

R&D Project Manager, Ahmet Nazif Ketencioğlu
Farform Automotive R&D Center
nazif.ketencioglu@farform.com.tr – 0009-0007-8333-7942

Design Engineer, Kaan Yazgan
Farform Automotive R&D Center
kaan.yazgan@farform.com.tr – 0009-0007-8024-6340

R&D Process Engineer, Didem Elif Soydan
Farform Automotive R&D Center
didem.yasa@farform.com.tr – 0009-0008-8894-9275

ABSTRACT

In this study, a fully recyclable thermoplastic vulcanizate (TPV)-based structure was developed as an alternative to imported rubber-based trunk liners. The main objective is to provide a lightweight, cost-effective, and locally producible solution to replace elastomeric materials with limited recyclability. Within the scope of the study, the mechanical and surface performance of benchmark products were first analyzed to define target properties. Initially, a multilayer (TPE–TPO–TPE) structure was evaluated; however, due to poor interlayer adhesion and dimensional instability at elevated temperatures, a transition was made to a single-layer TPV structure. This configuration provided improved form stability and mechanical integrity due to its homogeneous phase distribution. A reverse engineering approach was applied during the product development process. Vehicle geometries were obtained through 3D scanning and converted into CAD models. Prototypes were produced via 3D printing and validated on the vehicle. Based on the finalized design, molds were manufactured and the production phase was initiated. The optimized TPV material was produced in sheet form via extrusion and shaped using thermoforming. Material characterization results showed 43 Shore D hardness, 1.07 g/cm³ density, and a melt flow index of 9.1 g/10 min. Performance tests demonstrated that scratch resistance, gloss level, water repellency, cleanability, and flammability properties were comparable or superior to benchmark products. The developed product has been commercialized and mass-produced for 10 different vehicle models, with applications in both domestic and international markets. As a result, the project has introduced a new trunk liner product family and contributed to the company's expertise with a novel elastomeric material class and process know-how. The study demonstrates the industrial applicability of a sustainable, lightweight, and locally producible automotive interior trim solution.

Keywords

TPV, Trunk Liner, Reverse Engineering, Thermoforming, Automotive Interior Trim

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

THE EFFECT OF APPLIED LOAD ON THE TRIBOLOGICAL PERFORMANCE OF POLYAMIDE 6.6 COMPOSITE REINFORCED WITH CARBON FIBRE

Student Yusuf Berkay CAN

Sakarya University of Applied Science, Sakarya, TÜRKİYE

22010503023@subu.edu.tr - ORCID no: 0009-0006-5486-5693

Prof. Dr. Hüseyin ÜNAL

Sakarya University of Applied Science, Sakarya, TÜRKİYE

unal@subu.edu.tr - ORCID ID : 0000-0003-0521-6647

ABSTRACT

Carbon fibre (CF) reinforced polyamide 6.6 (PA6.6) composites have attracted increasing attention as alternatives to metallic materials in tribological industrial applications due to their low density, high specific strength, and good wear resistance. In this study, the tribological performance of a 30 wt.% carbon fibre reinforced PA6.6 (PA6.6-30CF) composite was systematically investigated to evaluate its potential for industrial use. Tribological experiments were carried out using the pin-on-disc wear test method in accordance with ASTM G99 standards. In the experiments, cylindrical PA6.6-30CF pin specimens with a diameter of 6 mm and a length of 50 mm were tested against an AISI 316L stainless steel disc. All wear tests were conducted at a constant sliding speed of 1.0 m/s under varying normal loads of 50, 150, 200, and 250 N. The coefficient of friction (CoF) was continuously recorded using a load cell, while the specific wear rate was calculated based on volumetric material loss. The results demonstrated that the coefficient of friction gradually decreased with increasing applied load, whereas the specific wear rate (SWR) showed a significant increase, particularly at higher load levels. Optical microscopy analyses revealed that abrasive wear was the dominant mechanism at low loads, while at higher loads, the formation of a transfer film led to a more stable wear regime. Furthermore, carbon fibre reinforcement enhanced the load-bearing capacity of the PA6.6 matrix and contributed significantly to stabilizing the friction behaviour.

Keywords : Polyamide 6.6, Wear, tribology, load, composite, friction.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

1. INTRODUCTION

Polymer-based composite materials have increasingly been preferred as alternatives to metals in tribological applications in recent years, due to their low density, good mechanical properties, and high corrosion resistance. Among these materials, polyamide polymers, which belong to the thermoplastics class, stand out because of their good wear resistance, impact strength, and ease of processing (Blau, 2009; Friedrich & Schlarb, 2011). Polyamide 6.6 (PA6.6), in particular, is widely used in wear-prone components such as gears, bushings, and sliding bearings due to its high mechanical strength and thermal stability (Sinha et al., 2018). However, the tribological performance of PA6.6 can be limited when used alone, depending on the applied load and contact pressure. With increasing load, the high pressure and temperature generated in the contact zone can lead to increased plastic deformation of the polymer matrix, resulting in higher wear rates (Lancaster, 1990). For this reason, the use of various reinforcements and additives has become a common approach to improve the friction and wear behaviour of PA6.6. Carbon fiber (CF) (Kunishima et al., 2021; Rydresh et al., 2020; Choudhari et al., 2021; Li et al., 2009) and glass fiber reinforcements (Kunishima et al., 2021) are among the most effective reinforcement materials for enhancing the mechanical strength and load-carrying capacity of polymer matrix composites. CF reinforcement, in particular, restricts the deformation of the matrix phase and promotes a more uniform distribution of applied loads, thereby significantly improving tribological performance (Zhang et al., 2015). It has been reported in the literature that carbon fiber-reinforced polyamide composites exhibit lower coefficients of friction and more stable wear behavior compared to neat polyamide (Unal et al., 2004; Karger-Kocsis & Friedrich, 1991). In tribological systems, the applied load and the resulting contact pressure play a critical role in determining friction and wear mechanisms. Under low load conditions, abrasive wear mechanisms are generally dominant, whereas with increasing load, the formation of a transfer film on the counter surface is accelerated, leading to a more stable friction regime (Blau, 2009). However, under high load and pressure conditions, interfacial damage between the fiber and matrix, as well as thermal softening effects, may increase the wear rate (Friedrich & Schlarb, 2011).

In this context, a detailed investigation of the CoF, wear rate, and surface morphology of carbon fiber-reinforced PA6.6 composites under different load and pressure conditions is of great importance for understanding their potential in industrial tribological applications. Especially in systems involving metal–polymer contact, where low friction, stable wear behaviour, and long service life are required, PA6.6-CF composites emerge as promising engineering materials.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

https://covalomotion.com/product/nr-16-70-13-695/	https://covalomotion.com/product/spur-gears-s-k-10-17-50-250/

Figure 1. Industrial gears manufactured from PA6.6-30CF polymer composite material

2. EXPERIMENTAL

2.1. Materials

The material used in the experiments was a 30wt.% carbon fibre-reinforced polyamide 6.6 composite, supplied by DSM. The physical, mechanical and thermal properties of the composite material are given below.

Table 1. Physical, mechanical and thermal properties of PA 6.6/30CF composite material

Properties	Unit	Value
Density	g/cm^3	1.27
Tensile strength	MPa	230
Elongation at break	%	2.8
Flexural strength	MPa	343
Flexural modulus	GPa	17.0
Melting of temperature	^oC	260

2.2. Test Methods

The tribological behaviour of the PA6.6-30CF composite was investigated using a pin-on-disc wear test method. The experiments were conducted based on the ASTM G99 standard, and the effect of applied load on the CoF and SWR was evaluated in detail.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

In the tests, cylindrical PA6.6-30CF composite pins with a diameter of 6 mm and a length of 50 mm were used as the specimen. An AISI 316L stainless steel disc with a surface roughness of Ra = 0.12 µm was selected as the counter-face material. Before each test, the disc surfaces were cleaned with alcohol to remove any contaminants and ensure consistent surface conditions. All experiments were carried out at a constant sliding speed of 1.0 m/s under different applied loads of 50 N, 150 N, 200 N, and 250 N. The normal load was precisely applied and maintained constant throughout the test using a load cell integrated into the test device. The friction force was also measured in the lateral direction using the same load cell, and the coefficient of friction was calculated from these measurements. During the experiments, a data acquisition system recorded 1000 data points per minute, allowing high-resolution monitoring of instantaneous changes in the coefficient of friction. The coefficient of friction (µ) was calculated using the ratio of the measured friction force (Fs) to the applied normal load (Fn), as given by the following equation:

$$\mu = \frac{F_t}{F_n}$$

Here,

µ denotes the CoF, Fs denotes the frictional force in the direction of sliding (N), and Fn denotes the applied load (N).

The SWR was calculated based on the mass loss of the pin specimen before and after the test. The masses of the specimens were measured using an analytical balance with a precision of ±0.1 mg. The measured mass loss was converted to volume loss using the density of the composite material, and the SWR was determined using the following equation:

$$W_s = \frac{\Delta V}{F_n \cdot L}$$

Here,

Ws represents the SWR (mm^3/Nm), ΔV represents the volume loss of the pin specimen (mm^3), Fn represents the applied load (N), and L represents the total sliding distance (m).

Following the experiments, the wear surfaces of the pin and disc specimens were examined using an optical microscope to assess the wear mechanisms. The tribological performance of the PA6.6-30CF composite under different load conditions was determined by evaluating the CoF, SWR and surface morphology data together.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Figures 2, 3, 4 and 5 show the CoF versus sliding distance for the PA6.6-30CF composite at a sliding speed of 1.0 m/s under different loads (50, 150, 200 and 250 N). At low load (50 N), the CoF reached a steady state after approximately 1,700 m of sliding distance. Increasing the applied load to 150 N reduced this distance to approximately 1,500 m. Under higher loads of 200 N and 250 N, it was observed that the CoF reached a steady-state regime over a much shorter distance, at approximately 300 m of sliding distance. The significant reduction in the

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

sliding distance required to reach the steady-state friction regime as the load increases can be attributed to the accelerated formation of the transfer film on the contact surfaces and the stabilisation of the actual contact area within a shorter time. As the load increases, the rise in contact pressure contributes to the polyamide matrix undergoing plastic deformation more rapidly and the formation of a more continuous and homogeneous transfer layer on the opposing surface. This leads to a rapid reduction in fluctuations in the CoF and enables the system to reach a steady state earlier.

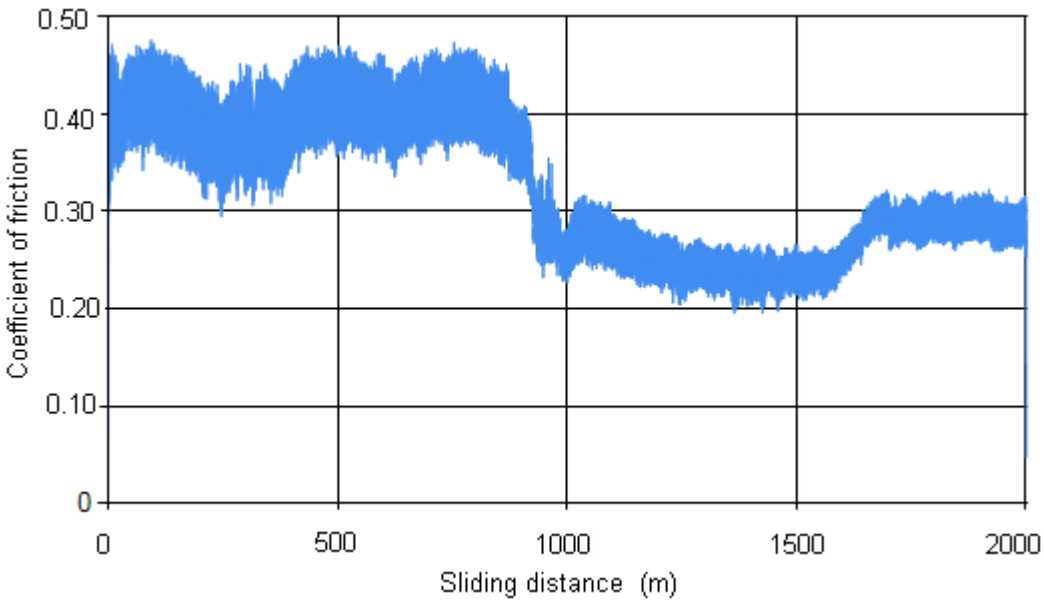


Figure 2. Variation in the CoF of the PA6.6-30CF polymer composite at a sliding speed of 1.0 m/s and a load of 100 N.

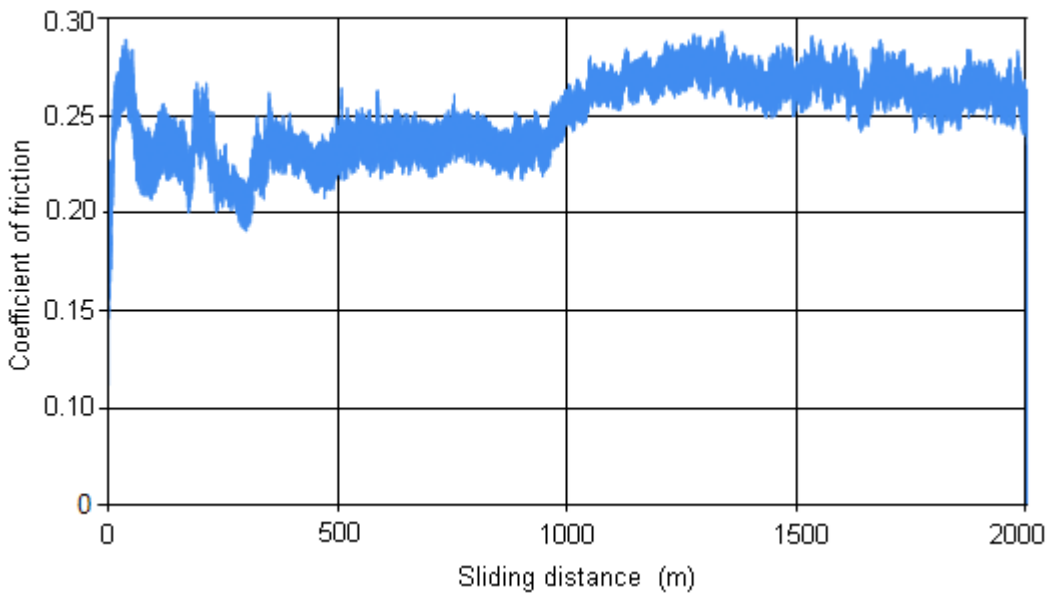


Figure 3. Variation in the CoF of the PA6.6-30CF polymer composite at a sliding speed of 1.0 m/s and a load of 150 N.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

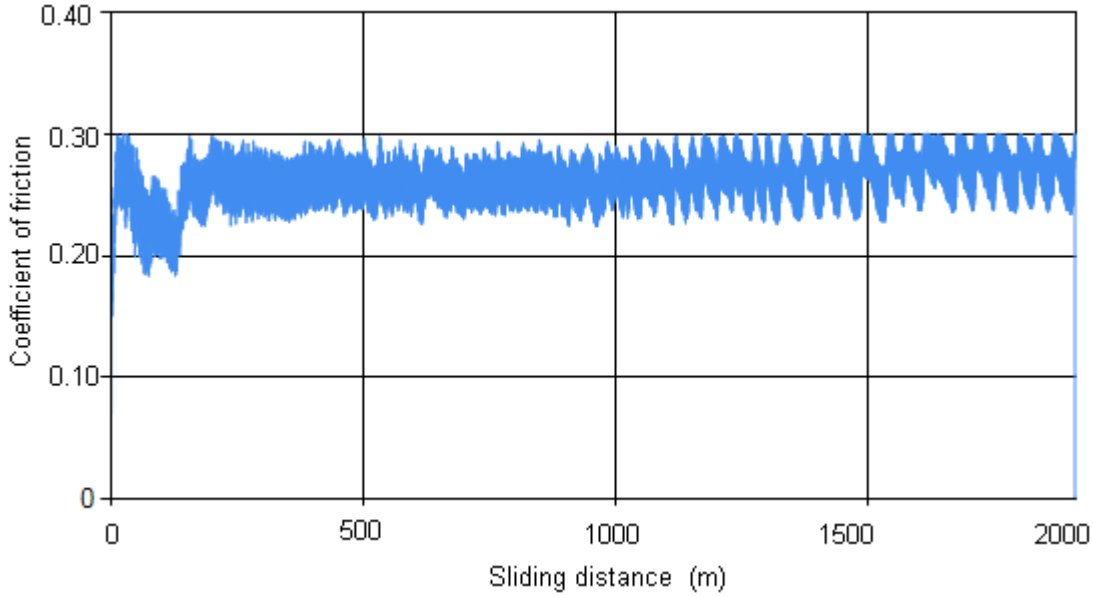


Figure 4. Variation in the CoF of the PA6.6-30CF polymer composite at a sliding speed of 1.0 m/s and a load of 200 N.

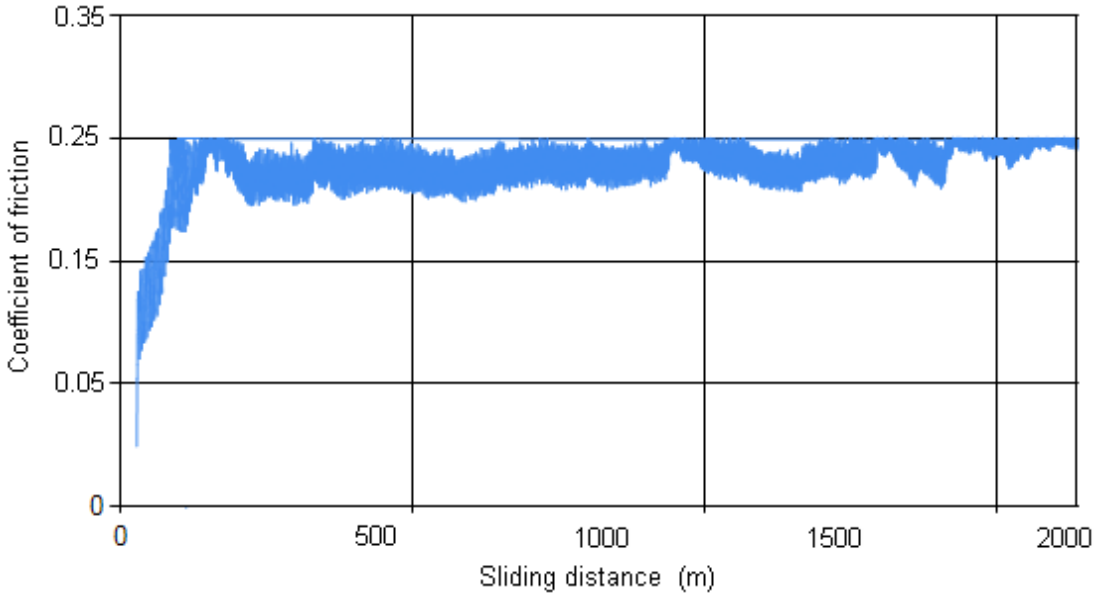


Figure 5. Variation in the CoF of the PA6.6-30CF polymer composite at a sliding speed of 1.0 m/s and a load of 250 N.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

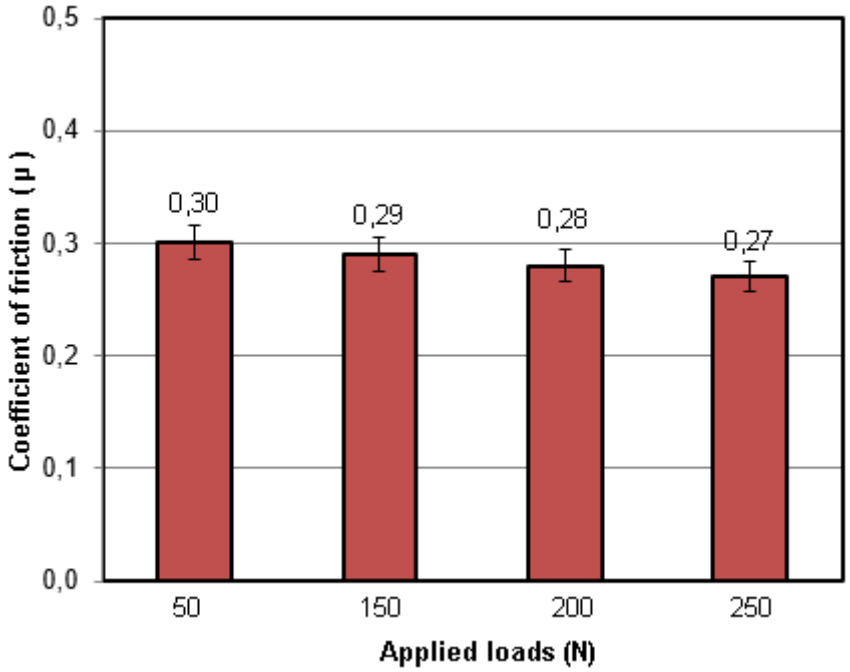


Figure 6. Variation in the CoF of the PA6-30CF polymer composite as a function of applied load (Speed: 1.0 m/s)

Figure 6 shows the variation of the CoF for the PA6.6–30CF composite at a sliding speed of 1.0 m/s under different normal loads (50, 150, 200, and 250 N). At the lowest load of 50 N, the CoF was measured as 0.30. When the load was increased to 150 N, the CoF decreased slightly to 0.29, representing a reduction of approximately 3.3% compared to the 50 N condition. At 200 N, the CoF further decreased to 0.28, corresponding to a reduction of about 6.7% from the initial load. Under the highest load of 250 N, the CoF decreased to 0.27, indicating an overall decrease of roughly 10% compared to the 50 N case. This gradual decrease in the CoF with increasing normal load can be attributed to the contact mechanics and tribological behaviour of the PA6.6-30CF composite. As the load increases, the real contact area between the composite and the counter-face expands, leading to a more uniform pressure distribution and reducing local stress concentrations. This effect allows micro-asperities on the polymer surface to flatten more effectively during sliding, contributing to a more stable friction regime.

Figure 7 shows the variation of the SWR of the PA6.6-30CF composite at a sliding speed of 1.0 m/s under different normal loads (50, 150, 200, and 250 N). At the lowest load of 50 N, the SWR was measured as 0.98×10^{-5} mm³/Nm. When the load was increased to 150 N, the wear rate rose to 7.91×10^{-5} mm³/Nm, representing an increase of approximately 707% compared to the initial load. At 200 N, the SWR further increased to 12.5×10^{-5} mm³/Nm, corresponding to an increase of about 1176% relative to the 50 N condition. Under the highest load of 250 N, the wear rate reached 39.8×10^{-5} mm³/Nm, indicating a very significant increase of roughly 3960% compared to the lowest load. These results demonstrate that the applied load has a dominant effect on the wear behaviour of the PA6.6-30CF composite. As the load increases, the real contact area and contact pressure with the counter-face rise, accelerating plastic deformation in the polyamide matrix and reducing wear resistance. At medium and high load levels, the limited

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

load-carrying capacity of the matrix facilitates the initiation and propagation of micro-cracks. Additionally, under high loads, stress concentrations at the fiber-matrix interface can cause interfacial separation and fiber breakage. The exposed or broken carbon fiber fragments act as third-body abrasives during sliding, further increasing the wear and contributing to the sharp rise in the specific wear rate.

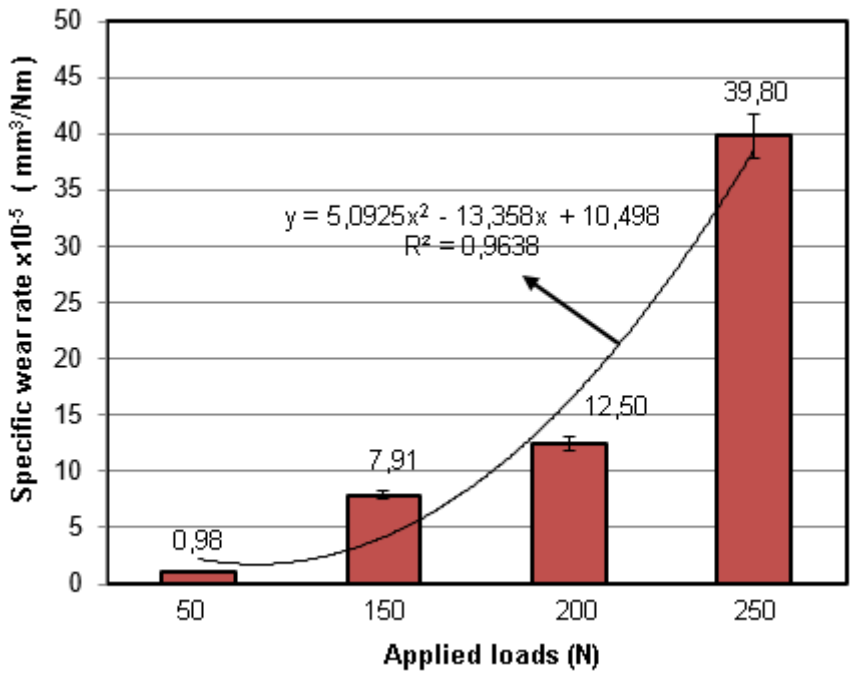
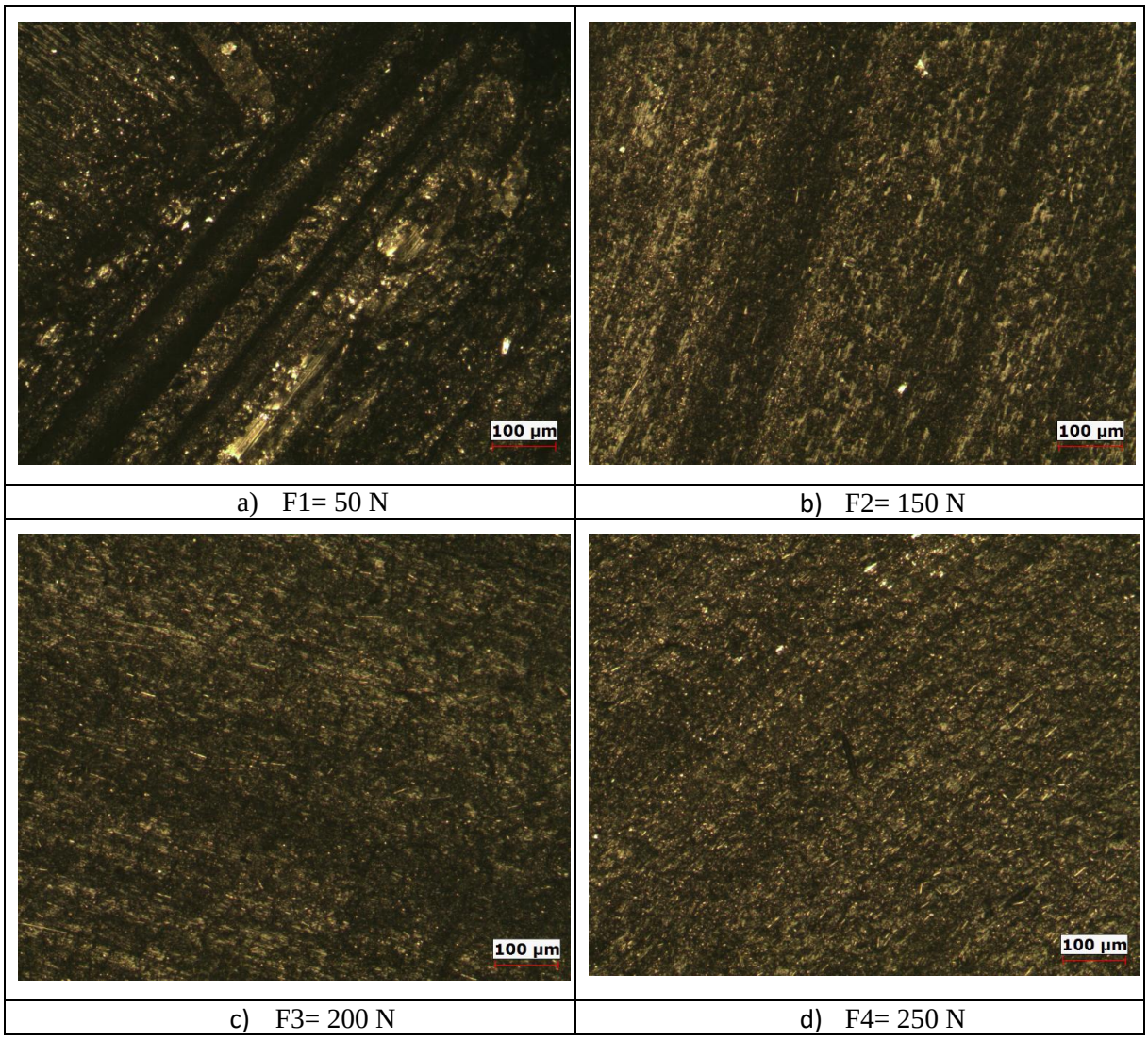


Figure 7. Variation in the SWR of the PA6-30CF polymer composite as a function of applied load (Speed: 1.0 m/s)

Figures 8 and 9 show optical microscope images of the wear surface morphologies of the PA6.6-30CF composite pin samples and the steel disc counter-faces at a sliding speed of 1.0 m/s under different normal loads (50, 150, 200, and 250 N). These figures clearly illustrate how the wear mechanisms and the formation of transfer films evolve on both the pin and disc surfaces as the load increases. Under the low load condition of 50 N (Figures 8a and 9a), the pin wear surface exhibits distinct wide and deep abrasive scratches, while the steel disc surface shows polymer and carbon fiber wear particles detached from the pin adhered to the surface. This indicates that at low load, the transfer film has not yet stabilized, and the system is dominated by a two-body or three-body abrasive wear mechanism.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5



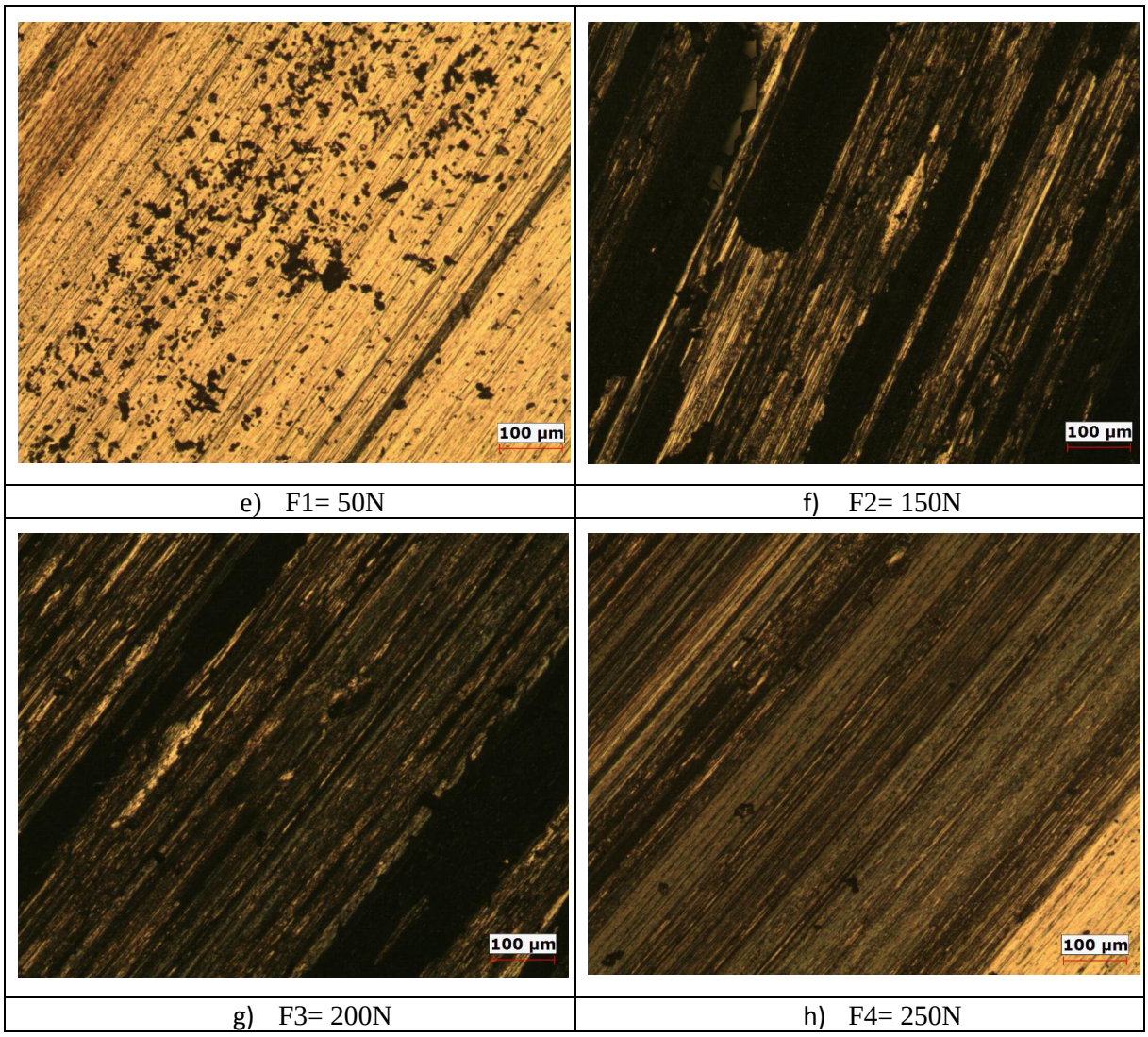
a) F1= 50 N | b) F2= 150 N

c) F3= 200 N | d) F4= 250 N

Figure 8. Optical microscope images of the wear surfaces of PA6-30CF polymer composite pin specimens at a sliding speed of 1.0 m/s and under different loads (50, 150, 200 and 250 N)

Upon increasing the applied load to 150 N (Figure 8b and Figure 9b), it was observed that the wear marks on the pin surface became shallower and less pronounced, whilst a relatively thick transfer film layer began to form on the steel disc surface. This film layer contributes to the transition of the friction behaviour to a more stable regime by limiting direct contact between the pin and the disc. At this load level, it can be said that the carbon fibre reinforcement reduces the severity of the wear marks by limiting matrix deformation. Under higher loads of 200 N (Figure 8c and Figure 9c), it is observed that the wear surface of the pin specimen exhibits a distinctly smoother and more homogeneous morphology. On the steel disc surface, both thin and, in places, partially thick transfer film regions were observed to coexist. This indicates that, with increasing load, the transfer film forms more rapidly, yet the film thickness may vary locally during sliding. The load-bearing role of the carbon fibres enhances surface stability by preventing excessive plastic deformation of the matrix.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5



e) F1= 50N | f) F2= 150N

g) F3= 200N | h) F4= 250N

Figure 9. Optical microscope images of the wear surfaces of the stainless steel disc in a PA6-30CF/steel disc pair operating at a sliding speed of 1.0 m/s and under different loads (50, 150, 200 and 250 N)

Under the highest load of 250 N (Figures 8d and 9d), the pin surface appeared much smoother and largely free of scratches, while the steel disc surface developed a thin, continuous, and uniform transfer film. The presence of this thin film helps minimize direct metal-polymer contact, contributing to a lower and more stable coefficient of friction. However, under high load conditions, the increased contact pressure and temperature cause the film to spread more widely across the surface, although it remains thin. From a microstructural perspective, the 30% carbon fiber reinforcement plays a critical role by significantly enhancing the load-carrying capacity of the PA6 matrix. The fibers limit excessive deformation of the matrix under higher loads, promote a more uniform distribution of stresses during wear, and indirectly stabilize the formation of the transfer film. At the same time, localized damage at the fiber-matrix interface under high loads can contribute to an increase in the overall wear volume. Taken together, Figures 8 and 9 clearly show that, with increasing load, the wear mechanism in the PA6-30CF composite evolves from an abrasive-dominated regime to a transfer film–controlled, more stable wear regime. The carbon fiber reinforcement emerges as a key microstructural element

that enhances surface stability and regulates the composite's tribological behaviour during this transition

4. CONCLUSION

1. In the PA6-30CF composite, increasing the applied load caused a gradual decrease in the coefficient of friction, while the SWR increased significantly, especially under high loads.
2. The 30% carbon fiber reinforcement enhanced the mechanical strength of the PA6 matrix, leading to more stable friction behaviour. The carbon fibers limited wear under low and medium loads and supported the formation of a transfer film under high loads.
3. Due to its low CoF and stable tribological performance, the PA6-30CF composite can serve as a potential alternative to metal materials for wear-prone industrial gears.
4. The results indicate that the PA6-30CF composite can be safely used in sliding bearings, bushings, and various tribological systems involving polymer-metal contact.
5. With advantages such as low density, reduced energy losses, and longer service life, PA6-30CF composites are considered environmentally friendly and sustainable tribological materials.

RERERENCES

Blau, P. J., Friction science and technology: From concepts to applications (2nd ed.). CRC Press, 2009.

Choudhari, D., Kakhandki V., Characterization and Analysis of Mechanical Properties of Short Carbon Fiber Reinforced Polyamide 6.6 Composites, *EVERGREEN Joint Journal of Novel Carbon Resource Sciences & Green Asia Strategy*, Vol. 08, Issue 4, pp768-776, 2021.

Friedrich, K., and Schlarb, A. K. (2011). Tribology of polymeric nano-composites. Elsevier.

Karger-Kocsis, J., and Friedrich, K., Friction and wear of polymer composites. *Wear*, 148(2), 235-247, 1991.

Kunishima, T., Nagai Y., Bouvard G., Jean-Christophe Abry J.C., Fridrici V., Kapsa P., Comparison of the tribological properties of carbon/glass fiber reinforced PA6.6-based composites in contact with steel, with and without grease lubrication, Wear, Volume 477, 18 July 2021.

Lancaster, J. K., The formation and properties of polymer transfer films. Tribology Series, Elsevier, 1990.

Li J., and Xia Y.C., The Friction and Wear Properties of Thermoplastic PA6 Composites Filled with Carbon Fiber, *J. of Composite Materials*, Volume 23, Issue 3, 2009.

Sinha, S. K., Briscoe, B. J., and Tong, J., Wear of polymers and polymer composites. *Wear*, 401-402, 1-3, 2018.

Rudresh B.M., Ravikumar B. N., Mathu D., Dry sliding friction and wear behaviour of hybrid glass - carbon fiber reinforced PA66/PTFE composites, *Tribologia, Finnish Journal of Tribology*, Vol. 37, No. 1–2, 2020.

Unal, H., Sen, U., and Mimaroglu, A., Abrasive wear behaviour of polymeric materials. *Materials & Design*, 25(5), 489–495, 2004.

Zhang, G., Schlarb, A. K., and Trzesniowski, S., Tribological behaviour of carbon fibre reinforced polyamide composites. *Tribology International*, 81, 1–9, 2015.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

THE EFFECT OF SLIDING SPEED ON THE FRICTION AND WEAR BEHAVIOUR OF GLASS FIBER REINFORCED POLYOXYMETHYLENE COPOLYMER COMPOSITE

Student Yusuf Berkay CAN

Sakarya University of Applied Science

22010503023@subu.edu.tr - ORCID no: 0009-0006-5486-5693

Prof. Dr. Hüseyin ÜNAL

Sakarya University of Applied Science

unal@subu.edu.tr - ORCID ID : 0000-0003-0521-6647

ABSTRACT

Polyoxymethylene (POM) is widely used in gear, bearing, and rolling element applications due to its high mechanical strength, stiffness, toughness, and dimensional stability, along with its favorable tribological properties such as a low coefficient of friction and good wear resistance. Its high chemical resistance and low moisture absorption make it particularly suitable for mechanisms requiring tight tolerances and consistent performance. However, the reduction in mechanical properties at elevated temperatures and its tendency to exhibit creep under sustained high loads constitute the main limitations of POM. Therefore, its tribological performance is strongly dependent on operating parameters such as load, sliding speed, and temperature. In this study, the tribological behaviour of a 25 wt.% glass fiber reinforced POM copolymer composite (POM-C/25GF) was investigated using the pin-on-disc wear test method in accordance with ASTM G99 standards. An AISI 316L stainless steel disc was used as the counter-face material. The coefficient of friction (COF) and specific wear rate (SWR) of the POM-C composite were evaluated under a constant load of 100 N and sliding speeds ranging from 1 to 4 m/s. The results indicated that both the coefficient of friction and the specific wear rate decreased with increasing sliding speed. The lowest specific wear rate and coefficient of friction were obtained at a sliding speed of 4.0 m/s under a 100 N load. The worn surfaces of both the pin and the steel disc were examined using optical microscopy. The findings demonstrated that the POM-C/25GF composite exhibits improved wear resistance and lower friction performance at higher sliding speeds.

Keywords : Polyoxymethylene, POM, Wear, glass fiber, friction, composite.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

1.INTRODUCTION

Polymeric materials are widely used in modern engineering applications due to their low density, ease of processing, corrosion resistance, and tunable properties. Thermoplastic polymers, in particular, stand out because of their recyclability and broad range of applications. However, polymers also have some drawbacks, such as low elastic modulus, limited temperature resistance, and, in some cases, poor wear resistance. Poly-oxy-methylene (POM), as an engineering plastic, occupies a balanced position within the "performance triangle" (cost/performance/processability). Owing to its high crystallinity, POM exhibits excellent mechanical and tribological properties. Its density is approximately 1.42 g/cm³, its glass transition temperature (Tg) is around -60 °C, and its melting temperature (Tm) is about 176 °C. Thanks to its high stiffness, good dimensional stability, low friction coefficient, low moisture absorption, and high chemical resistance, POM is widely used in gears, bearings, bushings, automotive components, and precision mechanical parts (see Figure 1).

Figure 1. Bearing, housing and gear components made from POM polymer

Various reinforcing agents and fillers are used to improve the limited mechanical and tribological properties of polymers. Fiber reinforcements such as glass fiber, carbon fiber (Xu et al., 2014), aramid fiber (Fakhar et al., 2013; Luo et al., 2015), basalt fiber (Bazan et al., 2021),

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

and natural fibers (Nirmal et al., 2015) significantly enhance the strength and stiffness of composite materials. On the other hand, particulate fillers such as talc, kaolin, calcite, glass beads, and metal powders (He et al., 2010) are mainly used to reduce cost and improve dimensional stability. In addition, solid lubricants such as polytetrafluoroethylene (PTFE) (Franklin et al., 2003; Zhang et al., 2022; Gao et al., 2011; Samyn et al., 2009; Fakhar et al., 2013; Bazan et al., 2021), graphite, wax, and molybdenum disulfide (Wang et al., 2008) are effective in reducing the coefficient of friction. Nano-scale additives such as carbon nanotubes (CNT) (Yousif et al., 2016), alumina (Sun et al., 2008), and silicon dioxide (Xu et al., 2014) further improve mechanical, electrical, and tribological performance. Although composites produced with these additives offer high-performance advantages, they may also introduce certain drawbacks, such as interfacial incompatibility, processing difficulties, increased cost, and challenges in achieving homogeneous dispersion. There are numerous studies in the literature investigating the effect of sliding speed on tribological behaviour. For example, Lancaster (1972) reported that the wear behavior of polymers depends on contact conditions. Friedrich et al. (2005) showed that, in fiber-reinforced polymer composites, increasing sliding speed can reduce the coefficient of friction by accelerating the formation of a transfer film. Similarly, Bijwe et al. (2008) observed a decrease in wear rate with increasing speed in POM-based composites, attributing this to the formation of a protective surface film. However, some studies have also emphasized that at higher speeds, wear mechanisms may change due to temperature rise. This indicates that tribological performance exhibits a complex behaviour depending on speed, load, and material structure. A review of the existing literature reveals that systematic studies on the tribological behaviour of glass fiber-reinforced POM composites at different sliding speeds, particularly under constant load conditions, are limited.

In this study, to address this gap in the literature, the tribological performance of a 25 wt.% glass fiber-reinforced POM-C composite was systematically investigated under a constant load of 100 N over a wide range of sliding speeds (1.0, 2.0, 3.0, and 4.0 m/s). Wear tests were carried out using a pin-on-disc configuration under dry sliding conditions in accordance with the ASTM G99 standard. An AISI 316L stainless steel disc was used as the counter-face material. The effects of sliding speed were evaluated by analyzing both the coefficient of friction and the specific wear rate, and the worn surfaces were further examined using an optical microscope to interpret the wear mechanisms.

2.EXPERIMENTAL

2.1.Materials

In the experiments, a polyoxymethylene copolymer composite reinforced with 25wt.% glass fibre was used. The physical, mechanical and thermal properties of the POM copolymer composite are given in Table 1 below.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Table 1. Physical, mechanical and thermal properties of the POM-C/25GF composite material (https://dmcplastik.com/wp-content/uploads/2022/10/POM-C-GF25-Natural-DMC.pdf)

Properties	Unit	Value
Density	g/cm^3	1.59
Tensile strength	MPa	51
Tensile Modulus	MPa	4200
Elongation at break	%	12
Flexural strength	MPa	88
Flexural modulus	GPa	4100
Melting of temperature	^oC	170

2.2.Test Methods

The tribological performance of the POM-C/25GF composite was determined under dry sliding conditions using a pin-on-disc wear tester. The experiments were carried out in accordance with the ASTM G99 standard. The COF and SWR of the POM-C composite were investigated as a function of sliding speed. In the wear tests, a cylindrical pin with a diameter of 6 mm and a length of 50 mm was used as the specimen. An AISI 316L stainless steel disc with a surface roughness of approximately Ra = 0.102 µm was selected as the counter-face material. Before each test, the disc surfaces were cleaned with alcohol to remove oil, dust, and other contaminants, ensuring consistent initial surface conditions. The experiments were conducted under a constant load of 100 N at four different sliding speeds (1.0, 2.0, 3.0, and 4.0 m/s). A load cell was used to measure the friction force. The average coefficient of friction (µ) was calculated as the ratio of the friction force (Fs) to the applied normal load (Fn).

$$\mu = \frac{F_t}{F_n}$$

The specific wear rate was determined based on the mass loss of the pin samples before and after testing. The mass loss, measured using an analytical balance with a precision of ±0.1 mg, was converted into volume loss using the material's density. The specific wear rate (Ws) was then calculated by dividing the volume loss by the applied normal load and the total sliding distance.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

$$W_s = \frac{\Delta V}{F_n \cdot L}$$

After the tests, both the pin and disc surfaces were examined under an optical microscope to analyze their surface morphologies. The tribological behaviour of the POM-C/25GF composite under different sliding speeds was evaluated by considering the coefficient of friction, specific wear rate, and microstructural observations together.

3.RESULTS AND DISCUSSION

Figure 2 shows the variation of the COF of the POM-C/25GF composite as a function of sliding speed under a load of 100 N. As seen in the figure, the COF decreases significantly with increasing sliding speed. According to the results obtained from the wear tests, the COF was measured as 0.38 at a sliding speed of 1.0 m/s. This value decreased noticeably with increasing speed. At 2.0 m/s, the COF decreased to 0.28, corresponding to a reduction of approximately 26.3%. At a sliding speed of 3.0 m/s, it decreased to 0.23, showing a reduction of about 39.5%, while at 4.0 m/s, it reached approximately 0.18, representing a total decrease of 52.6%. This decreasing trend can be attributed to the formation of a more stable transfer film on the contact surface with increasing sliding speed, which reduces direct contact between the surfaces.

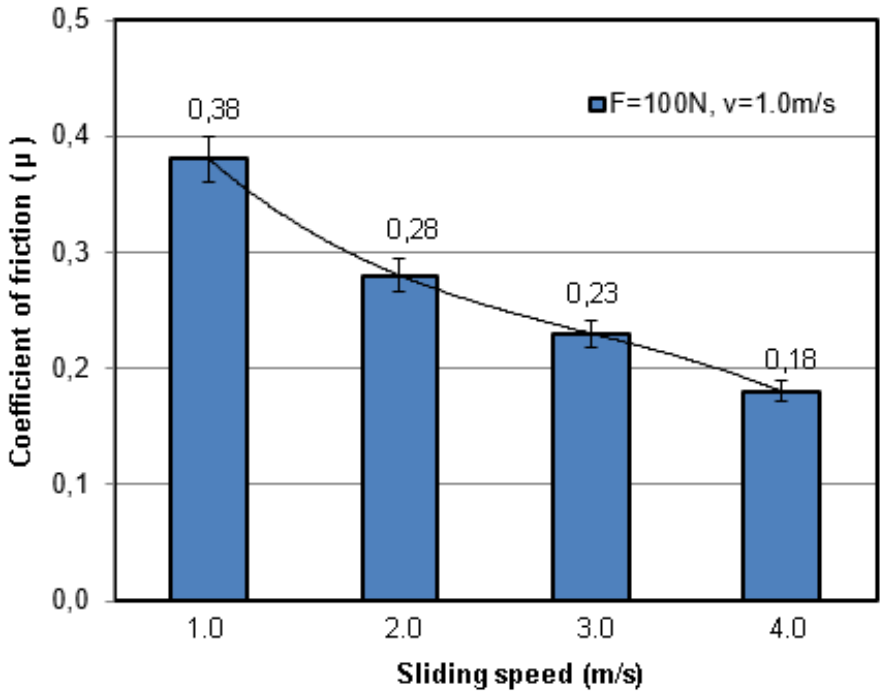


Figure 2. Variation in the COF of the POM-C/25GF composite under a 100 N load at different sliding speeds

Figure 3 shows the variation of the SWR of the POM-C/25GF composite as a function of sliding speed under a load of 100 N. A careful examination of the figure reveals that the SWR decreases as the sliding speed increases. When the values are evaluated, the SWR was measured as 1.79 $\times 10^{-4}$ mm³/Nm at a sliding speed of 1.0 m/s. This value decreased with increasing speed. At

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

2.0 m/s, the SWR decreased to 1.15 × 10^{-4} mm³/Nm, corresponding to a reduction of approximately 35.8%. At 3.0 m/s, it further decreased to 0.75 × 10^{-4} mm³/Nm, showing a reduction of 58.1%, and at 4.0 m/s, it reached 0.66 × 10^{-4} mm³/Nm, representing a total decrease of 63.1%. This reduction in SWR can be explained by the formation of a protective transfer film on the surface with increasing sliding speed, which limits wear and promotes a more uniform distribution of the applied load.

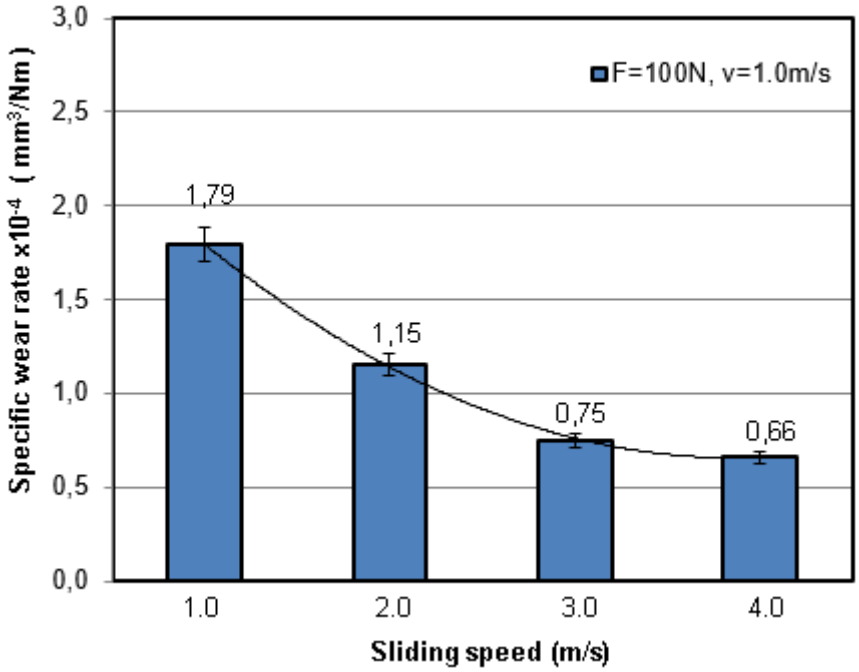
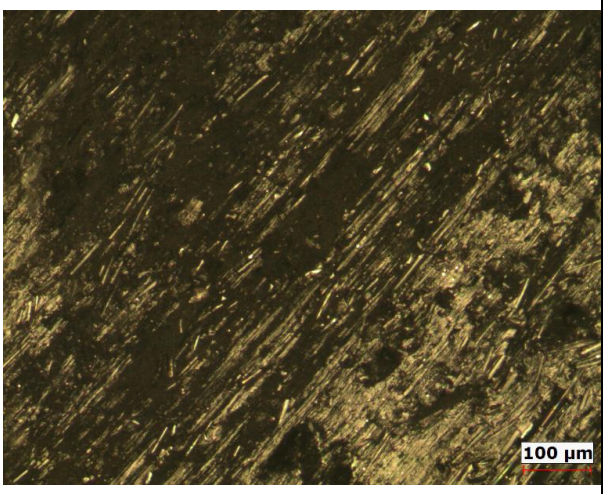
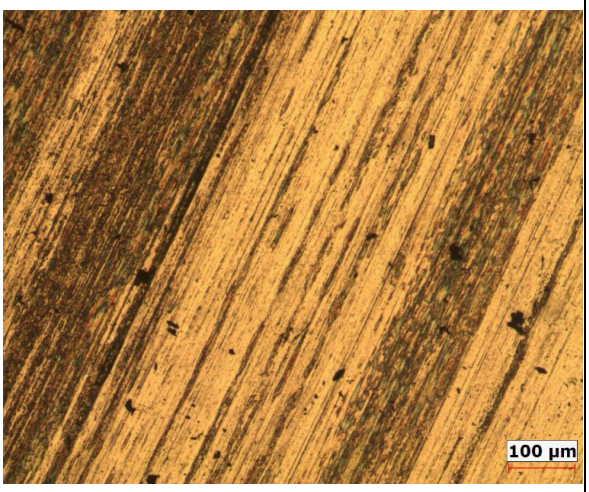


Figure 3. Variation in the SWR of the POM-C/25GF composite under a 100 N load at different sliding speeds

Pim	Disk
	
a) V1= 1.0 m/s	b)

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

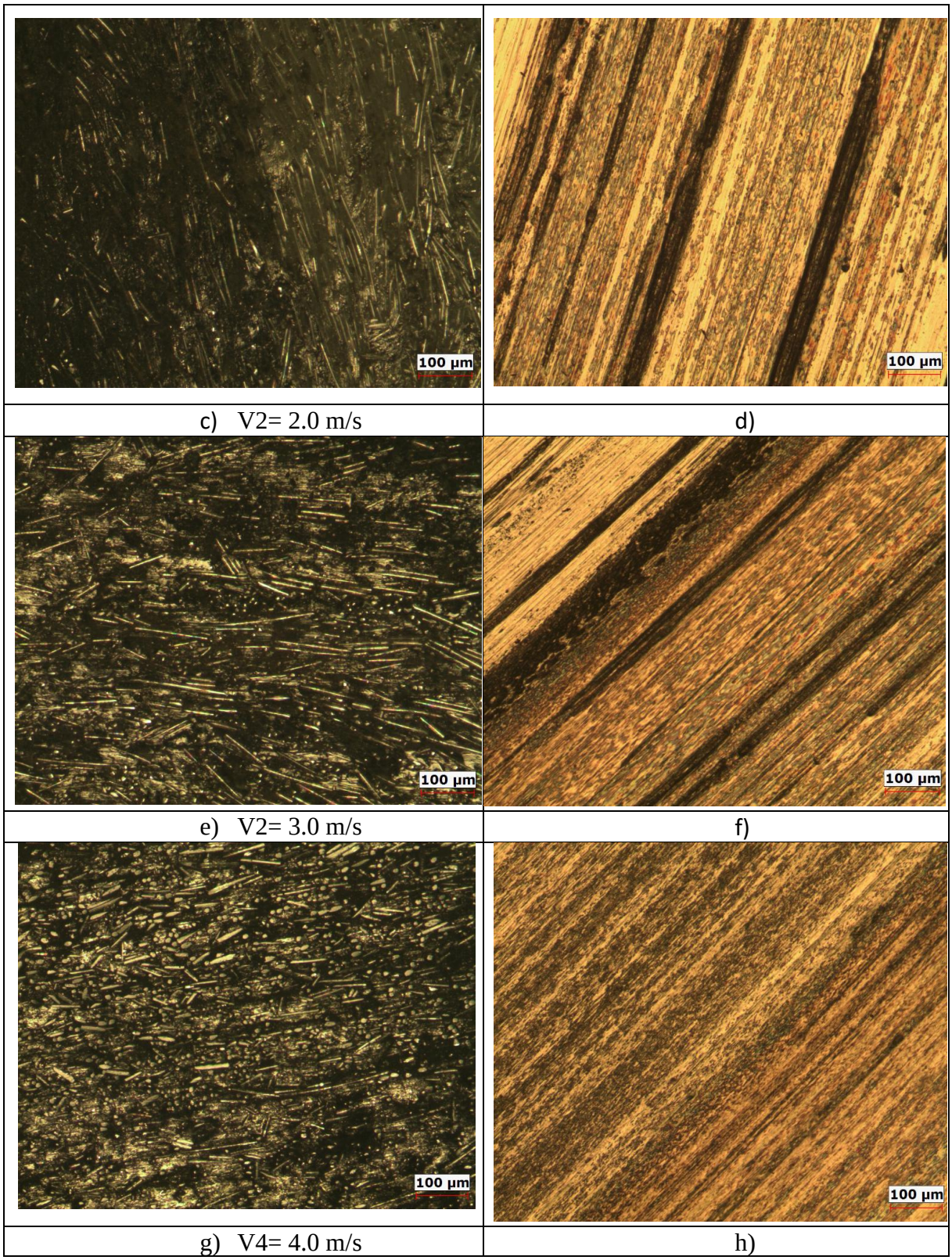


Figure 4. Optical microscope images of the POM-C/25GF composite under a 100 N load and a sliding speed of 4 m/s: a) the pin under a 50 N load, b) the disc surface, c) the pin under a 150 N load, d) the disc surface, e) the pin under a 200 N load, and f) the disc wear surface g) the pin under a 250 N load, and h) the disc wear surface

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Figure 4 presents the optical images of the worn surfaces of both the pin and the disc for the POM-C/25GF composite under a load of 100 N at different sliding speeds. Figure 4 (a,b) show the wear surfaces at 1.0 m/s, where (a) represents the pin surface and (b) the steel disc surface. Similarly, Figure 4 (c,d) correspond to a sliding speed of 2.0 m/s, where (c) shows the pin surface and (d) the disc surface. Figures 4 (e,f) illustrate the wear surfaces at 3.0 m/s, with (e) representing the pin and (f) the disc, while Figures 4 (g,h) show the corresponding surfaces at 4.0 m/s, where (g) is the pin and (h) is the steel disc. When the pin wear surfaces in Figures 4 (a,c,e,g) are examined, pronounced wear tracks are observed at lower sliding speeds. As the sliding speed increases, the pin surfaces become smoother. On the other hand, examination of the steel disc surfaces in Figures 4 (b,d,f,h) reveals that, with increasing sliding speed (from 1.0 m/s to 4.0 m/s), a more continuous and uniform transfer film forms on the disc surface. This film formation contributes to the reduction of both the COF (see Figure 2) and the SWR (see Figure 3). It is also well established in the literature that a thin and stable transfer film layer reduces direct contact between the steel disc and the polymer, thereby lowering the COF and decreasing the SWR.

CONCLUSIONS

1. As the sliding speed increased from 1.0 m/s to 4.0 m/s, a continuous decrease in the COF was observed, with a maximum reduction of approximately 52.6%. This indicates that the contact conditions improve with increasing speed.
2. With increasing sliding speed, a more stable transfer film formed on the contact surface. This film reduced direct contact between the surfaces, leading to a lower COF.
3. The SWR also decreased significantly with increasing speed, showing a reduction of about 63.1% at 4.0 m/s compared to 1.0 m/s. This result indicates that the wear resistance of the material improves at higher speeds.
4. The decrease in wear rate is associated with the formation of a protective film layer on the surface and a more uniform distribution of the applied load, demonstrating that tribological performance improves with increasing sliding speed.
5. The obtained findings suggest that such materials can be effectively used in high-speed engineering applications, such as gear systems, bearings, and sliding contact components.
6. The reduction in both the COF and SWR contributes to lower energy losses, higher system efficiency, extended component lifetime, and reduced maintenance requirements, offering significant advantages for sustainable engineering solutions.

REFERENCES

Bazan P., Nykiel M., and Kuciel S., Influence of silicone oil on physico-mechanical and tribological properties of hybrid composites reinforced with basalt fiber/PTFE particles based on polyoxymethylene (POM), *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, Volume 36, Issue 1, 2021.

Bijwe J., Hufenbach W., Kunze K., Langkamp A., Polymer composite bearings with engineered tribo-surfaces, *Tribology and Interface Engineering Series*, Volume 55, Pages 483-500, 2008

Fakhar A, Kashani RM, Mehranpour M. Improvements in tribological properties of polyoxymethylene by aramid short fiber and polytetrafluoroethylene. *Iranian Polymer Journal*, 22(1): 53–59, 2013.

Franklin S.E. , Kraker A.D., Investigation of counter-face surface topography effects on the wear and transfer behaviour of a POM-20%PTFE composite, *Wear*, Volume 255, Issues 1-6, Pages 766-773, August-September 2003.

Friedrich K., Zhang Z., Schlarb A.K., Effects of various fillers on the sliding wear of polymer composites, *Composites Science and Technology*, Volume 65, Issues 15-16, Pages 2329-2343, 2005 .

Gao Y, Sun SY, He YD, et al. Effect of poly (ethylene oxide) on tribological performance and impact fracture behaviour of poly-oxy-methylene/polytetrafluoroethylene fiber composites. *Composites Part B-Eng*ineering, 42(7): 1945–1955, 2011.

He J, Zhang L, Li C. Thermal conductivity and tribological properties of POM-Cu composites. *Polymer Engineering. Science*, 2010; 50(11): 2153–2159.

Luo W, Ding Q, Li Y, et al. Effect of shape morphology on mechanical, rheological and tribological properties of polyoxymethylene/aramid composites. *Polymer Science Series-A* 2015; 57(2): 209–220.

Nirmal U, Hashim J., Megat Ahmad M.M.H., A review on tribological performance of natural fibre polymeric composites, *Tribology International*, Volume 83, Pages 77-104, March 2015.

Samyn P, Schoukens G. Tribological properties of PTFE-filled thermoplastic polyimide at high load, velocity, and temperature. *Polymer Composites*, 30(11): 1631-1646, 2009.

Sun LH, Yang ZG, Li XH. Study on the friction and wear behaviour of POM/Al_2O_3 nano-composites. *Wear*, 264(7-8): 693–700, 2008.

Yousef S., Visco A., Galtieri G., Njuguna J., Wear Characterizations of Poly-oxy-methylene (POM) Reinforced with Carbon Nanotubes (POM/CNTS) Using the Paraffin Oil Dispersion Technique, *JOM*, vol. 68, pp. 288-299, 2016.

Yousef S., Khattab A., Zaki M., Osman T., Wear Characterization of Carbon Nanotubes Reinforced Polymer Gears, *IEEE transactions on nanotechnology*, vol. 12, issue 4, pp. 616-620, 2013.

Wang J, Hu KH, Xu YF, et al. Structural, thermal, and tribological properties of intercalated polyoxymethylene/molybdenum disulfide nanocomposites. *J Applied Polymer Sci*ence 110(1): 91-96, 2008.

Xu ZH, Li ZH, Li J, et al. The effect of CF and nano-SiO_2 modification on the flexural and tribological properties of POM composites. *J Thermoplast Compos* 2014; 27(3): 287–296.

Zhang H., Wu Y., Liang M., Wu H., Zou H., Chen Y. and Zhou S., Comparative study on the mechanical, tribological, and thermal properties of POM composites filled with different PTFE, *J. of Thermoplastic Composite Materials*, Volume 35 Issue 9, pp. 1319-1341, 2022.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

AN INTEGRATED COMPUTATIONAL FRAMEWORK FOR STRUCTURAL VERIFICATION AND MASS OPTIMIZATION OF INSERTS IN SATELLITE SANDWICH PANELS[3]

Abdullah Emre Aksoy

Gazi University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara / Türkiye

Turkish Aerospace Industries, Space Systems, Ankara / Türkiye

23831001013@gazi.edu.tr – ORCID: 0009-0003-6640-5246

Prof.Dr. Olcay Ersel Canyurt

Gazi University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering, Ankara / Türkiye

canyurt@gazi.edu.tr – ORCID: 0000-0003-3690-6608

ABSTRACT

Honeycomb sandwich panels are widely used in the design of satellites and spacecraft to minimize launch costs and increase structural efficiency. The analysis of embedded connection elements, or inserts, used for hardware mounting and panel connections in these structures is a critical engineering problem. In current industrial applications, structural verification of thousands of inserts is often conducted manually or with non-integrated tools, leading to process bottlenecks, human errors, and overly conservative designs due to risk aversion. The developed software architecture processes large-scale finite element data from the MSC Nastran solver using customized text mining and topological matching algorithms. Based on analytical failure mechanisms defined in European Cooperation for Space Standardization (ECSS) standards, Margin of Safety calculations are performed fully automatically for each connection point. The optimization module algorithmically derives a unique insert geometry satisfying mass and strength constraints, reducing analysis effort from days to seconds while eliminating artificial safety stock.

Keywords: Satellite Structural Analysis, Honeycomb Sandwich Panels, Inserts, Structural Optimization, Design Automation

[3]This work is derived from the first author's unpublished master's thesis. ORCID NO: 0009-0003-6640-5246

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

1. INTRODUCTION

The design processes of satellites and spacecraft are subject to strict constraints due to launch costs, orbital conditions, and operational life expectations [1,2]. The high cost per kilogram of payload delivered to orbit necessitates the production of the lowest mass solutions without compromising structural reliability [3,4]. Honeycomb sandwich panels, which offer high specific strength and stiffness, are the standard structural solution in the aerospace industry [5,6]. As Allen [5] demonstrated, this construction achieves a near-quadratic increase in bending stiffness relative to a monolithic plate at negligible mass penalty, making it uniquely efficient for space structures. However, the thin face sheets (typically 0.2–1.0 mm) and the low local crushing resistance of the honeycomb core make the direct use of conventional threaded fasteners physically impossible [5,6,7]. Inserts become mandatory to safely distribute high-intensity point loads across the panel's core and face sheets [8,9].

The design and analysis of inserts must be conducted in accordance with the ECSS-E-HB-32-22A Insert Design Handbook [8] and ECSS-E-HB-32-23A Margin of Safety Guidelines [10]. Despite these standards, the current lack of automation in industrial analysis processes leads to overly conservative designs to avoid manual calculation risk, thereby negatively affecting the mass budget [11]. Typical telecommunication satellites harbour hundreds or even thousands of inserts [1,2], creating immense verification workloads for structural teams. Although experimental [12,13] and numerical [14,15] studies on insert mechanics are available in the literature, an integrated, fully automated software tool that bridges finite element (FE) solver outputs directly to ECSS-compliant Margin of Safety (MoS) calculations has not been reported previously.

The developed software automates the structural analysis and verification processes by establishing an automated data bridge between macroscopic finite element solver outputs and microscopic analytical verification methods. It eliminates the dependency on manual data transfer, mitigates artificial weight increases, and drastically shortens engineering cycles.

2. SOFTWARE ARCHITECTURE AND FINITE ELEMENT DATA INTEGRATION

The software is developed entirely in Python, adopting the Object-Oriented Programming (OOP) paradigm to ensure modularity, maintainability, and scalability. The system is decomposed into functionally isolated layers: a data ingestion and parsing layer, a topological correlation engine, a computational kernel, and an optimization and reporting module. This architectural separation allows each subsystem to be independently tested and extended without disrupting the remaining pipeline, which is a critical property in verification tools where auditability and traceability are mandatory [16].

2.1. Parsing of MSC Nastran Files

The primary data sources for the software are the MSC Nastran Bulk Data File (.bdf) and the Punch output file (.pch). The .bdf file encodes the complete finite element model topology, including node coordinates, element connectivity, material properties, and boundary conditions. The .pch file stores the solver's condensed force and displacement outputs for each load case. Due to the size and unstructured nature of these files, a custom text mining engine based on

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

compiled regular expressions is employed [17]. The parser dynamically identifies and extracts node identifiers, spatial coordinates (x, y, z), and nodal force vectors $F = [F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z]$ without loading the entire file into memory, ensuring computational feasibility for large-scale models.

2.2. Topological Matching and Coordinate Transformation

A central engineering challenge is disambiguation the global finite element coordinate system from the local coordinate frame of each insert. The software builds a hash map-based reverse lookup structure that maps three-dimensional node coordinates to insert identifiers, yielding O(1) average-case retrieval complexity regardless of model size.

Once the correct node-to-insert association is established, the extracted global force and moment vectors are projected into the local insert coordinate system through orthogonal 3×3 rotation matrices R, such that the local force vector F_local is obtained from F_global via the matrix product F_local = R · F_global. This transformation is executed for every insert across all load cases. An envelope analysis then automatically isolates the critical loading scenario per insert by evaluating the resultant force magnitude across the full set of quasi-static, sinusoidal, random vibration, and thermoelastic load cases, retaining only the governing vector F_c for downstream margin of safety calculations. This automated critical load identification eliminates the manual spreadsheet comparisons that constitute a significant portion of the traditional verification effort.

3. ECSS-BASED MARGIN OF SAFETY (MOS) CALCULATION CORE

The computational kernel implements the complete set of analytical failure formulations prescribed by ECSS-E-HB-32-22A, evaluating each insert against the following independent failure modes: core shear rupture at the potting interface, face sheet wrinkling under in-plane compression, insert pull-out under axial loading, and combined in-plane and out-of-plane loading via a quadratic interaction criterion. For each mode, allowable loads are derived from closed-form analytical expressions incorporating panel geometry, core and face sheet material properties, effective potting geometry, and thermal knockdown coefficients for orbital environments [8,19]. The kernel operates on the critical load vector F_C provided by the topological engine and evaluates the universal margin of safety expression. This expression is evaluated separately for each failure mode, yielding a MoS value for each mode, insert, and load case, in strict compliance with ECSS structural integrity requirements [10,18]. The hybrid verification methodology additionally couples these analytical formulations with empirical allowable values from physical coupon test data [12,13,15], providing a calibrated pathway that is both standard-compliant and experimentally grounded.

4. MASS OPTIMIZATION FOR DESIGN IMPROVEMENT

A fundamental finding in industrial insert analysis is that conventional manual verification processes systematically produce overly conservative designs [11]. Engineers, lacking automated verification tools, tend to select insert configurations with large safety margins to avoid recalculation risk, inadvertently inflating the panel mass budget. The optimization module of the developed software addresses this phenomenon through a deterministic,

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

constraint-driven framework that replaces subjective engineering judgment with a rigorous algorithmic selection process.

4.1. Optimization Problem Formulation

The optimization objective is to minimize the total insert assembly mass $M = \Sigma(m_i \times x_i)$ across all N insert locations on the panel, where mi is the mass of the selected insert at location i and x_i is a binary selection variable. The solution is subject to two hard constraints enforced simultaneously. The structural integrity constraint requires a non-negative margin of safety ($MoS \geq 0$) for every insert, across all load cases and all failure modes [10,18]. The geometric compatibility constraint additionally enforces that the selected insert height does not exceed the local panel thickness, ensuring physical installability [8].

4.2. Dual-Mode Optimization Architecture

Optimization in flight-certified aerospace hardware is strictly governed by certifiability and determinism requirements. Stochastic meta-heuristic methods such as genetic algorithms or simulated annealing are deliberately excluded [21], as their non-deterministic convergence behavior is incompatible with the traceability requirements of space qualification processes [16]. Instead, the software implements a fully deterministic framework that offers two complementary operational modes, configurable by the analyst at each insert location.

In the by-calculation mode, the algorithm searches for the optimal insert configuration from two candidate sources. The first source is a pre-qualified standard catalog: the catalog is sorted in ascending mass order, and the algorithm selects the lightest entry that simultaneously satisfies the geometric compatibility and structural integrity constraints for location i [8,11]. The second source is an analytically generated insert: when no suitable catalog entry exists or when a tighter mass target is pursued, the algorithm performs a multi-parameter nested iteration over the insert's dimensional parameters (outer diameter, insert height, face sheet thickness, and core type), computing the allowable loads analytically via the ECSS-E-HB-32-22A formulations [8] at each step and selecting the minimum-mass configuration that satisfies all constraints.

In the parameter-iteration mode, the analyst designates one or more geometric or material parameters for systematic exploration. The algorithm iterates over the specified parameter space, collecting all feasible alternatives and presenting them to the analyst through an interactive selection dialog. This mode is particularly valuable for design trade studies, where the engineer seeks to understand the sensitivity of structural compliance and mass to individual design variables such as core density or flange dimensions [14,15].

Both modes evaluate each candidate against the complete constraint set (all load cases, all failure modes, geometric installability) using the same MoS kernel described in Section 3, ensuring full consistency between the analysis and optimization phases.

4.3. Catalog Structure and Parameter Space

The standard insert catalog is structured as a multidimensional parameter space spanning insert type, outer diameter, insert height, thread size, core type, and material grade [8]. Each entry carries its associated mass and pre-computed allowable load data. In the analytical generation

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

mode, the allowable loads are computed on the fly using the closed-form ECSS expressions [8], enabling the optimizer to explore configurations beyond the discrete catalog while maintaining full compliance with the qualification standard. For panels with spatially varying core thickness or face sheet layup [5,6], zone-specific allowable values and panel thickness bounds are automatically applied, enabling geometry-aware optimization across heterogeneous panel configurations without manual partitioning by the analyst.

5. CASE STUDY AND FINDINGS

The software was validated through a full-scale structural analysis and optimization campaign conducted on the +Y Equipment Panel of a Geostationary Earth Orbit (GEO) communication satellite. This panel represents a structurally representative and industrially relevant test case, as it accommodates six electronic units with a combined mass of 200 kg, generating a high-density, high-load insert population that exercises all modules of the developed software simultaneously.

5.1. Reference Configuration and Analysis Scope

The reference panel is a standard aluminum honeycomb sandwich structure. The insert population consists of 249 fully potted inserts distributed across the panel surface, each subjected to a unique combination of quasi-static, sinusoidal, random vibration, and thermoelastic load cases derived from the satellite's mission load envelope [1,2,4]. The baseline configuration was sized using conventional manual methods, resulting in a population of conservatively selected inserts with large, non-uniform margins of safety.

The software ingested the full MSC Nastran .bdf model and the corresponding .pch output files, performed topological matching for all 249 insert nodes, executed the coordinate transformation pipeline, and completed the envelope analysis to identify the governing load vector at each location. The entire data integration phase concluded in under 45 seconds, compared to the approximately 24 hours required by the conventional manual process for an equivalent scope.

5.2. Margin of Safety Distribution: Baseline vs. Optimized

The MoS evaluation of the baseline configuration revealed a widely dispersed safety margin distribution spanning the range $-0.1 \leq \text{MoS} \leq 63.22$. The presence of negative margins in the baseline confirmed that certain manually selected inserts were, in fact, structurally non-compliant [10,18], a finding that would have remained undetected under the conventional non-integrated verification workflow. At the other extreme, margins exceeding 60 indicated severe overdesign at numerous locations [11], resulting in unnecessary mass.

Following application of the deterministic optimization module, the MoS distribution converged to the structurally compliant and mass-efficient range $0 \leq \text{MoS} \leq 0.05$, confirming that every insert in the optimized configuration satisfies the ECSS structural integrity threshold [10,18] while carrying no unnecessary mass reserve.

5.3. Mass Reduction Results

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

The optimization module reduced the total insert assembly mass from 1.10 kg to 0.82 kg, yielding a net mass saving of 0.28 kg, corresponding to a 25.45% reduction per single panel. In the context of satellite mass budgets, where every gram of structural hardware directly offsets payload or propellant capacity [1 - 3], a reduction of this magnitude on a single panel is highly significant. Extrapolated across the full complement of panels in a typical GEO platform, the aggregate mass savings potential is substantial.

5.4. Verification Accuracy and Calibration

A critical aspect of the validation campaign was the quantification of prediction accuracy against physical test data [12,13,15]. The integration of load-type correction factors, which account for the differing structural response characteristics of quasi-static, sinusoidal, and random vibration load types [2,4], eliminated up to 150% of the over-conservatism present in the uncalibrated baseline formulations. The calibrated kernel reduced the margin of error against coupon-level pull-out test data [12,13] to a bandwidth of 10%–15%, which is within the accepted engineering tolerance for preliminary and detailed design phases in space structures.

5.5. Operational Efficiency

Table 1 summarises the comparison between conventional manual analysis and the automated software pipeline across the key performance metrics of the case study.

Table 1. Performance Comparison: Manual vs. Automated Analysis

Metric	Manual	Software
Analysis duration	~24 hours	45 seconds
Insert population	249	249
Baseline mass	1.10 kg	—
Optimized mass	—	0.82 kg
Mass reduction	—	25.45%
MoS range (baseline)	$-0.1 \leq \text{MoS} \leq 63.22$	
MoS range (optimized)	$0 \leq \text{MoS} \leq 0.05$	

6. CONCLUSION AND FUTURE WORK

This paper presented an autonomous software platform for the structural verification and mass optimization of inserts in satellite honeycomb sandwich panels. The system establishes a fully digital, end-to-end pipeline from large-scale finite element solver outputs to ECSS-compliant margin of safety evaluations [8,10] and catalog-driven optimal insert selection, eliminating manual data transfer, subjective design decisions, and process bottlenecks that characterize current industrial practice.

A case study conducted on a GEO communication satellite panel with 249 inserts demonstrated the platform's practical impact across three dimensions. First, structural fidelity was improved:

the automated verification revealed both non-compliant inserts that had gone undetected in the manual baseline and locations of severe over-design, neither of which would have been systematically identified without the integrated analysis pipeline. Second, mass efficiency was achieved: the deterministic optimization module reduced the total insert assembly mass by 25.45% (0.28 kg) on a single panel without violating any ECSS structural safety threshold [10,18]. Third, engineering cycle time was transformed: the complete analysis and optimization workflow was executed in 45 seconds, compressing a process that previously required approximately 24 hours of manual effort. Taken together, these results confirm that the platform directly addresses the two most critical constraints in satellite structural design: mass budget and non-recurring engineering cost [1 - 3].

The calibrated hybrid verification methodology, which couples ECSS-E-HB-32-22A analytical formulations [8] with empirical test data through load-type correction factors [12,13], reduced the prediction error against physical coupon test results to a 10%–15% bandwidth, validating the analytical kernel for use in both preliminary and detailed design phases [10,3].

6.1. Future Work

Several development trajectories have been identified to extend the platform's capabilities and applicability.

The next immediate step is to integrate topology optimization modules for additive manufacturing processes. Current insert geometries are constrained to standard catalog configurations driven by conventional machining and potting processes [8]. Coupling the optimization engine with a topology optimization solver would enable the algorithmic generation of insert geometries specifically tailored to the local load path and panel zone, potentially yielding mass reductions beyond the limits imposed by catalog-based selection. Additive manufacturing removes the geometric constraints of subtractive processes, making this integration a high-value development direction for next-generation satellite structures.

A second trajectory involves the development of machine learning-assisted predictive models for insert allowable loads. The current kernel computes allowable values deterministically from analytical formulations with empirical correction factors [8]. Training a regression model on a curated dataset of physical pull-out and shear test results [12,13] would enable the kernel to predict allowable loads for novel insert-panel combinations not covered by existing handbook formulations, extending the platform's applicability to non-standard configurations.

Finally, extension of the software to cover additional structural elements beyond inserts would transform the platform from a specialized insert verification tool into a comprehensive sandwich panel structural analysis environment, further increasing its industrial impact across the satellite development lifecycle.

REFERENCES

1. P. Fortescue, G. Swinerd, and J. Stark, Eds., *Spacecraft Systems Engineering*, 4th ed. Chichester: Wiley, 2011.

2. J. J. Wijker, *Spacecraft Structures*. Berlin: Springer, 2008.

3. T. P. Sarafin and W. J. Larson, *Spacecraft Structures and Mechanisms: From Concept to Launch*. Torrance, CA: Microcosm Inc. & Kluwer Academic, 1995.

4. J. R. Wertz and W. J. Larson, *Space Mission Analysis and Design*, 3rd ed. Torrance, CA: Microcosm Press & Springer, 1999.

5. H. G. Allen, *Analysis and Design of Structural Sandwich Panels*. Oxford: Pergamon Press, 1969.

6. D. Zenkert, *An Introduction to Sandwich Construction*. London: EMAS Publishing, 1995.

7. J. R. Vinson, "Sandwich structures," *Applied Mechanics Reviews*, vol. 54, no. 3, pp. 201–214, 2001.

8. ECSS, "Insert design handbook," ECSS-E-HB-32-22A, ESA-ESTEC, Noordwijk, 2011.

9. O. T. Thomsen and W. Rits, "Analysis and design of sandwich plates with inserts — a high-order sandwich plate theory approach," *Composites Part B: Engineering*, vol. 29, no. 6, pp. 795–807, 1998.

10. ECSS, "Mechanical engineering guidelines for margins of safety," ECSS-E-HB-32-23A, ESA-ESTEC, Noordwijk, 2011.

11. J. S. Arora, *Introduction to Optimum Design*, 4th ed. San Diego, CA: Academic Press, 2017.

12. P. Bunyawanichakul, B. Castanié, and J.-J. Barrau, "Experimental and numerical analysis of inserts in sandwich structures," *Applied Composite Materials*, vol. 12, no. 3, pp. 177–191, 2005.

13. J. D. Rodríguez-Ramírez, B. Castanié, and C. Bouvet, "On the potting failure of inserts for sandwich panels: defects review and experimental analysis," *Mechanics of Advanced Materials and Structures*, vol. 28, no. 21, pp. 2210–2228, 2021.

14. S. Heimbs and M. Pein, "Failure behaviour of honeycomb sandwich corner joints and inserts," *Composite Structures*, vol. 89, no. 4, pp. 575–588, 2009.

15. F. Filippou and A. T. Kermanidis, "Influence of potting radius on the structural performance and failure mechanism of inserts in sandwich structures," *Machines*, vol. 13, no. 1, p. 34, 2025.

16. ECSS, "Structural general requirements," ECSS-E-ST-32C, ESA-ESTEC, Noordwijk, 2009.

17. J. E. F. Friedl, *Mastering Regular Expressions*, 3rd ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2006.

18. ECSS, "Structural factors of safety for spaceflight hardware," ECSS-E-ST-32-10C, ESA-ESTEC, Noordwijk, 2009.

19. W. G. Youngquist and E. W. Kuenzi, "Stresses induced in a sandwich panel by load applied at an insert," Report No. 1845, Forest Products Laboratory, USDA, Madison, WI, 1955.

20. ECSS, "Adhesive bonding handbook," ECSS-Q-ST-70-16C, ESA-ESTEC, Noordwijk, 2011.

21. C. A. Coello Coello, "Theoretical and numerical constraint-handling techniques used with evolutionary algorithms: a survey of the state of the art," *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, vol. 191, no. 11–12, pp. 1245–1287, 2002.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

STRUCTURAL DESIGN AND INTEGRATION OF HIGH BYPASS RATIO TURBOFAN ENGINES INTO NARROW-BODY AIRCRAFT WINGS

Asst. Prof. Dr. Şaban Ulus
Erciyes University, Engineering Faculty, Mechatronics Engineering Department
sabanulus@erciyes.edu.tr- ORCID:0000-0002-1815-613X

Student, Bedirhan Dülger
Erciyes University, Engineering Faculty, Mechatronics Engineering Department
bedirhandulgerbs@gmail.com- ORCID:0009-0007-9443-2785

Student, Mustafa Enes Öztürk
Erciyes University, Engineering Faculty, Mechatronics Engineering Department
mustafaenes383@gmail.com- ORCID:0009-0008-7556-7227

ABSTRACT

In modern aviation, improving structural efficiency and reducing weight are critical factors for enhancing aircraft performance and sustainability. This study investigates the structural integration of high-bypass-ratio turbofan engines into narrow-body aircraft wings, focusing on the design and optimisation of the engine pylon. A reference configuration based on the CFM56-7B engine is considered, and two widely used aerospace materials, Ti-6Al-4V titanium alloy and 7075-T6 aluminium alloy, are evaluated. The pylon structure is designed using CAD tools and analysed using finite element methods (FEM) in ANSYS and SolidWorks. Static structural analysis, mesh convergence studies, and modal analysis are performed to validate the structural integrity and dynamic behaviour of the system. The results indicate that the titanium-based design provides superior structural stiffness and safety factor, while the aluminium-based design offers significant weight reduction. Compared to conventional pylon structures, the proposed design achieves up to 53% weight reduction while maintaining compliance with aviation safety standards, including EASA CS-25 and FAA FAR 25. The findings demonstrate that optimised pylon design can significantly enhance aircraft efficiency without compromising safety, providing valuable insights for future aerospace structural design applications

Keywords: Turbofan Engine; Pylon Design; Finite Element Analysis; Structural Optimisation

1. INTRODUCTION

The aviation industry has experienced significant growth driven by the increasing demand for efficient, lightweight, and sustainable aircraft structures. In this context, integrating propulsion systems into aircraft structures is crucial to overall performance. One of the most critical components in this integration is the engine pylon, which connects the turbofan engine to the wing structure. Pylon structures are subjected to complex loading conditions, including aerodynamic forces, engine weight, thrust loads, and dynamic effects. Therefore, their design

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

requires careful consideration of both structural integrity and weight optimization. In recent years, advances in computational design tools such as CAD and finite element analysis (FEA) have enabled engineers to perform detailed structural analyses and optimize aerospace components more effectively. However, achieving an optimal balance between strength, weight, and manufacturability remains a significant challenge. This study aims to design and analyze a turbofan engine pylon structure using widely adopted aerospace materials and evaluate its structural performance under realistic loading conditions. The primary contributions of this work are a comparative analysis of different material configurations and a demonstration of a lightweight yet structurally safe pylon design.

2. DESIGN METHODOLOGY

2.1. Material Selection

Material selection is a critical step in aerospace structural design because it directly affects weight, strength, fatigue life, and manufacturability. In this study, two commonly used aerospace materials are considered: Ti-6Al-4V (Grade 5) titanium alloy and 7075-T6 aluminium alloy [1]. Ti-6Al-4V titanium alloy is known for its high strength-to-weight ratio, excellent corrosion resistance, and superior fatigue performance. It is widely used in critical structural components where reliability is essential. To provide a comparative analysis and obtain benchmark results, 7075-T6 aluminium alloy was also selected. This material exhibits high yield strength and peak load capacity and complies with military (MIL) and ASTM standards [2]. Since the pylon structure supports the engine and transfers loads to the wing, it is subjected to significant mechanical stresses and elevated temperatures. On the other hand, 7075-T6 aluminium alloy offers lower density and easier manufacturability, making it suitable for lightweight structural applications. Although its strength is lower than that of titanium, it provides a significant weight advantage. Titanium, with a density of approximately 4430 kg/m³, extends the component's operational lifetime due to its superior mechanical properties. In contrast, 7075-T6 aluminium, with a lower density of approximately 2810 kg/m³, offers a substantial advantage in structural weight reduction. These differences in material density directly influence the total mass of the designed pylon structures. According to aerospace design standards, load factors are typically defined within the range of 1.50 to 2.00. However, in this study, a design approach targeting a lower mass while maintaining compliance with safety standards is adopted [3]. High safety factors and yield strength are critical to improving fatigue resistance and extending the lifecycle of aerostructural components. With the increasing size and weight of modern turbofan engines, it has become essential to develop lighter and more rigid structures that do not adversely affect the wing’s center of gravity. Considering that conventional pylon structures reported in the literature generally exceed 400 kg, the primary objective of this study is to achieve the lightest possible design while preserving structural safety margins [4]. In addition to mechanical strength, the ability of materials to retain their properties at elevated temperatures is vital for pylon applications. These materials act as a protective barrier around the engine. Aluminium has a melting temperature in the range of 477–635°C, whereas titanium exhibits a significantly higher melting point of approximately 1660°C. These properties provide inherent protection for the wing structure in the event of extreme

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

thermal conditions, such as engine-related incidents. However, from a manufacturing perspective, 7075-T6 aluminium is more machinable than titanium alloys, making it advantageous for production efficiency. A comparative analysis of these materials is presented in Table 1, including density, yield strength, tensile strength, elastic modulus, and thermal properties [5]. Throughout the design process, particular attention has been given to ensuring that the structure meets modern aviation safety requirements while achieving high fatigue life and durability. The design criteria focus on satisfying all necessary static and safety tests while minimising structural mass, which is crucial for improving fuel efficiency and reducing operational costs in commercial aviation [6] – [9].

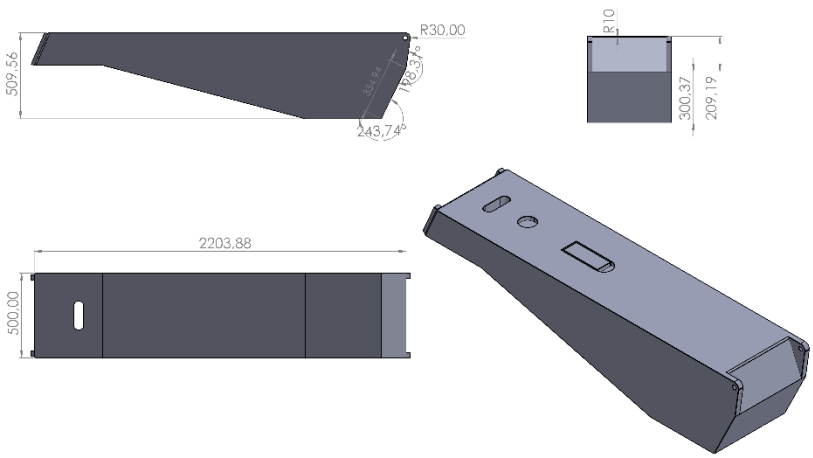


Figure 1. Reference Pylon CAD Model

Table 1. Required Material Properties

Property (Unit)	Ti-6Al-4V	7075-T6 AL
Density (kg/m3)	4430 – 4470	2810
Melting Point (°C)	1650	477-635
Yield Strength (MPa)	827	503
Tensile Strength (MPa)	1000	572
Elastic Modulus (GPa)	114	71.7
Hardness (Rockwell-C)	36	13
Thermal Cond. (W/m·K)	7.20	130

A structural safety evaluation was performed based on the maximum Von-Mises stress of 376 MPa obtained from the ANSYS analysis. The structural integrity of the component was assessed by calculating the margin of safety using the material yield strength (σ_{yield}), the target safety factor, and the maximum von-Mises stress (σ_{max}) obtained from the numerical analysis, as expressed in Equation (1) [10].

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

$$MS = \frac{\sigma_{yield}}{SF.\sigma_{max}} - 1 \quad (1)$$

The calculated margin of safety of +0.0039 indicates that the structure maintains its integrity even at the targeted safety factor of 2.23. This result demonstrates that an optimised design has been achieved, eliminating unnecessary weight while preserving structural safety requirements [11], [12].

2.2. Structural Design

To develop and improve the proposed design, the geometrical parameters of the CFM56-7B turbofan engine were used as a reference [3]. The CFM56-7B engine, widely utilised in Boeing 737NG aircraft, has limited publicly available detailed specifications due to commercial and proprietary restrictions. Therefore, the design process was carried out using readily available dimensional data and standard configurations reported in the literature. The primary objective of the structural design is to obtain a lightweight pylon capable of safely supporting the engine while ensuring structural integrity. To achieve this, multiple design iterations were evaluated, and the most suitable configuration was selected. In the designed pylon structure, stress concentrations were minimised by applying fillet radii to sharp edges and replacing flat, sharp transitions with smoother geometrical features. This approach significantly improves fatigue performance and extends the component's service life under cyclic loading conditions. The pylon acts as the main load-bearing structure of the engine assembly. In addition to the primary load-carrying frame, it includes aerodynamic fairings, fire-resistant barriers, and interfaces for electrical and hydraulic systems. During the design process, unnecessary structural regions were removed to reduce mass, resulting in a lightweight, cost-effective solution. A suitable shell thickness was determined to ensure that the designed pylon satisfies the required static strength and safety factor criteria. While conventional pylon structures typically incorporate steel fittings and hybrid materials, the proposed design utilises aluminium and titanium alloys to reduce weight, improve manufacturability, and simplify the overall structure. Furthermore, the design minimises additional weight and stress concentrations caused by complex connection elements. The pylon geometry was developed in accordance with the dimensions and weight characteristics of the reference turbofan engine. The reference pylon configuration, including its main geometric dimensions, is illustrated in Figure 1 [6], while the designed pylon model is presented in Figure 2. A comparative analysis between the reference and the proposed pylon structure, based on Ti-6Al-4V material properties, is provided in Table 1, including mass and density comparisons. During the design phase, axial loading conditions and stress concentration factors were carefully considered. Attention was paid to critical load-bearing regions to ensure the safety factor remains sufficiently high while displacement and total deformation remain within acceptable limits. These criteria were strictly considered during the design study to ensure structural reliability. To eliminate the effects of turbulence and varying aerodynamic loads during flight manoeuvres, the pylon was designed as a single-piece rigid structure, thereby enhancing its stiffness and load distribution. Additionally, the structure is designed to withstand high G (gravity) loads

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

encountered during flight operations. The final design is developed in compliance with aviation safety standards, particularly the load and structural requirements defined by FAA regulations for both cargo and passenger aircraft [7]. The design process also incorporates considerations for manufacturability, maintenance accessibility, and cost-effectiveness, ensuring that the proposed pylon structure is not only structurally efficient but also practical for real-world applications in the aerospace industry.

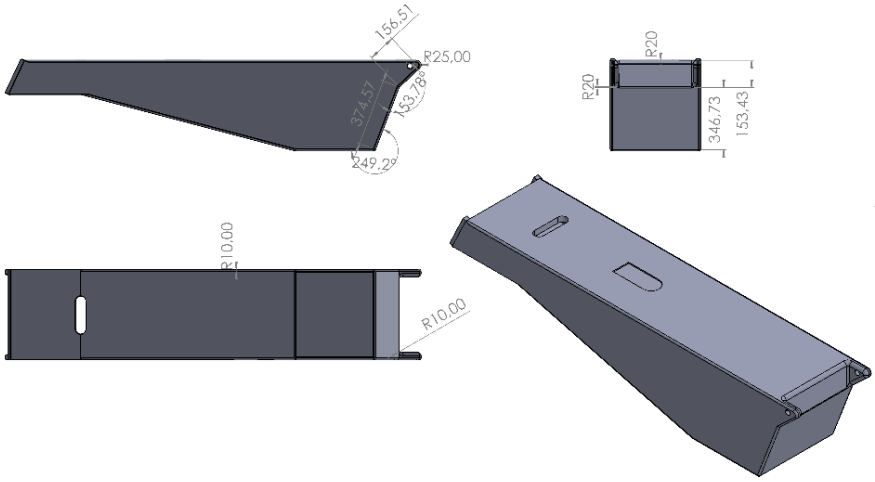


Figure 2. Proposed Pylon CAD Model

Table 2. Mass and Volume Data of Pylon Structures

Pylon Type	Mass(kg)	Volume(m3)
Reference Pylon	400	0,38
Proposed Pylon (Ti-6Al-4V)	290.463	0,0655
Proposed Pylon (7075-T6)	184.295	0,0655

Mass comparison results show that the optimised design achieves a significant reduction compared to the reference pylon. The use of aluminium alloy further reduces weight, whereas titanium ensures higher structural safety margins. Based on the reviewed literature and reference studies, two distinct pylon structures were identified with different material configurations, resulting in different mass values due to their density differences. By assigning Ti-6Al-4V material properties from the SolidWorks material library, a pylon structure with a total mass of 290.463 kg was obtained, whereas using 7075-T6 aluminium resulted in a significantly lighter structure with a mass of 184.295 kg. The design approach focuses on using a single material throughout the structure to achieve greater rigidity and improved manufacturability. The use of multiple materials and assembly-based configurations may lead to reduced structural integrity and discontinuities, thereby negatively affecting stiffness and load-transfer performance. Therefore, a monolithic design strategy based on a single material is preferred to ensure structural continuity, enhance rigidity, and simplify the manufacturing process.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

2.3. Finite Element Analysis (FEA)

Finite Element Analysis (FEA) was conducted to verify the structural integrity of the designed pylon structure. During the analysis phase, the boundary conditions were defined by constraining the interface regions where the pylon connects to the wing, and a triangular mesh was employed. To ensure the accuracy and reliability of the numerical results, a mesh convergence study was conducted using three mesh densities: coarse, medium, and fine. The convergence behaviour is illustrated in Figure 3. The analysis initially included 362,770 nodes, yielding a maximum stress of approximately 336 MPa. In the second stage, the mesh density was refined to 1,051,234 nodes, resulting in a maximum stress of approximately 379 MPa. Further refinement of the mesh resulted in a higher number of elements, with the maximum stress converging to approximately 370 MPa. It was observed that beyond one million nodes, the stress distribution and stress concentration regions were captured more accurately. A comparison of the second and third mesh refinement stages revealed safety factors of 2.23 and 2.29, respectively. As illustrated in the convergence graph, asymptotic convergence behaviour was achieved from the second stage onward, indicating the numerical stability of the solution. The results demonstrate that the structure exhibits stable behaviour at a stress of around 370 MPa.

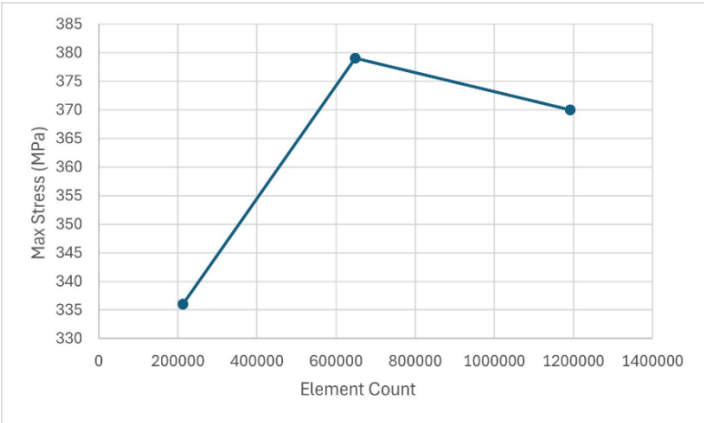


Figure 3. Mesh Convergence Study Results

Considering the high yield strength of the Ti-6Al-4V (Grade 5) alloy and the refined mesh with approximately 1.87 million nodes, the structure operates with a minimum safety factor of 2.29. The results obtained meet the minimum safety margin requirements specified in EASA CS-25.303. Furthermore, according to FAR 25.305, the structure meets the requirement of withstanding limit loads without experiencing permanent deformation. The applied loading conditions were based on the thrust and gravitational loads generated by the reference CFM56-7B turbofan engine. The locations where the engine is connected to the pylon are shown in Figure 4. The analysis results indicate that higher stress concentrations occur at the mounting regions compared to other parts of the structure. This behaviour is primarily attributed to the direct transmission of engine loads. Examination of the Von-Mises stress distribution clearly shows that the maximum stress values are concentrated at these mounting interfaces.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

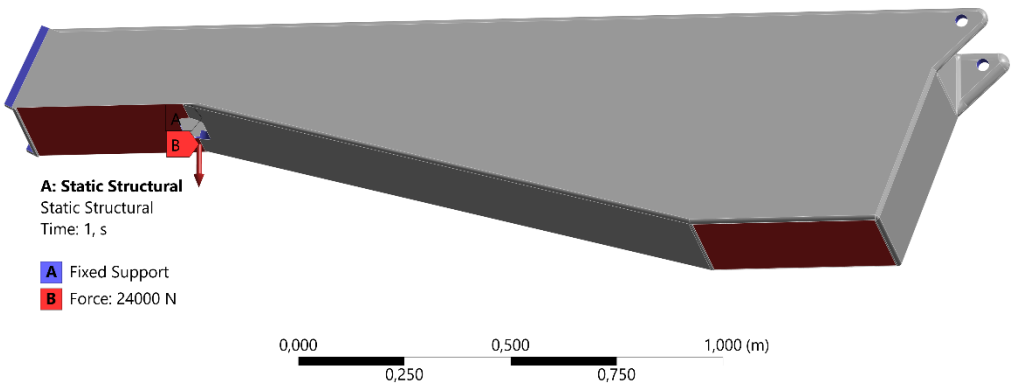


Figure 4. Forces Applied on the Pylon

In addition to static analysis, modal analysis was performed in the SolidWorks simulation environment for Ti-6Al 4V, considering the first 7 vibration modes. Based on the amplitude resultant (AMPRES) results, the dynamic behaviour of the pylon structure was evaluated. The obtained natural frequencies were compared with the operational frequency ranges of the CFM56-7B engine. According to aviation certification standards (EASA CS-25), structural natural frequencies must be sufficiently separated from excitation frequencies generated by rotating engine components to avoid resonance. For the N1 rotor, the maximum rotational speed of 5380 RPM (89.67 Hz) was considered. The first natural frequency of the pylon structure was found to be 120.91 Hz, which provides a sufficient safety margin. For the N2 rotor, the maximum rotational speed of 15000 RPM (250 Hz) was evaluated. The highest observed modal frequency was 206.38 Hz, maintaining an approximate separation margin of 18%. The modal analysis results indicate that the structure operates safely across both low and high rotational speed regimes. According to FAA FAR Part 25 regulations, no resonance or aeroelastic instability was observed. The natural frequency range of 120.91–206.38 Hz ensures sufficient separation from the operational excitation frequencies of the CFM56-7B engine. These findings confirm that the structure's dynamic stiffness remains above critical thresholds, ensuring safe and reliable performance under operational conditions. The modal analysis results are presented in Figure 5. The pylon is constrained at the wing attachment points, and engine loads are applied to the mounting interfaces. A mesh convergence study is carried out to ensure the accuracy of the results. The mesh is progressively refined until the variation in the maximum stress values becomes negligible. The analysis focuses on key parameters, including maximum Von-Mises stress, total deformation, and safety factors. The results indicate that the designed structure satisfies the required safety criteria under operational load conditions.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

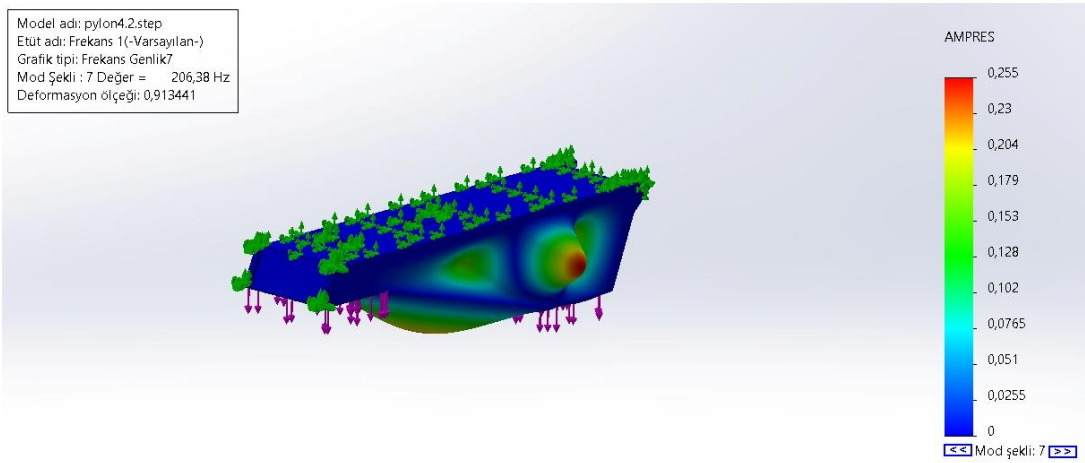


Figure 5. Modal Analysis Results

3. RESULTS AND ANALYSIS

The structural analysis results are summarised in Table 3. The titanium-based pylon exhibits lower deformation and higher safety factors compared to the aluminium-based design. However, the aluminium configuration provides a substantial weight reduction. Modal analysis is also conducted to evaluate the structure's dynamic behaviour. The pylon's natural frequencies are found to be sufficiently separated from the turbofan engine's operational frequencies, eliminating the risk of resonance. The maximum Von-Mises stress values are within acceptable limits for both materials, indicating that the design is structurally safe. Critical stress regions are observed near mounting interfaces, consistent with expected load-transfer behaviour.

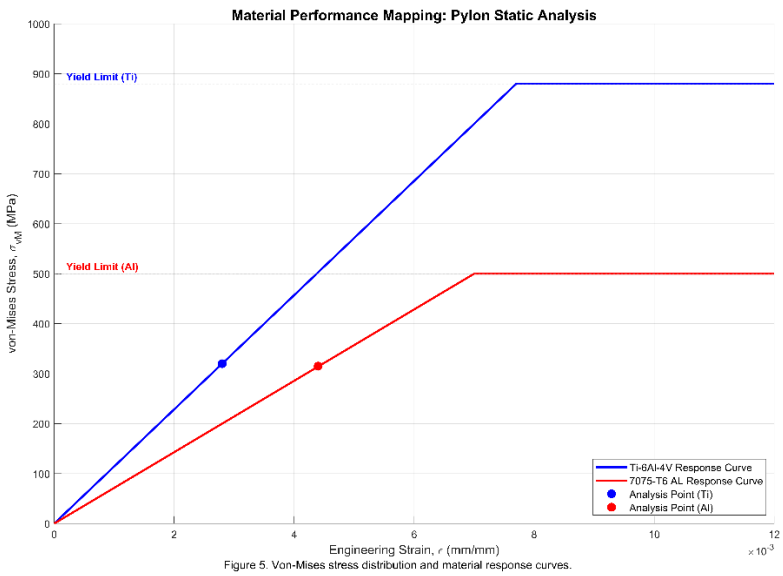


Figure 6. Von-Mises Stress Distribution

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Table 3. Static Analysis Results

Parameter	(Ti-6Al-4V)	7075-T6 AL
Total Deformation(mm)	13,54	19,72
Equivalent Elastic Strain(m/m)	0,0035	0,0052
Maximum Principal Stress (MPa)	419,79	423,61
Shear Stress (MPa)	60,24	59,15
Strain Energy(J)	0,016	0,024
Equivalent Stress (von-Mises) (MPa)	379,68	379,85
Safety Factor	2,23	1,32

4. CONCLUSION

In this academic study, the integration and design processes of the pylon structure, which serve as the primary load-carrying component connecting the engine to the wing, have been thoroughly investigated. Based on an extensive literature review and a detailed examination of existing studies, the design process was conducted in accordance with established aerospace safety principles. The structural performance of the proposed design was evaluated by considering both material properties and the system response under loading conditions. The obtained safety factors and analysis results indicate that the structure operates within acceptable aviation safety limits, confirming the reliability of the selected design [8]. In addition, manufacturability considerations were incorporated into the design process, aiming not only for theoretical optimisation but also for practical efficiency by minimising unnecessary material usage and avoiding additional production costs. Furthermore, the weight reduction achieved through the proposed design contributes indirectly to improved fuel efficiency. To ensure compatibility with manufacturing processes, the component's internal structure was not designed as a fully solid body. Instead, an optimised shell thickness was defined to satisfy the required static strength criteria while reducing overall mass [9]. The selected materials and design approach were intended to achieve a balance between high strength and low weight, which are critical requirements in aerospace applications. Given that flight conditions involve varying loads and strict safety requirements, the design and analysis processes were conducted accordingly. The results indicated that the regions where the pylon is connected to the aircraft engine experienced an average displacement of approximately 2.85 mm. Moreover, safety factors obtained in both ANSYS R1 and SOLIDWORKS ranged from 1 to 2, depending on the material and loading conditions. These results were validated by comparing the simulated stress values with the yield strengths provided in the engineering software's material libraries. Overall, the findings confirm that the structural safety and static performance requirements of the pylon design have been successfully satisfied. This study aims to contribute academically and scientifically to the rapidly evolving aerospace sector by presenting a practical and optimised structural design approach. Focusing on the design and structural optimisation of engine support structures (pylons) in civil aviation, this study provides significant and original contributions to existing literature. Based on the Boeing 737-800 reference configuration and conventional pylon structures, which typically have a mass of approximately 400 kg, the proposed design

reduces the mass to 184.31 kg using a 7075-T6 aluminium-based approach. This corresponds to a remarkable weight reduction of approximately 53.9%, which significantly exceeds the typical 15–25% improvement range reported in similar structural optimisation studies. This substantial reduction has been achieved through an innovative geometry that departs from traditional solid-casting approaches and adopts a hollow, strength-oriented design strategy. The proposed approach successfully integrates the principles of maximising stiffness and minimising material usage, particularly by concentrating material in regions of high stress intensity. In terms of load distribution optimisation, the design ensures that engine loads are distributed more uniformly across the structure. Commonly encountered stress concentrations in the literature have been mitigated through the application of fillet (radius) geometries. As a result, the maximum Von Mises stress remains approximately 379 MPa, thereby improving the structure's fatigue life. The design achieves a safety factor of 2.23, which is significantly higher than the typical values reported in similar studies, indicating a robust and reliable structural performance under operational conditions

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by the TUBITAK 2209-A University Students Research Projects Support Program (Project No: 1919B012411659).

REFERENCES

1. ASM International, Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials, ASM Handbook, vol. 2. Materials Park, OH: ASM International, 1990.
2. F. C. Campbell, Manufacturing Technology for Aerospace Structural Materials. Amsterdam, Netherlands: Elsevier, 2006.
3. Federal Aviation Administration (FAA), “Factor of Safety,” Title 14 of the Code of Federal Regulations (14 CFR), Part 25, Section 25.303, 2011.
4. A. B. Smith, R. Johnson, and L. Davis, “Structural Design Synthesis of Aircraft Engine Pylons at Certification Level of Detail,” Aerospace Structural Design Study, vol. 15, no. 2, pp. 112-128, 2021.
5. Boeing Commercial Airplanes, “Structural static test for validation of the structural integrity of an aircraft pylon,” Technical Report, 2018.
6. T. Yorozu, M. Hirano, K. Oka, and Y. Tagawa, “Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interface,” IEEE Transl. J. Magn. Japan, vol. 2, no. 8, pp. 740–741, August 1987.
7. CFM International, “CFM56-7B Turbofan Engine Technical Characteristics,” Safran / GE Aviation Technical Documentation, 2020.
8. H. Kim, S. Kim, S. Hong, and S. Kim, “Structural static test for validation of the structural integrity of an aircraft pylon,” Aerosp. Sci. Technol., vol. 124, p. 107532, 2022.
9. J. D. Miller and G. Thompson, “An Analysis of the Effect of Non-Payload Weight on Fuel Consumption for a Wide-Bodied Aircraft,” J. Air Transp. Manag., vol. 78, pp. 45-52, 2019.
10. Federal Aviation Administration (FAA), “Damage-tolerance and fatigue evaluation of structure,” Title 14 of the Code of Federal Regulations (14 CFR), Part 25, Section 25.571, 2011.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

11. European Union Aviation Safety Agency (EASA), “Type Certificate Data Sheet (TCDS) No. E.004 for CFM56 series engines,” EASA Certification Documentation, Issue 21, 2021.
12. Federal Aviation Administration (FAA), “Aeroelastic stability substantiation,” Title 14 of the Code of Federal Regulations (14 CFR), Part 25, Section 25.629, 2011.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

BUHAR SIKIŞTIRMALI SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE R1234yf ve R513A SOĞUTUCU AKIŞKANLARIN KULLANIMININ KARŞILAŞTIRILMASI

Öğr. Gör. Ümit İŞKAN

Prof. Dr. Mehmet Direk

Yalova Üniversitesi, Elektrik ve Enerji Bölümü, İklimlendirme ve Soğutma Teknolojisi Programı

Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü

mehmet.direk@yalova.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-5868-6381

umit.iskan@yalova.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-6236-2339

ÖZET

Çevresel nedenlerden dolayı soğutucu akışların kullanımı ile ilgili uluslararası anlaşmalar ve çeşitli yasal düzenlemeler yapılmaktadır. Bu düzenlemelerden biri olan F-gaz yönetmeliğine göre 1 Ocak 2025'ten itibaren küresel ısınma değeri (GWP) değeri 750 veya daha yüksek olan soğutucu akışkanları kullanan küçük split klima sistemlerinin (3 kg'dan az gaz içeren) pazara sunulması yasaklanmıştır. Günümüzde en yaygın olarak kullanılan soğutucu akışkanlardan biri R134a'dır (GWP değeri 1300) ve yüksek GWP değerinden dolayı kullanımı yasal düzenlemelere göre sınırlandırılmaktadır. R450A, R1234yf, R513A, R516A, R152A ve R1234ze(E), R134a'nın öne çıkan alternatifleridir. Özellikle R1234yf'nin çeşitli soğutma ve ısı pompası sistemlerinde düşük GWP'li soğutucu akışkan olarak kullanımının yaygınlaştığı görülmektedir. Bununla birlikte R513A, %56 oranında R1234yf ve %44 oranında R134a soğutucu akışkan karışımlarından oluşturulmuş önemli bir alternatiftir. R513A'nın GWP değeri 573'tür ve uluslararası anlaşmalara göre geçiş aşamasında kullanılabilecek bir soğutucu akışkandır. R1234yf ile karşılaştırıldığında R513A'nın soğutma kapasitesi ve kompresörde harcanan iş değerleri sırasıyla %15 ve %17 daha yüksek bulunmuştur. STK değerlerinin ise çok yakın olduğu görülmüştür. Bu çalışmada buhar sıkıştırmalı soğutma deney sisteminde R1234yf ve R513A soğutucu akışkanları test edilmiş ve performans parametreleri karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: R1234yf, R134a, R513A, Soğutma kapasitesi, GWP

1. GİRİŞ

R134a orta basınçlı olarak sınıflandırılabilen soğutma sistemlerinde yaygın olarak kullanılan önemli bir soğutucu akışkandır. Ancak R134a'nın GWP değeri 1300'dür ve alternatif soğutucu akışkanlar ile değiştirilmesi gerekmektedir [1]. Bu amaçla düşük GWP değerine sahip soğutucu akışkanların R134a yerine kullanılması için çalışmalar devam etmektedir. R134a'nın yerine önerilen başlıca alternatif soğutucu akışkanlar R450A, R1234yf, R513A, R516A, R152A ve R1234ze(E)'dir. Özellikle mobil soğutma sistemlerinde R134a'nın yerine R1234yf soğutucu akışkanı ticari olarak kullanılmaya başlanmış ve R1234yf'nin soğutma sistemlerinde kullanımının yaygınlaştığı görülmektedir. [2]. Soğutma sistemlerinde düşük GWP değerine sahip soğutucu akışkanların kullanımı için araştırmalar devam etmektedir. Dağıdır ve Bilen [3] R134a kullanılan buhar sıkıştırmalı soğutma sisteminde alternatif olarak R513A soğutucu

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

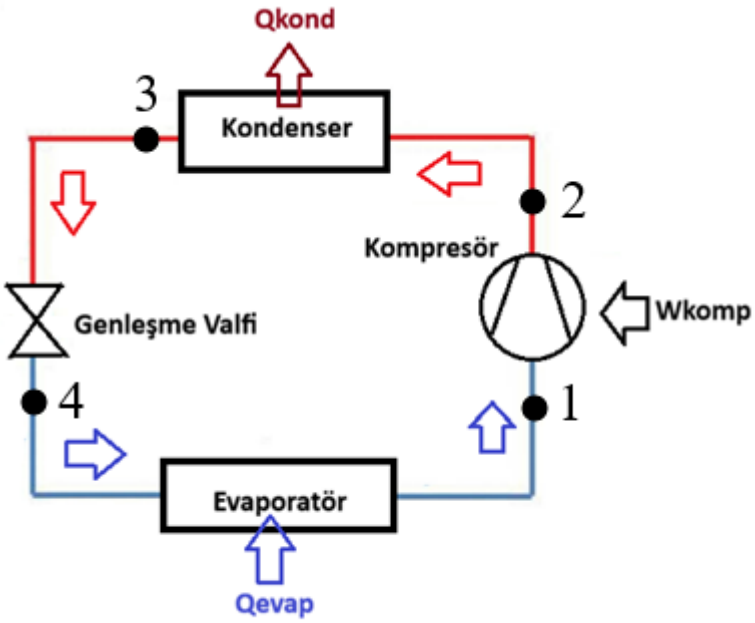
akışkanını test etmişlerdir. Sonuç olarak sistemde değişiklik yapılmadan R513A'nın güvenli bir şekilde kullanılabildiği görülmüştür. Ayrıca R134a ile karşılaştırıldığında R513A'nın kütlesel debisinin %15 daha yüksek olduğu ve ekserji verimlilik değerinin de benzer olarak %15 daha yüksek olduğu ortaya konulmuştur. Yıldırım ve ark. [4] İçerisinde R513A olan bir ısı borusunun yaşam döngüsü performans değerlendirmesini gerçekleştirmişlerdir. Düşük GWP değerine sahip bir soğutucu akışkan seçilmesiyle birlikte emisyonun azaldığı ve ısı borusunun toplam emisyon değerinin azaldığı anlaşılmıştır. R513A'nın GWP değeri 573'dir ve R134a ile kıyaslandığında yaklaşık yarısına karşılık gelmektedir. F gaz yönetmeliklerine göre 750 ve daha yüksek GWP değerine sahip klima sistemlerinin (gaz şarj miktarı 3 kg'mın altında olan) kullanımına sınırlamalar getirmektedir. 1 Ocak 2025'ten itibaren GWP değeri 750 veya daha yüksek olan soğutucu akışkanları kullanan küçük split klima sistemlerinin (3 kg'dan az gaz içeren) pazara sunulması yasaklanmıştır [5, 6]. R1234yf ile ilgili fiyat araştırması yapıldığında güncel fiyatının 518 $ olduğu görülmektedir. 513A'nın ise güncel fiyatının ise 501$ olduğu görülmektedir [7]. R513A, %56 oranında R1234yf ve %44 oranında R134a soğutucu akışkan karışımlarından oluşmaktadır. R513A'nın GWP değerinin 750'nin altında olduğu ve geçiş aşamasında kullanılabilecek bir soğutucu akışkan olduğu anlaşılmaktadır. R1234yf ile karşılaştırıldığında yaklaşık olarak % 50 fiyat avantajı sağlamaktadır. Literatür araştırıldığında R513A ile ilgili deneysel ve teorik çalışmaların bulunduğu görülmektedir. Bu çalışmada laboratuvar ölçeğinde bir buhar sıkıştırmalı soğutma deney sisteminde R1234yf ve R513A soğutucu akışkanları test edilmiş ve performans parametreleri karşılaştırılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Deneysel çalışmalarda Görsel 1'de verilen buhar sıkıştırmalı soğutma sistemi deney sistemi kullanılmıştır. Deneylerde sıcaklık ölçümü için CEM marka K-tipi termokupl (ölçüm aralığı −100 °C ile 1370 °C - ölçüm hassasiyeti ±0.8 °C). kullanılmıştır. Basınç ölçümleri için ise elektronik manifold cihazı (−1 bar ile 60 bar - ölçüm hassasiyeti ±0.5 %) kullanılmıştır. Ayrıca, deneylerde güç ölçümü için pens tipi avometre kullanılmıştır. Kullanılan cihazın ölçüm aralığı 0 kW ile 600 kW arasında olup ölçüm hassasiyeti ±2 %'tir. Sistem klasik buhar sıkıştırmalı soğutma çevrimi ana bileşenlerinden oluşmaktadır. Sistemde kılcal boru ve termostatik olmak üzere iki farklı genleşme valfi kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında karşılaştırma deneyleri yapıldığı için kılcal boru tercih edilmiştir. Görsel 2'de sistemde klasik buhar sıkıştırmalı soğutma çevriminde soğutucu akışkanın sistemde izlediği yollar ve ekipman giriş çıkışlarının numaraları görülmektedir.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Görsel 1. Soğutma deney seti



Görsel 2. Soğutma deney setinde soğutucu akışkanın sistemde izlediği yolların şematik gösterimi

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Deneysel çalışmada deneyler önce R1234yf soğutucu akışkanı ile yapılmıştır. Daha sonra gerekli vakum işlemi yapılarak sisteme R513A şarj edilmiştir. Sistemde hiçbir değişiklik yapılmadan aynı deneyler R513A ile tekrarlanmıştır. Deneylerden elde edilen veriler kullanılarak soğutma sistemi ekipmanlarının giriş ve çıkışlarındaki entalpiler(h) hesaplanmıştır. Birim soğutucu akışkan kütlesi başına düşen soğutma kapasitesi ($q_{soğ}$) aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır.

$$q_{soğ} = h_1 - h_4 \qquad (1)$$

Kompresörde birim soğutucu akışkan kütlesi başına harcanan iş (w_{komp}) denklem 2 ile hesaplanmıştır.

$$w_{komp} = h_2 - h_1 \qquad (2)$$

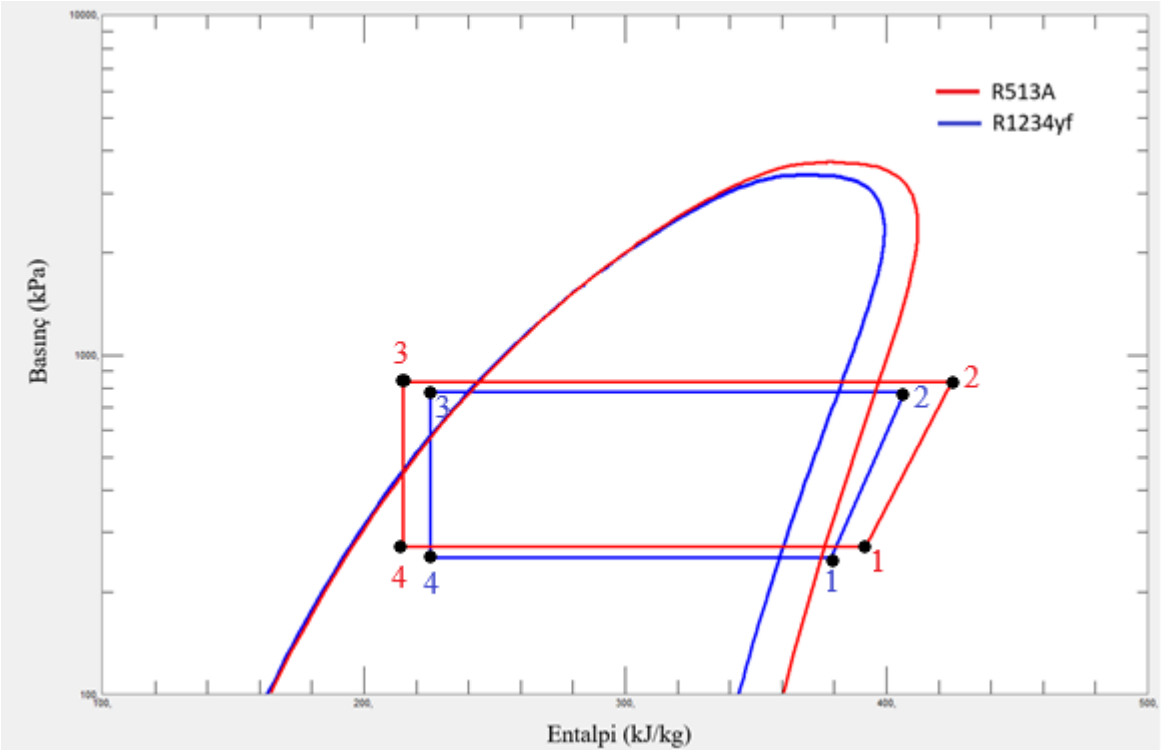
Birim soğutucu akışkan kütlesi başına elde edilen soğutma kapasitesi ve harcanan iş denklem 3 kullanılarak oranlanmış ve soğutma tesir katsayısı (STK) hesaplanmıştır.

$$STK = q_{soğ} / w_{komp} \qquad (3)$$

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Deney sonuçlarından yararlanılarak iki soğutucu akışkana ait basınç-entalpi diyagramları Görsel 3’ te verilmiştir. R513A, R1234yf (%56) ve R134a (%44) soğutucu akışkanların karışımlarından oluşturulmuş bir gazdır. Bundan dolayı basınç entalpi diyagramı R1234yf’ye oldukça yakındır.

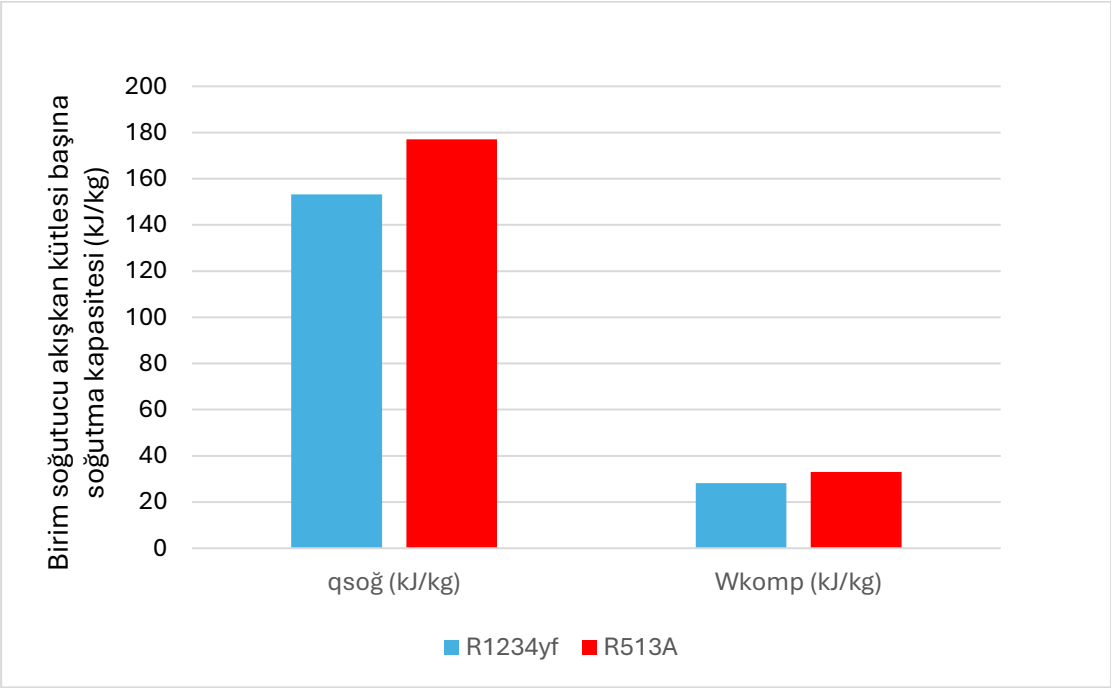
ISBN NR: 978-625-5694-93-5



Görsel 3. R1234yf ve R513A ‘ nın basınç entalpi diyagramları

Görsel 3 incelendiğinde R513A’nın kompresör çıkış basınçlarının, R1234yf değerlerine göre ortalama %7 daha yüksek olduğu görülmektedir. Yoğuşma sıcaklıkları açısından kritik öneme sahip olan bu parametreye bağlı olarak; R513A'nın yoğuşma sıcaklığının R1234yf’den yaklaşık %9 oranında daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Kompresör giriş basınçları için yapılan değerlendirmede ise R513A’nın, R1234yf değerlerinden yaklaşık %7,5 daha yüksektir. Benzer şekilde, buharlaşma sıcaklıkları incelendiğinde R513A’nın, R1234yf’den yaklaşık 3 °C daha yüksek bir sıcaklık değerine sahip olduğu hesaplanmıştır. Denklemlerin uygulanmasıyla elde edilen sonuçları Görsel 4’te sunulmuştur.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5



Görsel 4. R1234yf ve R513A 'nin performans parametreleri

Görsel 4 incelendiğinde, R513A soğutucu akışkanının soğutma kapasitesinin %15, kompresörde harcanan iş miktarının ise %17 daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Her iki soğutucu akışkanın sistemde çalıştırılmasına bağlı elde edilen STK değerleri karşılaştırıldığında, farkın %1'in altında kaldığı görülmektedir. Bu durum, R513A ile elde edilen yüksek soğutma kapasitesi artışının, kompresörün güç tüketimindeki artışla oranlanmasından kaynaklanmaktadır. Deneyler sırasında kompresörün elektriksel yük değerleri de izlenmiş olup; R513A kullanımı sırasında akım şiddeti 0,67 A olarak ölçülürken, R1234yf kullanımında bu değerin 0,57 A seviyesinde kaldığı belirlenmiştir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

R513A'nın GWP değeri 750'nin altındadır ve split klima sistemleri gibi 3kg'dan daha az soğutucu akışkan içeren sistemlerde kullanılabilmektedir. Bu çalışmada, laboratuvar ölçeğinde kullanılan bir buhar sıkıştırmalı soğutma deney sisteminde R513A ve R1234yf soğutucu akışkanları aynı şartlar altında karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda sisteme önce R1234yf şarj edilerek deneyler yapılmış daha sonra hiçbir değişiklik yapılmadan sistemde gerekli vakum işlemi yapıldıktan sonra R513A şarj edilerek aynı koşullarda test edilmiştir. Analizler sonucunda birim soğutucu akışkan kütlesi başına elde edilen soğutma kapasitesi ve kompresörde harcanan iş değerleri bakımından R513A'nın daha yüksek performans değerlerine sahip olduğu saptanmıştır. R1234yf ile karşılaştırıldığında R513A'nın soğutma kapasitesi ve kompresörde harcanan iş değerleri sırasıyla %15 ve %17 daha yüksek bulunmuştur. STK değerlerinin ise birbirine yakın olduğu görülmüştür. R513A'nın, hem soğutma performansı hem de GWP değeri ve fiyat avantajları göz önüne alındığında uluslararası anlaşmalar ve düzenlemeler çerçevesinde geçiş aşamasında kullanılabilecek uygun bir akışkan olduğu kanaatine varılmıştır.

KAYNAKÇA

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

1. Lemmon, E.W., Bell, I.H., Huber, M.L., McLinden, M.O., REFPROP, National Institute of Standards and Technology (NIST), 2018.
2. Direk, M., Yüksel, F., Experimental Evaluation of an Automotive Heat Pump System with R1234yf as an Alternative to R134a, Arabian Journal for Science and Engineering, 45, 719–728, 2020.
3. Dağıdır, K., Bilen, K., Usage of R513A as an Alternative to R134a in a Refrigeration System: An Experimental Investigation Based on the Kigali Amendment, International Journal of Thermofluids, 21, 100582, 2024.u
4. Yıldırım, R., Akyüz, A., Kumaş, K., Güngör, A., Experimental and Numerical Investigation of the Use of New Generating Refrigerant R513A in the Gravity-Assisted Heat Pipe, Sustainable Energy Technologies and Assessments, 57, 103148, 2023.
5. http://webdosya.csb.gov.tr/db/ozonturkiye/icerikler/ozon-panel--ufe-20210407162849.pdf (Erişim tarihi: 28.03.2026)
6. http://webdosya.csb.gov.tr/db/ozonturkiye/haberler/nesl-han-findik-sunum_ozon-panel-_29aralik2022-20230102114145.pdf (Erişim tarihi: 28.03.2026)
7. https://www.cantas.com/urunler/sogutucu-akiskanlar/ (Erişim tarihi: 28.03.2026)

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

BÜYÜME GERİLMELERİNİN TOMRUK VE KERESTE KALİTESİNE ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Belgin ŞEKER HIRÇIN

Karabük Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

belginseker@karabuk.edu.tr-https://orcid.org/0000-0001-7704-4544

ÖZET

Büyüme gerilmeleri, ağaçların doğal gelişim süreçleri sırasında oluşan iç gerilmeler olup, tomruk ve kereste kalitesini doğrudan etkileyen önemli bir faktördür. Bu gerilmeler, kesim ve kurutma işlemleri sırasında serbest kalarak çatlak, eğilme ve şekil bozukluklarına neden olmaktadır. Bu çalışmada, büyüme gerilmelerinin tomruk ve kereste kalitesi üzerindeki etkileri güncel literatür çerçevesinde incelenmiştir. Özellikle uç çatlakları, deformasyon türleri, kurutma hataları ve mekanik performans üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Sonuçlar, büyüme gerilmelerinin odun endüstrisinde verim ve kalite açısından kritik bir parametre olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca bu gerilmelerin ekonomik kayıplara neden olduğu ve endüstriyel verimliliği düşürdüğü belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Büyüme gerilmeleri, odun endüstrisi, tomruk, kereste, kalite.

EFFECTS OF GROWTH STRESSES ON LOG AND LUMBER QUALİTY

ABSTRACT

Growth stresses are internal stresses that occur during the natural development processes of trees, and they are an important factor that directly affects the quality of logs and lumber. These stresses are released during cutting and drying processes, causing cracks, warping, and deformation. In this study, the effects of growth stresses on log and lumber quality were examined within the framework of current literature. In particular, the impacts on end splitting, types of deformation, drying defects, and mechanical performance were evaluated. The results indicated that growth stresses are a critical parameter in terms of efficiency and quality in the wood industry. Additionally, it was determined that these stresses cause economic losses and reduce industrial productivity.

Keywords : Growth stresses, wood industry, logs, lumber, quality.

1. GİRİŞ

Büyüme gerilmeleri hem iğne yapraklı hem de geniş yapraklı ağaçlarda meydana gelmektedir (Doğu, 2007a). Büyüme gerilmesi, canlı bir ağaçta ağaç büyümesi sırasında odun tarafından

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

sürekli olarak desteklenen mekanik stresi ifade eder. Ağaç gövdelerinde büyüme stresi oluşması, tomruklar ve kereste ürünleri için hammadde olarak kullanılmasında sıklıkla sorunlara yol açar. Örnek olarak, kesilmiş tomrukların kenarında radyal çatlaklar, eğri kesilmiş kereste vb. oluşmaktadır. Kesilen tomruklar, büyüme gerilmeleri içerdiğinde, işleme kusurları öngörülemeyen derecede ciddi hale gelir ve nihai verimi önemli ölçüde azaltır. Bunun sonucunda ortaya çıkan ekonomik kayıp, kereste endüstrisinde milyonlarca dolara ulaşmaktadır (Grill vd. 2017).

Bu çalışmada literatürde yapılan ilgili çalışmalar vasıtasıyla büyüme gerilmelerinin tomruk ve kereste kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışma kapsamında; Google Akademik, Scopus, Web of Science ve Google gibi internet veri tabanlarından literatür taraması yapılmış, elde edilen kaynaklar önce analiz edilmiş, ardından eleştirel olarak değerlendirilmiş ve son aşamada tüm kaynaklar detaylı olarak incelenmiştir.

2. BÜYÜME GERİLMELERİNİN TOMRUK VE KERESTE KALİTESİNE ETKİLERİ

Büyüme gerilmeleri, tomruklarda ve kerestelerde boyuna ve teğet çatlaklara (Dinwoodie, 1966; Clair ve Thibaut, 2013), eğilmelere ve mekanik performans kayıplarına (Johansson ve Ormarsson, 2009), lif ayrılmalarına ve yüzey kusurlarına (Doğu, 2007b), kurutma çatlaklarına (Almeras vd. 2005) neden olmaktadır. Hücre olgunlaşması sırasında yeni oluşan odunlarda sürekli olarak gelişen büyüme stresi, ağaç büyümesi boyunca ağaç gövdelerinde bir artık stres gradyanına neden olmaktadır. Tomruklar biçildiğinde, artık stresin serbest bırakılması ve ardından yeniden dengelenmesi nedeniyle biçilmiş kerestede bozulma ve kesim hassasiyetinde sapmalar meydana gelmektedir. Bu, yüksek stresli ve küçük çaplı tomrukların işlenmesinde büyük bir sorun oluşturmaktadır (Yang vd. 2001). Ayrıca, biçilmiş keresteler neme duyarlılık gösteren, homojen olmayan ve anizotropik özelliklere sahip bir malzeme olup, bünyesindeki iç gerilimler çoğunlukla liflerin biyolojik olgunlaşma sürecinden kaynaklanmaktadır; bu gerilim durumu, tomrukların kesilmesini takiben anlık deformasyonlara yol açabildiği gibi, çevresel koşullardaki değişimlere bağlı olarak ortaya çıkan şekil değiştirmelerini de etkilemektedir (Ormarsson vd. 2009). Büyüme gerilmeleri sonucu tomruklarda şekil stabilitesinin olmaması vb. meydana gelen kusurlar hem kereste endüstrisi hem de inşaat endüstrisi için büyük bir sorundur. Şekil stabilitesinin olmaması, kereste endüstrisinde ciddi malzeme kaybına neden olmaktadır. İnşaat endüstrisinde ise düzgünlüğün yetersizliği, şantiyede inşaat sürecini engeller ve inşaat endüstrisinin alternatif malzemeler seçilmesine yol açar. Bu eğilimi değiştirmek ürün kalitesinin iyileştirilmesini gerektirmektedir (Johansson ve Ormarsson, 2009). Gerilmelerin olumsuz etkilerini en aza indirmek amacıyla geliştirilen yöntemler Fegely (2004) tarafından yedi ana başlık altında sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma aşağıdaki gibidir:

- Dikili haldeki ağaçlara yönelik doğrudan müdahaleler: Ağaçlarda oluşan büyüme gerilmelerini azaltmak amacıyla, ağaç henüz kesilmeden gövdenin alt bölümünde belirli genişlikte kabuk soyma işlemi uygulanmaktadır. Bu müdahale sonucunda ağacın fizyolojik faaliyetleri zayıflamakta; zamanla kuruma süreci başlamakta ve yaprak dökümü gerçekleşmektedir.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

- Genetik müdahaleler: Büyüme gerilmelerinin genetik müdahale yolu ile azaltılması amacıyla pek çok araştırma yapılmakta ve farklı sonuçlar elde edilmektedir. Kontrollü ve açıkta tozlaşma yolu ile yapılan döl denemeleri gibi.
- Silvikültürel müdahaleler: Silvikültürel müdahaleler yolu ile bazı odun özellikleri üzerinde önemli değişiklikler yapılabilmektedir. Örneğin, aralama işlemi uygulanması ile ağaçların çapı artmaktadır. Bu şekilde de gerilmenin olumsuzluklara giderilmektedir.
- Kesilmiş ağaç ve tomruklarda deformasyonların azaltılmasına yönelik uygulamalar: Ormanda kesim işlemi sırasında ortaya çıkabilecek olan yarılmaların azaltılabilmesi için modern hasat makinelerinin kullanımı gibi.
- Orman içi depolama ve taşıma süreçlerinde deformasyonların azaltılmasına yönelik önlemler: Ağaç ve tomrukların boyları, mekanizasyon olanakları ile taşıma araçlarının düzeni ve nakliye esaslarıyla uyumlu olacak şekilde belirlenmeli; ayrıca çarpma kaynaklı zarar riskini en aza indirmek amacıyla taşıma ve istifleme süreçlerinde dikkatli bir şekilde işlem görmelidir.
- Fabrika ortamında depolama sürecinde deformasyonların azaltılmasına yönelik uygulamalar: örneğin; odun işleme tesislerinde depo alanlarında görülen çatlaklar, çoğunlukla büyüme ve kuruma gerilmelerinin birlikte etkisiyle oluşmaktadır; kuruma gerilmelerini sınırlamak amacıyla ise tomrukların enine kesitlerine su geçirmez yağ veya parafin uygulanması gibi (Doğu, 2007a).

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Büyüme gerilmeleri, ağaçların gelişim süreci boyunca dokular içinde oluşan iç gerilme durumları olup, odun kalitesi ve kullanım performansı üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Odun endüstrisinde büyüme gerilmelerinin kontrol altına alınamaması, üretim kayıplarına, işleme zorluklarına ve ürün kalitesinde düşüşe neden olmaktadır. Özellikle kereste üretiminde ortaya çıkan deformasyonlar, boyutsal stabiliteyi olumsuz etkileyerek nihai ürünün kullanım alanlarını kısıtlayabilmektedir. Bu nedenle, odun endüstrisinde kalite ve verimliliğin artırılması için büyüme gerilmelerinin daha iyi anlaşılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Almeras, T., Gril, J., & Yamamoto, H. (2005). Modelling anisotropic maturation strains in wood in relation with fibre boundary conditions, microstructure and maturation kinetics. Holzforschung, 59(3), 347-353.

Clair, B., & Thibaut, B. (2013). Physical and mechanical properties of reaction wood. In The biology of reaction wood (pp. 171-200). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Dinwoodie, J. M. (1966). Growth stresses in timber: A review of literature. Forestry, 39(2), 162–170.

Doğu, D. (2007a). Ağaçlardaki Büyüme Gerilmelerinin Odun Hammaddesi Üzerindeki Olumsuz Etkilerini Azaltma Metotları. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 57(1), 97-105.

Doğu, D. (2007b). Ağaçlarda Büyüme Gerilmeleri: Yapısı, Oluşum Nedenleri ve Belirtileri. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 57(1), 83-95.

Fegely, R., (2004). Sawing regrowth and plantation hardwoods with particular reference to growth stresses. Project No. PN02.l308.

Ormarsson, S., Dahlblom, O., Johansson, M. (2009). Finite element study of growth stress formation in wood and related distortion of sawn timber. Wood Sci Technol. 43:387–403. DOI:10.1007/s00226-008-0209-2.

Johansson, M., & Ormarsson, S. (2009). Influence of growth stresses and material properties on distortion of sawn timber—numerical investigation. Annals of Forest Science, 66(6), 604-604. DOI: 10.1051/forest/2009045

Gril, J., Jullien, D., Bardet, S., & Yamamoto, H. (2017). Tree growth stress and related problems. *Journal of Wood Science*, *63*(5), 411-432. DOI: 10.1007/s10086-017-1639-y

Johansson, M., & Ormarsson, S. (2009). Influence of growth stresses and material properties on distortion of sawn timber—numerical investigation. Annals of Forest Science, 66(6), 604-604. DOI: 10.1051/forest/2009045

Yang, J. L., Fife, D., Waugh, G., Downes, G., & Blackwell, P. (2002). The effect of growth strain and other defects on the sawn timber quality of 10-year-old Eucalyptus globulus Labill. *Australian Forestry*, *65*(1), 31-37. DOI: 10.1080/00049158.2002.10674850

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

ODUN PLASTİK KOMPOZİTLERDE ULTRAVİYOLE IŞINIMI, TERMAL VE BİYOLOJİK BOZUNMA MEKANİZMALARININ SİNERJİK ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Belgin ŞEKER HIRÇIN

Karabük Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

belginseker@karabuk.edu.tr-https://orcid.org/0000-0001-7704-4544

ÖZET

Odun plastik kompozitler (OPK), odun kökenli lignoselülozik malzemelerin (odun unu, tarımsal atıklar vb.) termoplastik polimerlerle (polietilen, polipropilen, PVC vb.) birleştirilmesiyle elde edilen kompozit malzemelerdir. OPK'lar, teras ve balkon kaplamaları, havuz kenarı zeminleri, bahçe yürüyüş yolları, iskele ve sahil platformları gibi birçok alanlarında kullanılmaktadır. OPK'lar bu kullanım alanlarında maruz kaldıkları çevresel faktörlere bağlı olarak zamanla bozunmaya uğramaktadırlar. Bu çalışmada, OPK'larda ultraviyole (UV) ışınımı, termal etkilerin ve biyolojik ajanların birlikte oluşturduğu sinerjik bozunma mekanizmaları literatür ışığında incelenmiştir. Sonuç olarak, OPK'ların mekanik, fiziksel vb. özelliklerinin, doğal atmosfer koşulları ve ultraviyole (UV) ışınımının etkisiyle zamanla azaldığı tespit edilmiştir. Özellikle UV kaynaklı yüzey hasarlarının biyolojik bozunmayı hızlandırdığı ve termal etkilerin polimer matris stabilitesini zayıflattığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Kompozit, ultraviyole ışınımı, termal, biyolojik ajan.

INVESTIGATION OF THE SYNERGIC EFFECTS OF ULTRAVIOLET RADIATION, THERMAL AND BIOLOGICAL DEGRADATION MECHANISMS IN WOOD-PLASTIC COMPOSITES

ABSTRACT

Wood-plastic composites (WPCs) are composite materials obtained by combining wood-derived lignocellulosic materials (wood flour, agricultural waste, etc.) with thermoplastic polymers (polyethylene, polypropylene, PVC, etc.). WPCs are used in many areas such as terrace and balcony coverings, poolside flooring, garden walkways, piers and beach platforms. WPCs degrade over time due to environmental factors to which they are exposed in these application areas. In this study, the synergistic degradation mechanisms caused by ultraviolet (UV) radiation, thermal effects, and biological agents in WPCs were investigated in light of the literature. In conclusion, it has been determined that the mechanical, physical, and other

properties of OPKs decrease over time under the influence of natural atmospheric conditions and ultraviolet (UV) radiation. It has been determined that UV-induced surface damage accelerates biological degradation, and thermal effects weaken polymer matrix stability.

Keywords : Composite, ultraviolet radiation, thermal, biological agent.

1. GİRİŞ

Ahşap termoplastik kompozitler (OPK), odun lifleri veya odun ununun erimiş termoplastik matris (polietilen, polipropilen, polistiren ve polivinil klorür vb.) içerisine homojen biçimde dağıtılmasıyla elde edilen ve ekstrüzyon, termoformlama, sıkıştırma ya da enjeksiyon kalıplama gibi yöntemlerle şekillendirilen malzemelerdir. OPK'lar; otomotiv sektörü, yapı ve konut uygulamaları başta olmak üzere, hızla genişleyen çeşitli endüstriyel alanlarda giderek artan bir kullanım potansiyeline sahiptir (Rowell, 2006; Fang vd. 2013). Ancak dış ortam koşullarında UV ışınımı, rutubet, sıcaklık değişimleri ve mikroorganizmalar OPK'ların dayanımını azaltmaktadır (Stark & Matuana, 2007). Bu çalışmada, ilgili literatür çalışmalarına dayanılarak odun plastik kompozitlerin (OPK) ultraviyole (UV) ışınımı, termal etkilerin ve biyolojik ajanların birlikte oluşturduğu sinerjik bozunma mekanizmaları araştırılmıştır.

2. ODUN PLASTİK KOMPOZİTLERDE (OPK) ULTRAVİYOLE (UV) IŞINIMI, TERMAL ETKİLERİN VE BİYOLOJİK AJANLARIN BİRLİKTE OLUŞTURDUĞU SİNERJİK BOZUNMA MEKANİZMALARI

Odun plastik kompozitler, lignoselülozik dolgu maddelerinin termoplastik matris içerisinde karıştırılmasıyla elde edilen ve son yıllarda yapı, dış cephe kaplamaları ve peyzaj uygulamalarında yaygın olarak kullanılan malzemelerdir. Ancak bu kompozitler, dış ortam koşullarına maruz kaldıklarında ultraviyole (UV) ışınımı, sıcaklık değişimleri ve biyolojik ajanların etkisiyle zamanla performans kaybına uğramaktadır. Bu etkilerin tek başına oluşturduğu bozunma mekanizmalarının ötesinde, birlikte etki etmeleri durumunda ortaya çıkan sinerjik bozunma süreçleri, malzemenin hizmet ömrünü önemli ölçüde kısaltmaktadır (Stark ve Matuana, 2004; Andrady vd. 2023).

UV ışınımı, OPK'larda özellikle lignin bileşeni üzerinde fotooksidatif reaksiyonlara neden olmaktadır. Ligninin UV ışığı absorbe etmesi sonucu serbest radikaller oluşmakta ve bu durum yüzeyde renk değişimi, çatlak oluşumu ve mekanik özelliklerde azalma ile sonuçlanmaktadır (Klyosov, 2007). Aynı zamanda polimer matris de UV etkisiyle zincir kırılması ve oksidasyon süreçlerine maruz kalmakta, bu da kompozitin bütünlüğünü zayıflatmaktadır (Fabiyi ve McDonald, 2010).

Termal etkiler ise hem polimer matrisin hem de odun bileşeninin genleşme ve büzülme davranışlarını farklı oranlarda etkilemektedir. Bu uyumsuzluk, ara yüzeyde gerilmelerin oluşmasına ve mikro çatlakların gelişmesine yol açmaktadır. Özellikle tekrarlayan ısıl döngüler, bu çatlakların ilerlemesini hızlandırarak rutubet girişine uygun ortam hazırlamaktadır (Clemons, 2002).

Rutubetin varlığı ve uygun sıcaklık koşulları, biyolojik bozunma ajanlarının (mantarlar, bakteriler) aktif hale gelmesini sağlamaktadır. Odun bileşeni, bu organizmalar için besin kaynağı oluşturduğundan, biyolojik bozunma kompozit yapıda kütle kaybına ve mekanik dayanımın azalmasına neden olmaktadır (Schirp ve Wolcott, 2005). Özellikle beyaz çürüklük ve kahverengi çürüklük mantarları lignin ve selülozu parçalayarak malzeme yapısını zayıflatmaktadır.

Bu üç etkenin birlikte etkisi, sinerjik bir bozunma mekanizması oluşturmaktadır. UV ışınımı ile yüzeyde oluşan çatlaklar, rutubetin kompozit içerisine daha kolay nüfuz etmesine olanak tanımakta; rutubet ise biyolojik aktiviteyi artırmaktadır. Termal genleşme ve büzülme ise bu süreçleri hızlandırarak malzeme bütünlüğünü daha da bozmaktadır. Bu durum, tekil etkilerin toplamından daha büyük bir hasar oluşturmakta ve kompozitin performansını ciddi ölçüde düşürmektedir (Fabiyi et al., 2008; Mengeloğlu ve Çavuş, 2021).

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

OPK'larda çevresel etkilerin birlikte değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. UV stabilizatörleri, yüzey kaplamaları, uygun katkı maddeleri ve modifikasyon teknikleri kullanılarak bu sinerjik bozunma etkileri azaltılabilmektedir. Bununla birlikte, bu yöntemlerin tek başına değil, birlikte ve uyumlu bir şekilde kullanılması, sinerjik bozunma etkilerinin kontrol altına alınmasında çok daha başarılı sonuçlar verecektir. Gelecekte yapılacak çalışmaların, bu etkileşimlerin daha iyi anlaşılmasına ve dayanımı artırılmış kompozitlerin geliştirilmesine odaklanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Andrady, A. L., Heikkilä, A. M., Pandey, K. K., Bruckman, L. S., White, C. C., Zhu, M., & Zhu, L. (2023). Effects of UV radiation on natural and synthetic materials. Photochemical & Photobiological Sciences, 22(5), 1177-1202. DOI: https://doi.org/10.1007/s43630-023-00377-6

Clemons, C. (2002). Wood–plastic composites in the United States: The interfacing of two industries. Forest Products Journal, 52(6), 10–18.

Fabiyi, J. S., McDonald, A. G., Morrell, J. J., & Freitag, C. (2011). Effects of wood species on durability and chemical changes of fungal decayed wood plastic composites. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 42(5), 501-510. DOI: 10.1016/j.compositesa.2011.01.009

Fabiyi, J. S., & McDonald, A. G. (2010). Effect of wood species on property and weathering performance of wood plastic composites. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 41(10), 1434–1440. https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2010.06.004

Fabiyi, J. S., McDonald, A. G., Morrell, J. J., & Freitag, C. (2008). Effects of weathering on the surface properties of wood plastic composites. Polymer Degradation and Stability, 93(8), 1405–1414. https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2008.05.024

Fang, Y., Wang, Q., Guo, C., Song, Y., & Cooper, P. A. (2013). Effect of zinc borate and wood flour on thermal degradation and fire retardancy of polyvinyl chloride (PVC)

composites. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 100, 230-236. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.jaap.2012.12.028

Klyosov, A. A. (2007). Wood-plastic composites. John Wiley & Sons.

Mengeloğlu, F., & Çavuş, V. (2021). Long Term Natural Weathering of PP Based WPCs: The Effect of TiO2 on Selected Color, Physical, Mechanical, Morphological and Chemical Properties. Wood Polymer Composites: Recent Advancements and Applications, 213. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-16-1606-8_11

Schirp, A., & Wolcott, M. P. (2005). Influence of fungal decay and moisture absorption on mechanical properties of extruded wood–plastic composites. Wood and Fiber Science, 37(4), 643–652.

Rowell, R. (2006). Advances and challenges of wood polymer composites, in: The 8th Pacific Rim Bio-Based Composites, Kuala Lumper, Malaysia, pp. 2–11.

Stark, N. M., & Matuana, L. M. (2004). Surface chemistry and mechanical property changes of wood–flour/high-density-polyethylene composites after accelerated weathering. Journal of Applied Polymer Science, 94(6), 2263–2273. https://doi.org/10.1002/app.20925

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

TRAPPING OF FLOATING DEBRIS CAUSING RIVER FLOODING

Prof. Dr., Ömerul Faruk Dursun
İnönü Üniversitesi
faruk.dursun@inonu.edu.tr - 0000-0003-3923-5205

Dr., İsa Cici
İnönü Üniversitesi
isa.02.insaat44@gmail.com- 0000-0002-5501-3509

ABSTRACT

The blockage of flow sections by floating objects, which is one of the primary causes of river flooding, has been frequently observed in recent years. As a consequence of global climate change, sudden and short-lived yet intense precipitation leads to the transport of soil and overlying vegetation into watercourses through erosion. The increase in floating debris load in rivers can cause clogs at control sections such as bridges, resulting in floods. Recently, numerous scientific studies have been conducted to address this issue. Trapping and removing floating woody materials from the river flow volume partially mitigates flood risks. However, these structures may also lead to changes in flow sections and flow depths. The impact on the riverbed also affects the natural morphological structure. Researchers are focusing on trapping, diverting, and preventing the transport of floating objects. Furthermore, some studies have investigated the types of woody material transported by rivers. The flow trajectories and physical movement characteristics, such as rotation, submergence, and emergence of large logs moving with the current, have also been examined. In this study, a summary presentation of the existing literature is provided, and their relative advantages and disadvantages are compared and interpreted.

Keywords: Flooding, Large Woody Debris (LWD), Bridge Clogging

1. INTRODUCTION

Natural disasters such as flash floods, debris flows, earthquakes, landslides, and wildfires damage vegetation, thereby increasing the probability of floating woody debris being present in watercourses (Ruiz-Villanueva et al., 2016). This can cause significant damage to the built environment along the river, including bridges, dams, and weirs. The accumulation of floating wood at river infrastructure can lead to a reduction in the flow cross-sectional area. This results in backwater rise and an increased risk of flooding in the surrounding areas (Schalko et al., 2019a; Okamoto et al., 2020). Large amounts of floating wood accumulation can occur at river infrastructure sites. Such situations can increase scour at riverbed structures and even damage the structure itself (Schalko et al., 2019b). Alternatively, wood accumulating at structures like bridges acts as an obstruction, diverting the flow toward populated areas or agricultural lands.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Various engineering structures and countermeasures have been developed to mitigate the risks caused by the accumulation of floating wood at hydraulic structures during these floods. These are generally divided into two main categories: structures aimed at trapping floating wood at its source or along its transport path, and measures taken to protect sensitive infrastructure (such as bridges) from floating wood. Floating wood retention structures (such as debris barriers, racks, and check dams) are typically placed at specific points along the riverbed to capture floating wood, thereby protecting downstream settlements or critical infrastructure.

This study provides an overview of floating wood dynamics, hazards, and risk mitigation measures for built environments based on existing literature and data. Furthermore, their relative advantages and disadvantages are compared and interpreted.

2. EXPERIMENTAL STUDIES

The channel dimensions utilized in experimental studies in the literature are presented in Table 1.

Table 1. Channel dimensions of studies in the literature.

Author and History	Channel width (m)	Channel depth (m)	Channel length (m))	Channel slope
Kimura ve Kitazono (2020)	0.2	-	3.4	-
Ravazzolo vd (2020)	1.5	1	6	0.002
Okamoto vd. (2021)	0.4	0.15	10	-
Schalko vd. (2019)	1.5 0.4	1.2 0.7	30 8	0 0.1
Schalko vd. (2020)	0.4	0.7	8	%2 %3
De Cicco vd. (2020)	0.3	0.16	5	0.001
Spreitzer vd. (2018)	6	1.5	1	%2

The modes of transport for floating wood in the literature exhibit variations. The transport mechanisms of floating woody debris in water flow primarily involve suspended movement or contact with the riverbed (Ruiz-Villanueva et al., 2014a). Transport patterns of floating wood pieces include sliding, rolling, and saltation (rotation). As the quantity of floating wood pieces increases, different transport regimes emerge, namely: uncongested, semi-congested, congested, and hyper-congested transport (Ruiz-Villanueva et al., 2019).

3. RESULTS AND EVALUATION

Table 2 presents a brief summary of countermeasures developed for floating wood interception based on conducted research.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Table 2. Summary of studies on the prevention of floating wood in the literature.

Type	Method	Principles	Effects	Literature
Interception of large woody debris	Obstacles are positioned equidistantly along the riverbed.	To prevent pieces of floating wood from getting mixed up in the river.	%42-%87	Lange ve Bezzola (2006)
	A bypass channel has been established at the river bend.	Secondary currents steer large woody debris toward the bypass section.	%90 - %95	Schmocker ve Weitbrecht (2013)
	A rack has been installed in the river to capture floating wood.	Intercepting floating wood to prevent its movement downstream.	%90 - %100 $\Delta h/h_o$=0-2,5	Schalko vd. (2019a); Schalko vd. (2019b)
Divert floating wood	Two consecutive racks, each spanning half of the river's cross-sectional area.	Obstructing the downstream passage of floating wood pieces.	%30 - %100 $\Delta h/h_o$=0-0,12	Panici ve Kripakaran (2021)
	Installing a large wooden vane upstream of the bridge piers.	Causing significant wooden deformation	Wood capture efficiency has not decreased.	Schalko vd. (2020a)
	To place a lower sill above the bridge piers.	Causing significant wooden deformation	It may lead to a 30% decrease in wood capture efficiency.	Schalko vd. (2020b)
Structural design	Shape design of bridge piers	Modifying the flow field around bridge piers to reduce the ingress of floating woody debris into the bridge section.	The square configuration yielded the highest capture efficiency.	De Cicco vd. (2020)

Advantages and disadvantages of the conducted studies:

Schmocker et al. (2013) presented a large woody debris (LWD) transport diagram that predicts the expected amount of floating wood at a specific location along a river, forming the basis for determining the optimal position of a retention structure. The study also introduced a retention system where floating wood is captured in a bypass channel located at the outer river bend. Due to secondary currents induced by the river bend, floating wood is diverted into the bypass section while sediment (bedload) remains in the primary channel. Figure 1 illustrates the variation in backwater rise relative to the accumulation of floating wood. While wood accumulation reaches nearly 90%, significant backwater rise occurs in the upstream section. Due to this backwater effect, river overtopping may occur upstream during flood events.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

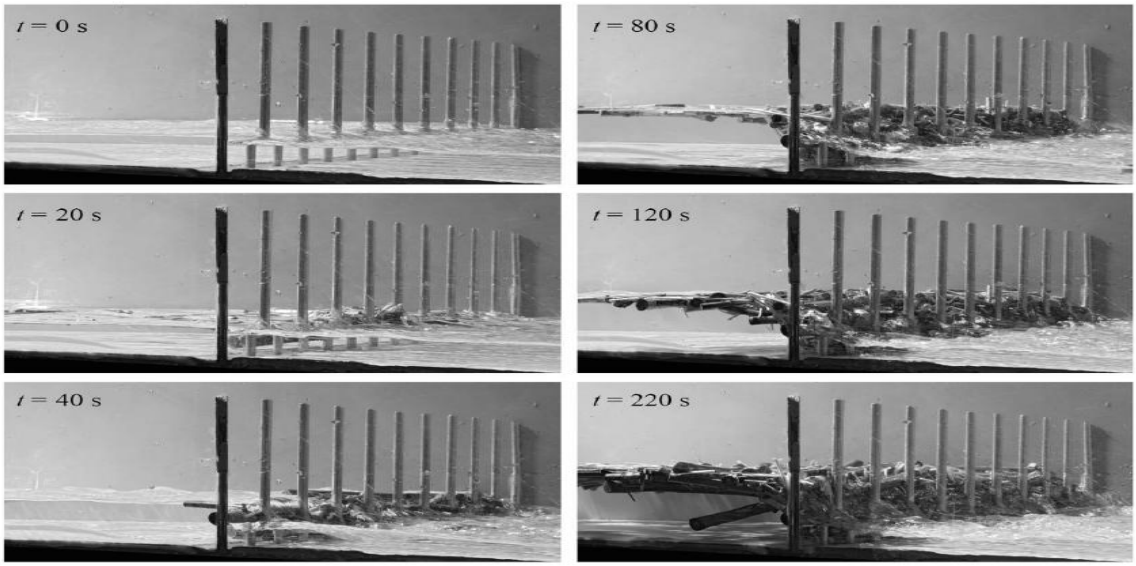


Figure 1. Temporal effect of wood accumulation on backwater rise.

Schalko et al. (2021) stated that retention structures, such as sediment traps or racks, are constructed to mitigate potential downstream hazards. The researchers conducted a series of flume experiments to examine the impact of floating wood accumulations on upstream backwater rise and bedload transport at an inclined bar rack with a bottom clearance. Figure 2 investigates the effect of wood volume on sediment variation. Furthermore, it was noted that even a few logs are sufficient to reduce the bedload transport capacity to below 75% compared to the debris-free condition. However, it was also indicated that fine material and smaller wood sizes further decrease bedload transport while increasing the upstream backwater rise.

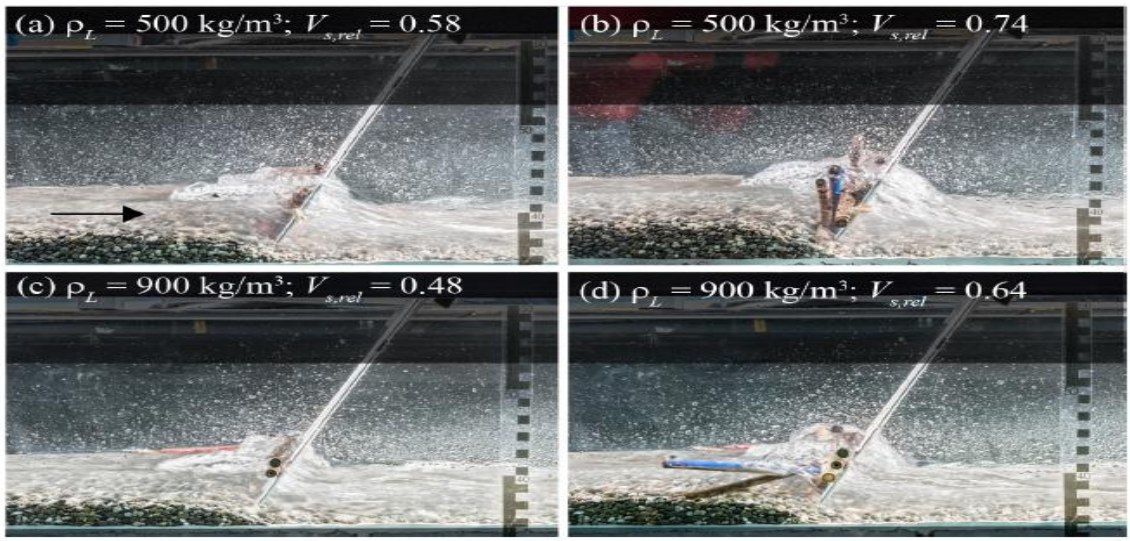


Figure 2. Impact of floating wood accumulation on sediment transport variation.

Schalko et al. (2019) presented hydraulic model tests conducted on upstream backwater rise caused by longitudinal floating wood accumulations along a mobile bed. Figure 3 investigates

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

the changes in water levels relative to wood volume. The wood accumulated at the upper part of the rack above the water level. Below the accumulated wood, the flow velocity increases, and the flow is deflected downwards. It was stated that a high Froude number (Fr) increases the probability of wood being dragged downwards, leading to a more compact accumulation. Furthermore, the accumulation of fine organic material makes the structure even more compact and increases flow resistance, further elevating the backwater rise.

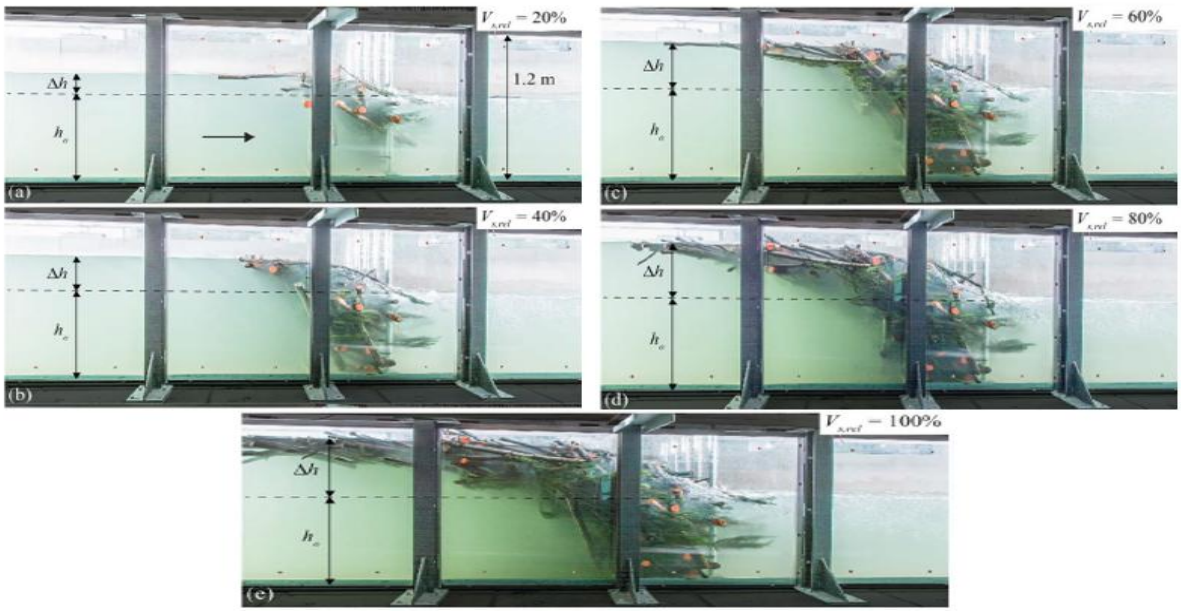


Figure 3. Effect of floating wood volume on backwater rise.

Schalko et al. (2020) hypothesized that inclined racks would reduce both upstream backwater rise and local scour. Figure 4 illustrates the effect of increasing floating wood volume on backwater rise and scour depth. It was stated that as the rack angle relative to the horizontal decreases, both upstream backwater rise and local scour also decrease. Specifically, the relative backwater rise (Δh/h) was found to decrease with a reduction in the rack angle. It was noted that when the rack angle was reduced from 90° to 20°, Δh/h decreased by 25%. However, the possibility of overtopping and total blockage may occur when high amounts of floating wood and fine organic material are present.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

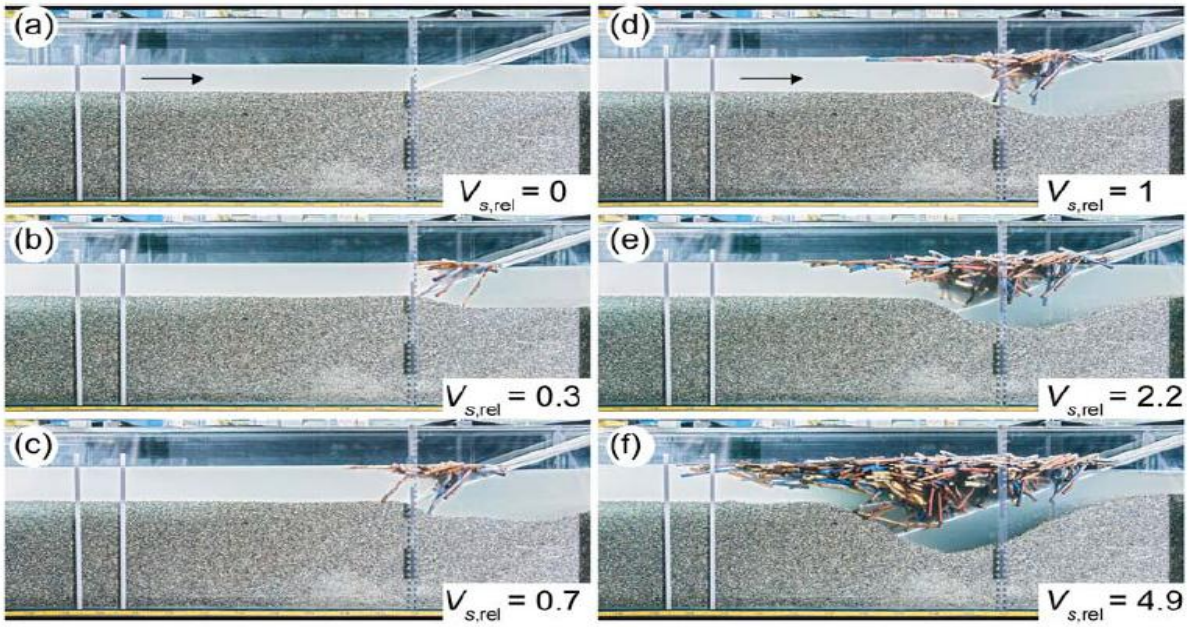


Figure 4. Impact of floating wood volume on scour depth.

De Cicco et al. (2020) stated that debris accumulation at bridges exerts additional forces on bridge structures, exacerbates flooding and local scour, and can ultimately lead to bridge failure. The study evaluated the effect of bridge pier shape on the probability of wood accumulation or blockage in lowland rivers. Figure 5 illustrates the impact angle of wood arriving at the bridge pier. Furthermore, it was expressed that the pier shape significantly influences the upstream flow field, which directly determines the blockage probability. Under the tested conditions, the highest blockage probability was yielded by the combination of a square-shaped pier, a high Froude number (Fr), and a semi-congested wood transport mechanism. To minimize wood accumulation, more streamlined pier shapes, such as cylindrical or sharp-nosed, were found to be most suitable in terms of blockage probabilities. However, the probability of bridge blockage remains high when exposed to large quantities of floating wood.

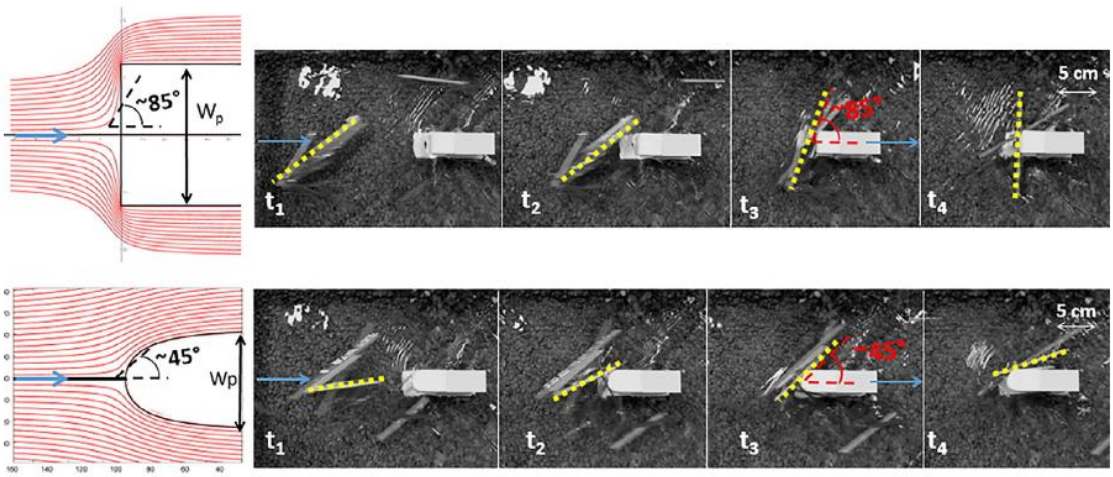


Figure 5. Orientation and impact mode of floating wood at the bridge pier.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Ruiz Villanueva et al. (2014b) stated that large woody debris (LWD) transported by rivers can accumulate at critical flow geometry configurations, such as bridges, leading to bridge failures and significantly increasing the destructive power of floods. To simulate the bridge clogging process and reconstruct wood accumulation patterns, an approach was adopted that models individual moving wood pieces and investigates the interactions between water flow, wood pieces, and the bridge structure. During the study, floating wood was categorized into three different transport regimes: congested, semi-congested, and continuous.

Table 3. Summary of findings for scenario comparison (Ruiz Villanueva et al., 2014b).

Scenario	Blockage Rate (%)	Water Level at Bridge (m)	Average Flow Velocity (m/s)
Congested	>70	8.3	1.45
Semi-congested	~50	7.3	1.63
Continuous	<40	6.8	1.94

The researcher concluded that the best-case scenario, as shown in Table 3, was the semi-congested regime, where 60% of the total wood was transported before the peak discharge, resulting in a blockage rate of approximately 50% and a water level rise to 7.3 m at the bridge.

Ravazzolo et al. (2020) conducted a flume experiment using bed conditions representing the upstream reach of a river in New Zealand. The model included numerous scaled LWD (Large Woody Debris) elements and a single-lane bridge with a three-pier row. The results of the study indicated that at low discharges, logs are more likely to accumulate in an orientation perpendicular to the flow, whereas at high discharges, they tend to be deposited in random orientations. Overall, the study provided significant insights into the complex interaction processes between flow, wood elements, and sediments. Under the drifted wood accumulation, supercritical turbulent flow conditions caused by flow deflection and the backwater effect mobilized coarser sediments and triggered the development of local scour reaching the channel bed.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

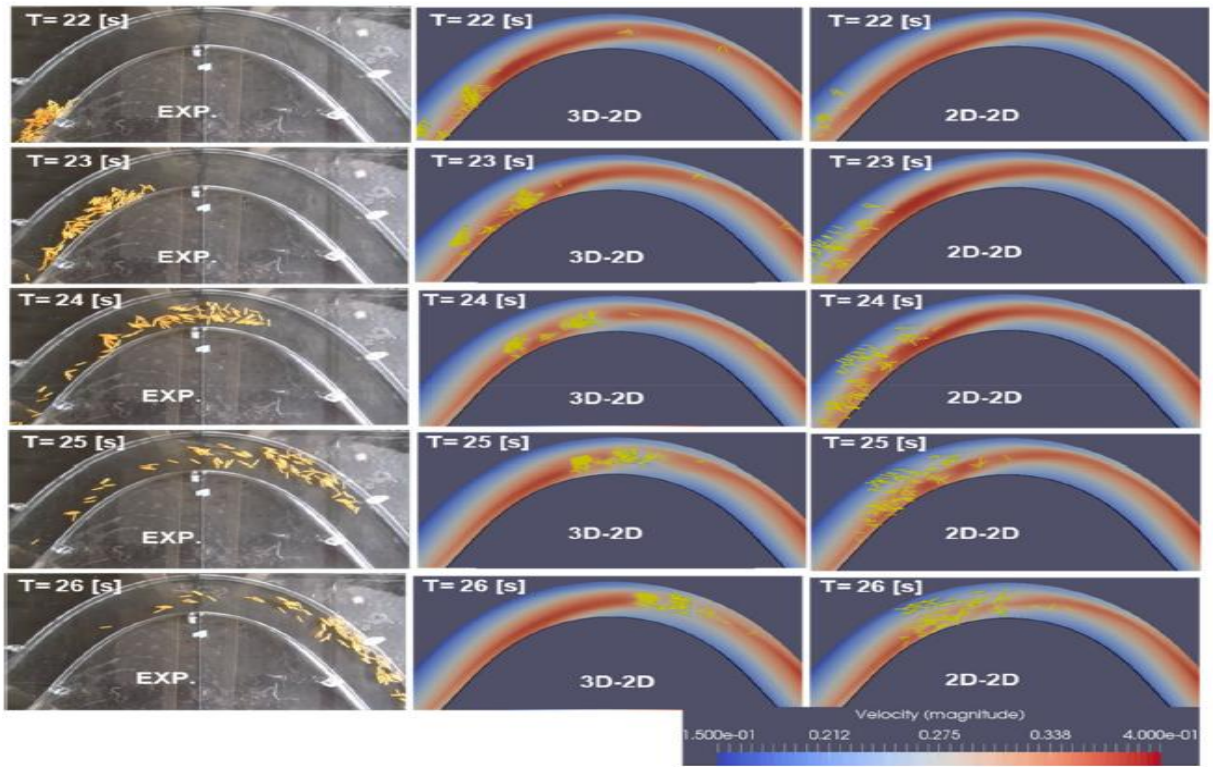


Figure 6. Numerical and experimental representation of floating wood movement.

Okamoto et al. (2021) conducted debris accumulation experiments at a single-pier bridge to examine the formation and growth of log jams. Figure 7 illustrates the accumulation and diving patterns relative to the number of logs. Following the accumulation of a large number of logs at the bridge, the effect of the velocity field on the accumulation process was investigated. Furthermore, the impacts of approach flow velocity, channel width, and model log length on the formation of log jams were researched. The results revealed the primary parameter of the accumulation process the diving motion of logs and the formation of a floating wood carpet shape.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

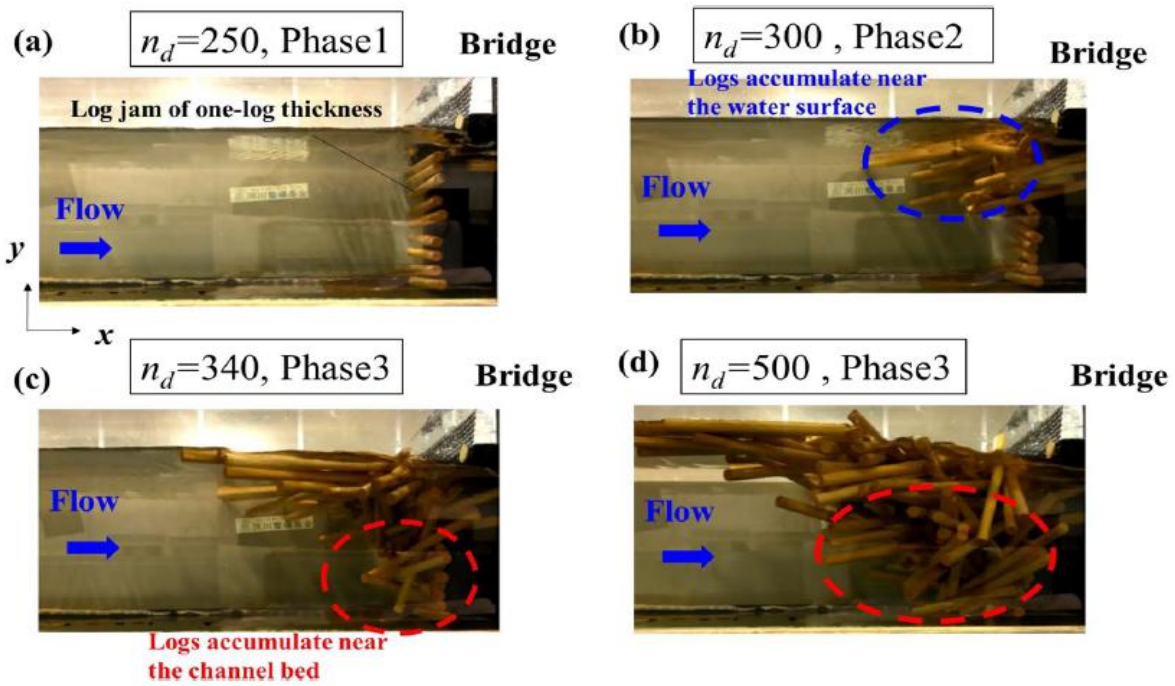


Figure 7. Accumulation and diving patterns as a function of the number of logs.

Akçalı (2022) introduced the Shipnose Type Open Check Dam, illustrated in Figure 8, designed as an alternative to permeable check dams which, despite their growing global use, often fail to function effectively due to rapid clogging mechanisms during operation. This study developed a new dam type that serves the design purpose of classical storage-type check dams while sufficiently trapping woody material and preventing overtopping. Laboratory experiments demonstrated that the Prow-shaped permeable dam is more effective against rapid clogging and overtopping issues compared to conventional semi-permeable dams. It was expressed that the structural modeling in the shape of a prow ensures that the dam front remains clear by providing lateral displacement of woody material, thereby contributing to the maintenance of the dam's semi-permeable characteristics and storage capacity.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

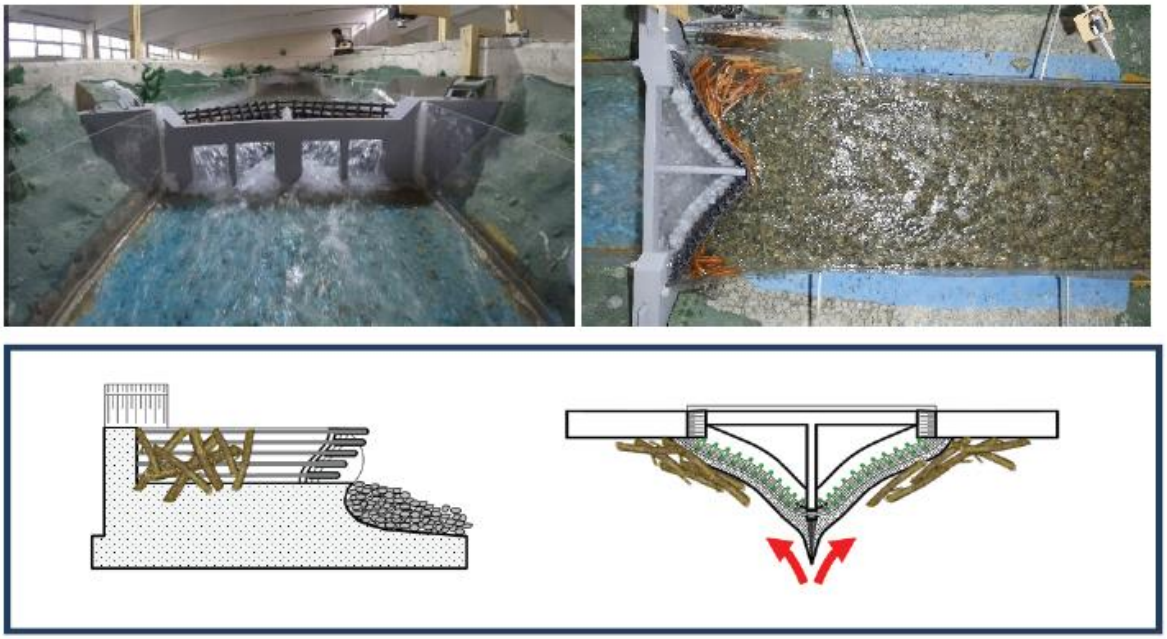


Figure 8. Configuration of the Shipnose Type Open Check Dam.

Ruiz-Villanueva et al. (2016) provided a comprehensive qualitative and quantitative summary of recent developments regarding the various processes involved in large wood (LW) dynamics within fluvial systems, including wood jam mechanics. The study reviewed advancements in quantifying floating wood dynamics, particularly expressing how field measurements and numerical modeling can be integrated to enhance the understanding of how large wood is transported and retained in river systems. Furthermore, a quantitative and integrated meta-analysis based on data synthesized from various studies and diverse geographical regions was presented.

Spreitzer et al. (2018) designed a laboratory experimental setup to investigate large woody debris (LWD) accumulations and their impacts on hydraulic flow conditions and channel morphology within a river cross-section. The study utilized real wood and mobile gravel bedload material to simulate morphodynamic interactions in an upstream flow, based on a prototype river in New Zealand. Through this research project, the authors aimed to investigate the dynamics of jam initiation and the changes in jam characteristics for a specific discharge, sediment load, and distribution of woody material.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

4. CONCLUSIONS

In this study, a systematic literature review was conducted on large woody debris (LWD), the hazards it poses, and mitigation strategies; the findings obtained are summarized as follows.

Field monitoring techniques play a pivotal role in investigating the recruitment, mobilization, transport, and accumulation of large woody debris (LWD).

The probability of large wood accumulation and the characteristics of wood blockage are primarily governed by parameters such as woody debris properties, approach flow conditions, and structural geometries.

Log jams exacerbate upstream backwater rise, local scour, and sediment accumulation; the subsequent failure of the structure due to such blockages leads to an instantaneous increase in discharge.

To understand the actual processes of flash floods exhibiting complex flow regimes, three-dimensional (3D) modeling is essential for investigating the transport and accumulation of large woody debris (LWD) during these events. It is necessary to develop predictive models to identify the locations of single or multiple log jams at the watershed scale under complex geomorphological conditions.

In the studies reviewed, structures with high wood capture rates also exhibited high backwater rise ratios. Therefore, it is essential that the design of such structures be investigated based on both their wood-trapping efficiency and the associated backwater effects.

Furthermore, existing studies have separately addressed wood trapping efficiencies and the probabilities of accumulation at bridge piers. The interaction between wood-retention structures and their subsequent impact on downstream structures, such as bridges, remains largely uninvestigated.

In conclusion, various types of wood-trapping structures must be implemented to capture floating woody debris in rivers. Furthermore, the positioning of these structures should be determined by carefully considering the specific hydraulic and morphological conditions of the river reach.

Acknowledgements

We would like to thank TÜBİTAK for supporting this study with project code number 124M033.

REFERENCES

Akçalı, E. (2022). Taşkın ve rüsubat kontrolünde yeni öneri: gemiburnu tip geçirgen bent. *Teknik Dergi*, *33*(6), 12847-12861.

D. Ravazzolo, G. Spreitzer and H. Friedrich. (2020). 'Flume experiments on the geomorphic effects of large wood in gravel-bed rivers'. River Flow 2020 – Uijttewaal et al (eds) © 2020 Taylor & Francis Group, London

De Cicco, P. N., Paris, E., Solari, L., & Ruiz-Villanueva, V. (2020). Bridge pier shape influence on wood accumulation: Outcomes from flume experiments and numerical modelling. *Journal of Flood Risk Management*, *13*(2), e12599.

Kimura, I., & Kitazono, K. (2020). Effects of the driftwood Richardson number and applicability of a 3D–2D model to heavy wood jamming around obstacles. *Environmental Fluid Mechanics*, *20*(3), 503-525.

Lange, D., Bezzola, G.R., 2006. Schwemmholz. Probleme und L¨osungsans¨atze. Laboratory of Hydraulics, Hydrology and Glaciology (VAW), ETHZ, Zürich, Mitteilungen, 188, p. 125 (in German).

Okamoto, T. A., Tanaka, K., Matsumoto, K., & Someya, T. (2021). Influence of velocity field on driftwood accumulation at a bridge with a single pier. *Environmental Fluid Mechanics*, *21*(3), 693-711.

Okamoto, T., Takebayashi, H., Sanjou, M., Suzuki, R., Toda, K., 2020. Log jam formation at bridges and the effect on floodplain flow: a flume experiment. J. Flood Risk Manag. 13 (S1), e12562 https://doi.org/10.1111/jfr3.12562.

Panici, D., Kripakaran, P., 2021. Trapping large wood debris in rivers: experimental study of novel debris retention system. J. Hydraul. Eng. 147 (3), 04020101. https:// doi.org/10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0001859.

Ruiz-Villanueva, V., Blad´e Castellet, E., Díez-Herrero, A., Bodoque, J.M., S´anchez- Juny, M., 2014a. Two-dimensional modelling of large wood transport during flash floods. Earth Surf. Process. Landf. 39 (4), 438–449. https://doi.org/10.1002/ esp.3456.

Ruiz-Villanueva, V., Díez-Herrero, A., Ballesteros, J.A., Bodoque, J.M., 2014b. Potential large woody debris recruitment due to landslides, bank erosion and floods in mountain basins: a quantitative estimation approach. River Res. Appl. 30 (1), 81–97. https://doi.org/10.1002/rra.2614.

Ruiz-Villanueva, V., Mazzorana, B., Blad´e, E., Bürkli, L., Iribarren-Anacona, P., Mao, L., Nakamura, F., Ravazzolo, D., Rickenmann, D., Sanz-Ramos, M., Stoffel, M., Wohl, E., 2019. Characterization of wood-laden flows in rivers. Earth Surf. Process. Landf. 44 (9), 1694–1709. https://doi.org/10.1002/esp.4603.

Ruiz-Villanueva, V., Pi´egay, H., Gurnell, A.M., Marston, R.A., Stoffel, M., 2016. Recent advances quantifying the large wood dynamics in river basins: New methods and remaining challenges. Rev. Geophys. 54 (3), 611–652. https://doi.org/10.1002/ 2015rg000514.

Schalko, I. (2020). Wood retention at inclined racks: Effects on flow and local bedload processes. *Earth Surface Processes and Landforms*, *45*(9), 2036-2047.

Schalko, I., Lageder, C., Schmocker, L., Weitbrecht, V., & Boes, R. M. (2019a). Laboratory flume experiments on the formation of spanwise large wood accumulations: I. Effect on backwater rise. Water Resources Research, 55, 4854–4870. https://doi.org/10.1029/2018WR024649

Schalko, I., Lageder, C., Schmocker, L., Weitbrecht, V., Boes, R.M., 2019b. Laboratory Flume experiments on the Formation of Spanwise large Wood Accumulations: Part II—Effect on local scour. Water Resour. Res. 55 (6), 4871–4885. https://doi.org/ 10.1029/2019WR024789.

Schalko, I., Schmocker, L., Weitbrecht, V., Boes, R.M., 2020a. Laboratory study on wood accumulation probability at bridge piers. J. Hydraul. Res. 58 (4), 566–581. https:// doi.org/10.1080/00221686.2019.1625820.

Schalko, I., Schmocker, L., Weitbrecht, V., Boes, R.M., (2020b). Risk reduction measures of large wood accumulations at bridges. Environ. Fluid Mech. 20 (3), 485–502. https:// doi.org/10.1007/s10652-019-09719-4.

Schmocker, L., & Weitbrecht, V. (2013). Driftwood: Risk analysis and engineering measures. *Journal of Hydraulic Engineering*, *139*(7), 683-695.

Spreitzer, G., Friedrich, H., & Tunnicliffe, J. (2018). Effects of a large woody debris accumulation on channel-bed morphology during flood events. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 40, p. 02024). EDP Sciences.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Video-Based Detection and Tracking of Floating Woody Debris in Open-Channel Flow Using YOLO and Kalman Filter

Assoc. Prof. Dr., Enes Gül
İnönü University
enes.gul@inonu.edu.tr - 0000-0002-5562-2697

Prof. Dr., Ömerul Faruk Dursun
İnönü University
faruk.dursun@inonu.edu.tr - 0000-0003-3923-5205

Dr., İsa Cici
İnönü University
isa.02.insaat44@gmail.com- 0000-0002-5501-3509

ABSTRACT

Floating logs cause significant problems during floods. Investigating such floating logs and quantifying floating objects at a laboratory scale is a highly difficult problem. This study presents a video-based detection and tracking framework for floating woody solid objects in open-channel hydraulic experiments conducted at the İnönü University Hydraulics Laboratory. Measurements relying on manual counting and frame-by-frame inspection lose their reliability under conditions of overlapping, clustering, reflections, and rapid flow movement. This problem is hydraulically significant because floating objects directly affect discharge capacity, clogging risk, transport, and the interpretation of debris movement in channels and hydraulic structures. The experimental setup consisted of a 10 m long and 1.2 m wide laboratory flume monitored by a GoPro camera. In the test program, 100 and 180 woody elements were released onto the water surface under flow rates of 20, 40, 60, and 80 L/s. A YOLO model, trained using images extracted from video frames, detected the floating objects in the video frames. The detection stage was combined with Kalman filter-based multiple object tracking. Class and area filtering, IoU and center distance matching, limited backward movement control, virtual line crossing analysis, and trajectory recording were applied for each object. The results provided persistent trajectories, center coordinates, bounding box areas, and velocity estimates, along with video tracking line crossing events, in the 100-object runs analyzed at 20 and 40 L/s. The streamwise Kalman velocity increased from approximately 5.6 to 6.6 px/frame at 20 L/s to approximately 7.8 to 8.7 px/frame at 40 L/s, while the magnitude of lateral movement remained below 0.9 px/frame. The average transit interval between the two virtual lines decreased from approximately 300 frames at 20 L/s to approximately 226 frames at 40 L/s. These results demonstrate that video tracking provides an objective and non-intrusive baseline for quantifying the transport of floating solids and improving the hydraulic interpretation of laboratory debris experiments.

Keywords: Floating logs, Video-based detection, Woody tracking analysis.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

1. INTRODUCTION

Large wood (LW) is a natural part of river systems. It changes flow resistance, sediment storage, channel form, and habitat quality. For this reason, river science does not treat wood only as waste that should be removed. At the same time, floods can mobilize LW and turn it into a hydraulic hazard, especially at bridges, culverts, and other narrow sections, where floating pieces may reduce the effective opening, increase upstream water level, and intensify local scour (Ruiz et. al., 2016; Cicco et. al, 2018). The movement of LW during floods is controlled by a chain of linked processes: recruitment, entrainment, transport, temporary storage, remobilization, and jam formation. These processes depend on discharge, channel geometry, piece size, density, and the presence of obstacles. Earlier studies showed that wood starts to move only when hydraulic forces exceed resisting forces, and flume experiments confirmed that transport distance and deposition pattern change with local flow conditions and channel form (Bocchiola et. al., 2008; Comiti and Rickenmann, 2016).

Direct observation of floating wood during real floods is still rare because such events are short, unsafe, and visually complex. For this reason, time-lapse photography, ground cameras, and video monitoring have become important tools for measuring wood flux and passage time. These methods provide rich temporal information, but manual frame-by-frame analysis is slow and may produce observer bias. Recent studies showed that automated image analysis and deep learning can reduce this burden and improve the consistency of floating-wood measurements (Kramer and Wohl, 2014).

Image-based methods already have a strong place in hydraulics. Techniques such as large-scale particle image velocimetry and space-time image velocimetry showed that video can estimate surface flow without direct contact, even under difficult conditions. For floating wood, however, the task is different: the goal is not only to read flow texture, but also to detect each object and follow it through time. This moves the problem from classical image velocimetry toward object detection and multi-object tracking. In this area, recursive state estimation and deep learning offer a practical basis for linking detections across frames and dealing with changes in scale, reflection, and partial occlusion (Muste and Hauet, 2008).

Despite this progress, a clear gap remains between field-oriented wood monitoring and dense tracking of many floating elements in controlled flume experiments. Laboratory studies already showed that wood accumulation near bridge piers depends on flow conditions, pier geometry, and wood properties, yet fast and repeatable measurement of passage, path, and speed is still difficult when pieces overlap, rotate, and cluster. The present study develops a video-based framework for open-channel experiments that combines automatic detection with continuous tracking to obtain trajectories, passage counts, and velocity estimates. The main aim is to build a simple and repeatable measurement strategy that supports hydraulic interpretation of floating-wood transport near structures and reduces the limits of manual counting.

2. METHODOLOGY

The present study addresses in a controlled hydraulic setting and extends the recent video-monitoring literature toward laboratory quantification of floating-wood transport near a spur dike. The experiments were conducted in the Hydraulic Laboratory of Inonu University in an open-channel flume 10 m in length and 1.2 m in width, where the free-surface motion in the spur-dike zone was recorded by a fixed GoPro camera. The experimental matrix included two release conditions, 100 and 180 floating woody elements, and four discharge conditions, 20,

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

40, 60, and 80 L/s. Within this setting, the study developed a video-based framework that integrates a custom YOLO detector, with Kalman-filter-based multi-object tracking, class and area filtering, intersection-over-union and centroid-distance gating, limited backward-motion control, and virtual line-crossing analysis (Kalman, 1960). Two image-plane control sections were defined to represent passage before and after the spur-dike region, which allowed the analysis to move from simple object presence toward section-based transport interpretation (Figure 1).

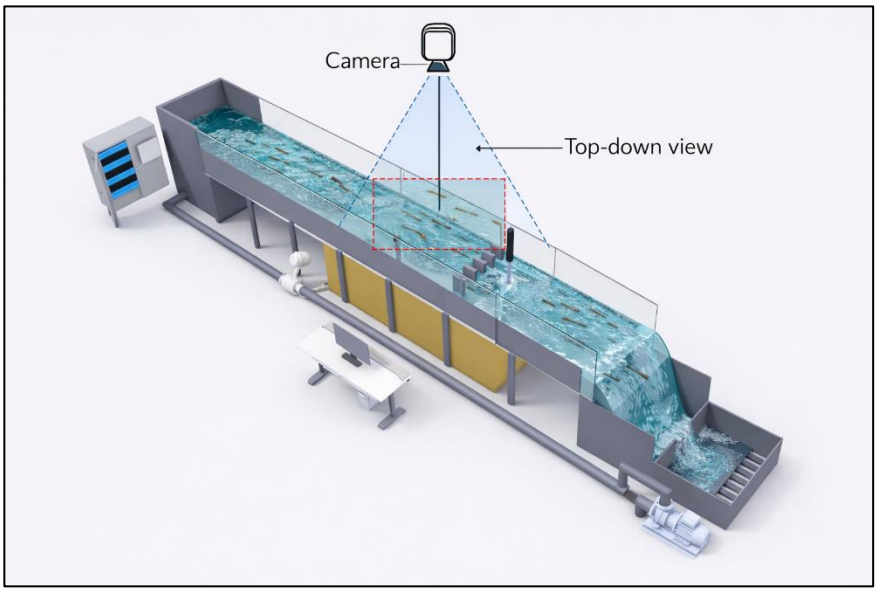


Figure 1. 3d view of the hydraulic test flume

Each frame of the experimental video was processed using a custom YOLO detector loaded from previously trained weights. During inference, a confidence threshold of 0.25 and a non-maximum suppression IoU threshold of 0.60 were applied. To suppress irrelevant detections and image noise, only detections belonging to the target class were retained, and bounding boxes smaller than 600 px² were discarded. After filtering, the remaining detections were represented as axis-aligned bounding boxes in image coordinates and passed to the tracking stage (Liu et al., 2020).

Temporal association of detected objects was performed using a Kalman filter-based multi-object tracker. Each object was represented by a seven-dimensional state vector defined as $[c_x, c_y, s, r, v_x, v_y, v_s]$, where $c_x$and $c_y$denote the bounding-box center coordinates, s is the bounding-box area, r is the aspect ratio, and v_x, v_y, and $v_s$are the frame-wise rates of change of these variables. A constant-velocity motion model was adopted for the center coordinates and area, while the aspect ratio was treated as slowly varying. The measurement vector consisted of $[c_x, c_y, s, r]$. The Kalman filter parameters were tuned to reflect the physical characteristics of floating debris motion. In particular, the centroid position was constrained more strongly than the box area and aspect ratio, allowing the tracker to remain stable in the presence of moderate fluctuations in apparent object shape and scale caused by perspective, partial occlusion, or surface motion. At each frame, all existing tracks were first propagated forward by prediction, and the predicted boxes were then matched with the current detections.

Track-to-detection assignment was performed using the Hungarian algorithm. The association cost was defined as 1-IoU, where IoU denotes the intersection-over-union between predicted

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

and detected bounding boxes. To improve robustness and maintain hydraulic plausibility, three gating conditions were enforced before a match was accepted: (i) the IoU had to exceed 0.30, (ii) the Euclidean distance between the predicted and detected box centers had to remain below 150 pixels, and (iii) the implied backward displacement in the streamwise image direction could not exceed 60 pixels. The backward-motion constraint was introduced because the floating woody elements were expected to move predominantly downstream, with only limited local oscillation.
When a detection could not be matched to an existing track, a new track was initialized. Conversely, unmatched tracks were retained temporarily to prevent premature deletion during short-term missed detections. The maximum allowed track age was defined as 2.0 s and converted internally to a frame-based threshold using the video frame rate. For visualization and reporting, only tracks that had accumulated at least three successful detections and were updated in the current frame were considered active.

To quantify downstream transport, two virtual vertical counting lines were placed at 20% and 80% of the image width. A line-crossing event was recorded when the sign of an object's horizontal position relative to a given line changed between two consecutive updates, indicating that the object had moved from one side of the line to the other. Each tracked object was allowed to contribute only one crossing event per line, preventing double counting due to local oscillations near the line.

For each updated track, the system recorded the frame number, track ID, start frame, object center coordinates, bounding-box coordinates, and bounding-box area. In addition, two motion descriptors were stored. The first was an inter-frame speed estimate computed from the displacement between the last two updated center positions and expressed in pixels per frame. The second consisted of the Kalman-derived velocity components (v_x, v_y, v_s), which describe the streamwise motion, lateral motion, and area-change rate, respectively. In the post-processing stage, the exported trajectory and crossing tables were analyzed to derive track-level and event-level metrics. For each trajectory, the total path length, duration, and mean step length were computed. Detailed trajectory plots were then generated, and the longest tracks were selected for visualization in order to emphasize the most persistent debris motions.

3. RESULTS and DISCUSSION

The tracking frame, which involved the oscillation of 100 and 180 floating woody elements at flow rates of 20, 40, 60 and 80 L/s, produced consistent trajectories over a wide range of transport regimes. In all cases, a clear kinematic behavior emerged, with motion strongly in the flow direction and lateral fluctuations relatively weak. In the 100-element series, the average Kalman velocity in the flow direction increased from 5.61 px/m² at 20 L/s to 7.77, 9.23, and 11.23 px/m² at 40, 60, and 80 L/s, respectively. The corresponding values in the 180-element series were 5.85, 8.06, 9.80, and 10.84 px/m². In contrast, the average absolute lateral velocity remained in the range of 0.65–1.07 px/m² across all runs (Figure 2).

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

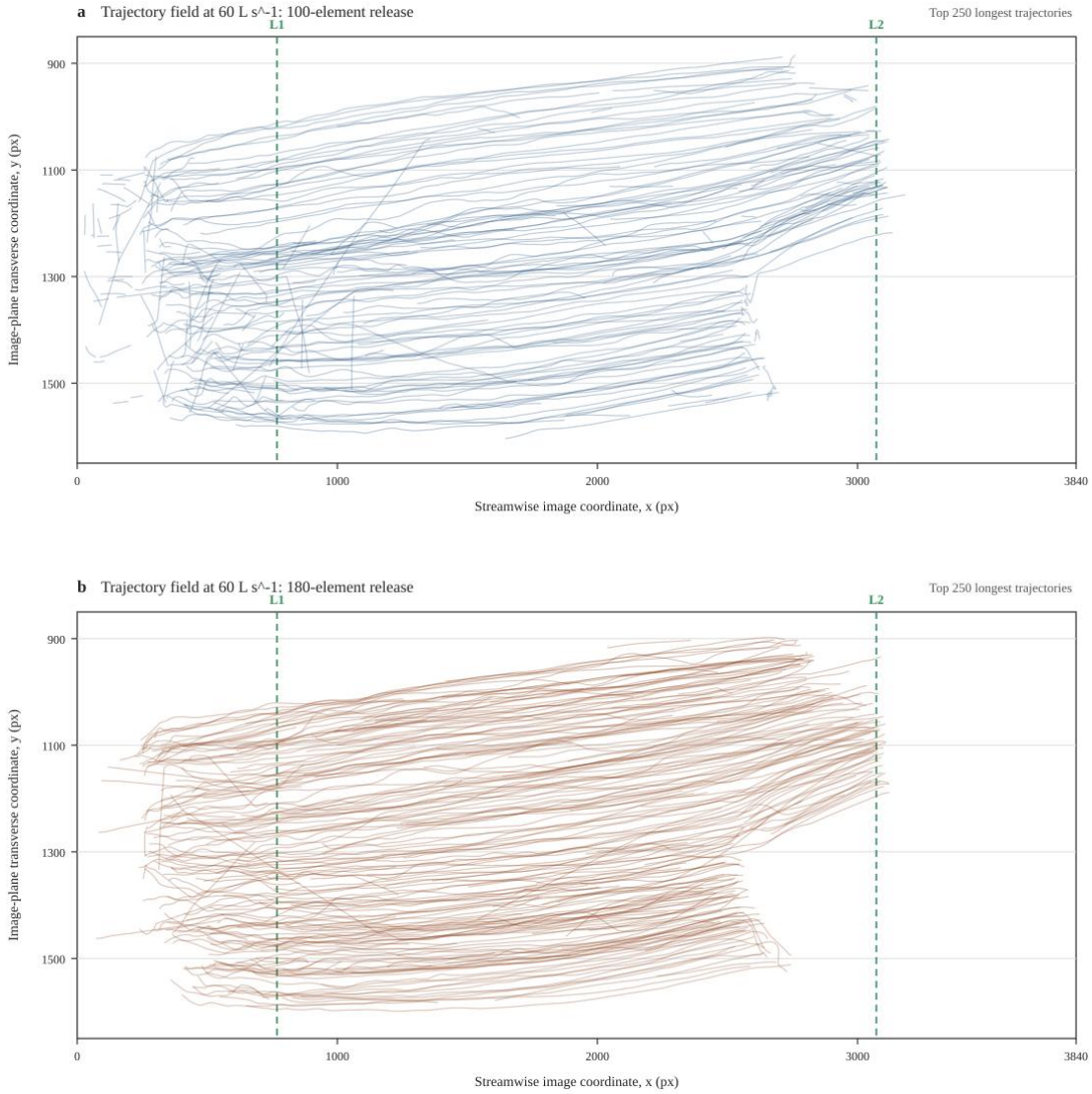


Figure 2. Trajectory changes in experimental configurations of 100 and 180 units at 60 L/s.

The section-based passage analysis strengthens this interpretation. The mean travel time between the two virtual control sections decreased monotonically with discharge for both release conditions. In the 100-element series, the mean transit interval declined from 321.3 frames at 20 L/s to 233.8, 203.9, and 178.4 frames at 40, 60, and 80 L/s, respectively. In the 180-element series, the corresponding values were 322.4, 241.6, 200.3, and 184.5 frames. Expressed as a relative change between the lowest and highest discharge, the mean image-based transit time decreased by 44.5% in the 100-element experiments and by 42.8% in the 180-element experiments. These reductions agree closely with the discharge-driven rise in streamwise velocity (Figure 3).

A second control emerged from the release density. Upstream section crossings were systematically greater in the 180-element series than in the 100-element series, which confirms that denser releases produced a larger tracked population entering the observation reach. Yet this increase did not translate into a proportional increase in downstream crossings under the

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

20 to 60 L/s conditions. When expressed as the ratio of downstream to upstream crossings, the 180-element experiments remained between 0.26 and 0.30 across this discharge range, whereas the 100-element experiments varied between 0.42 and 0.74. At 80 L/s, this asymmetry weakened substantially, with the downstream-to-upstream ratio reaching 0.74 for the 180-element case and 0.96 for the 100-element case. These values suggest that the denser releases promoted stronger short-range interactions among floating elements, including overlap, transient clustering, and local residence within the spur-dike influence zone. In practical tracking terms, these same conditions also increase the likelihood of short track interruptions and local identity fragmentation. Even so, the discharge ranking of the principal kinematic metrics remained unchanged across both release series.

The combined behaviour of the kinematic and passage metrics offers a hydraulically meaningful interpretation of the monitored flows. Discharge acted as the first-order control on downstream transport rate, producing systematic increases in streamwise velocity and equally systematic reductions in section-to-section transit time. Release density introduced a secondary control by modulating how the transported population was organised within the observation window. Under moderate discharges, the denser releases appear to have increased local interaction and delayed through-passage to the downstream section. At the highest discharge, the stronger advection reduced this imbalance and promoted more efficient transfer through the monitored zone. In this sense, the downstream-to-upstream crossing ratio provides a useful proxy for passage efficiency across the structure-affected reach. The contrast between the 100- and 180-element runs also shows that simple object counts alone do not fully describe transport behaviour. Passage timing, directional velocity, and relative transfer between control sections contain additional hydraulic information that becomes essential when floating bodies interact with a local flow structure.

Taken together, these findings show that the proposed YOLO-Kalman framework provides far more than automated object counting. By integrating object detection, multi-object tracking, and virtual section analysis, the method resolves trajectories, crossing events, and directional kinematic descriptors that are directly interpretable in hydraulic terms. Two main conclusions follow from the present dataset. First, discharge exerts a dominant control on the rate of downstream floating-wood transport, as shown by the consistent rise in streamwise velocity and the simultaneous reduction in transit time. Second, release density modifies the organisation of passage, most likely through enhanced overlap, clustering, and short-range interaction among floating elements, without obscuring the primary discharge effect.

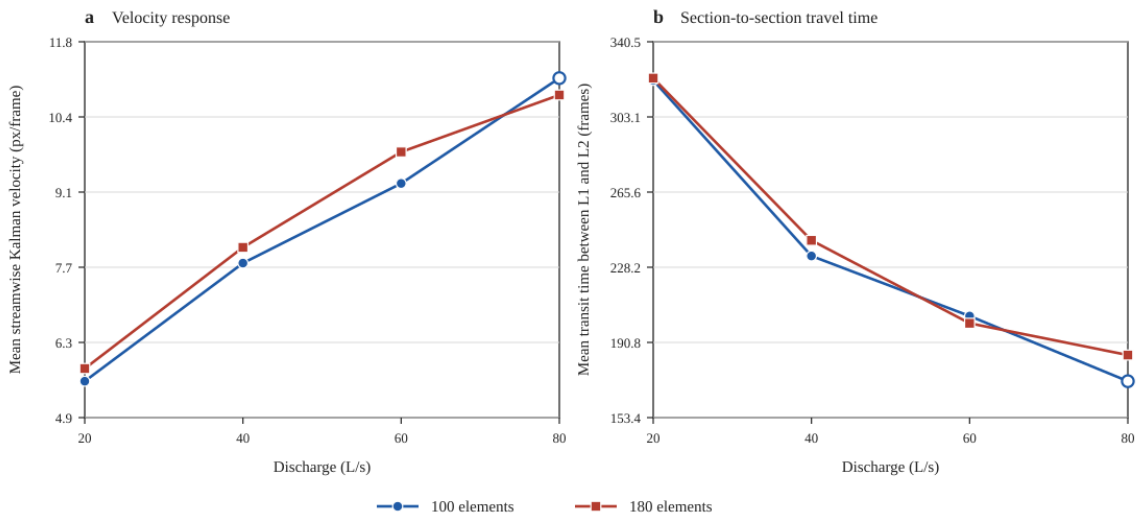


Figure 3. Velocity changes and travel times of floating logs at different flow rates.

4. CONCLUSION

This study presented a video-based framework for the detection and tracking of floating woody debris in open-channel laboratory flow using a custom YOLO detector and Kalman filter-based multi-object tracking. The proposed approach was designed to overcome the limitations of manual counting and frame-by-frame inspection under conditions of overlap, clustering, reflections, and rapid downstream motion. By integrating object detection, trajectory reconstruction, and virtual line-crossing analysis, the method provided a practical and non-intrusive way to quantify floating-debris transport in controlled hydraulic experiments. The results showed that discharge was the dominant control on transport behaviour. As flow rate increased, streamwise image-based velocity increased consistently, while the mean transit time between the two virtual control sections decreased. These trends were observed in both the 100-element and 180-element release conditions, confirming that the framework was able to capture the main hydraulic response of floating debris motion across different transport regimes. In contrast, lateral velocity remained relatively small in all runs, indicating that debris movement was primarily aligned with the main flow direction. The experiments also showed that release density influenced the organization of transport. The denser 180-element runs produced greater short-range interactions, overlap, and temporary clustering, particularly under low and moderate discharges. As a result, the ratio of downstream to upstream crossings remained lower than in the 100-element runs, suggesting reduced passage efficiency through the monitored reach. Nevertheless, the overall ranking of the kinematic metrics remained consistent, indicating that the proposed framework preserved the main transport signal even under visually complex conditions. The YOLO-Kalman tracking system proved to be an effective tool for extracting trajectories, passage counts, and directional motion descriptors from laboratory videos of floating wood. The method offers a reproducible basis for future hydraulic studies on debris transport, passage efficiency, and accumulation near structures. Further work may extend the approach through physical calibration of image-based velocities, improved handling of dense occlusion, and application to more complex laboratory and field-scale flow conditions.

Acknowledgements

We would like to thank TÜBİTAK for supporting this study with project code number 124M033.

REFERENCES

Ruiz-Villanueva, V., Piégay, H., Gurnell, A. M., Marston, R. A., & Stoffel, M. (2016). Recent advances quantifying the large wood dynamics in river basins: New methods and remaining challenges. Reviews of Geophysics, 54(3), 611-652.

De Cicco, P. N., Paris, E., Ruiz-Villanueva, V., Solari, L., & Stoffel, M. (2018). In-channel wood-related hazards at bridges: A review. River Research and Applications, 34(7), 617-628.

Bocchiola, D., Rulli, M. C., & Rosso, R. (2008). A flume experiment on the formation of wood jams in rivers. *Water Resources Research*, *44*(2).

Comiti, F., Lucía, A., & Rickenmann, D. (2016). Large wood recruitment and transport during large floods: A review. *Geomorphology*, *269*, 23-39.

Kramer, N., & Wohl, E. (2014). Estimating fluvial wood discharge using time-lapse photography with varying sampling intervals. *Earth Surface Processes and Landforms*, *39*(6), 844-852.

Kalman, R. E. (1960). A new approach to linear filtering and prediction problems.

Liu, L., Ouyang, W., Wang, X., Fieguth, P., Chen, J., Liu, X., & Pietikäinen, M. (2020). Deep learning for generic object detection: A survey. *International journal of computer vision*, *128*(2), 261-318.

Muste, M., Fujita, I., & Hauet, A. (2008). Large-scale particle image velocimetry for measurements in riverine environments. *Water resources research*, *44*(4).

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

FOTOVOLTAİK GÜNEŞ PANELİ ATIKLARININ ÇİMENTO HARÇLARINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR GERİ DÖNÜŞÜMÜ: MEKANİK VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİN DENEYSEL İNCELENMESİ

Dr. Sevcan BARLAS ÖZGÜVEN

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği

sbarlas@aku.edu.tr - 0000-0002-1242-5642

ÖZET

Güneş enerjisi teknolojilerinin yaygınlaşmasıyla birlikte kullanım ömrünü tamamlamış veya üretim sırasında kırılmış güneş panellerinin oluşturduğu atık miktarı giderek artmaktadır. Bu atıkların çevresel etkilerinin azaltılması ve sürdürülebilir malzeme yönetiminin sağlanması amacıyla farklı geri dönüşüm yöntemleri üzerinde çalışmalar yürütülmektedir. Bu çalışmada, öğütülmüş güneş paneli kırıklarının çimento harcı içerisinde kullanılması ve harcın mekanik ve fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Deneysel çalışmada, farklı oranlarda (%0, %1, %3 ve %5) fotovoltaik panel camı tozu çimento harcı karışımlarına ilave edilmiştir. Üretilen harç numuneleri üzerinde basınç dayanımı, eğilme dayanımı, yoğunluk ve su emme testleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, düşük oranlı katkı kullanımı (%1) basınç ve eğilme dayanımını olumlu yönde etkilerken, katkı oranının artmasıyla birlikte mekanik özelliklerde azalma eğilimi gözlenmiştir. Su emme değerleri düşük katkı oranlarında azalırken yüksek oranlarda artış göstermiştir. Bu bulgular, güneş paneli atıklarının uygun oranlarda kullanılması durumunda çimento esaslı harçlarda değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler : Fotovoltaik panel atığı, çimento harcı, geri dönüşüm, sürdürülebilir yapı malzemeleri, mekanik özellikler, fiziksel özellikler.

SUSTAINABLE RECYCLING OF PHOTOVOLTAIC SOLAR PANEL WASTE IN CEMENT MORTARS: EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF MECHANICAL AND PHYSICAL PROPERTIES

ABSTRACT

With the increasing prevalence of solar energy technologies, the amount of waste generated from solar panels that have reached the end of their lifespan or have been broken during production is steadily rising. Studies are being conducted on different recycling methods in order to reduce the environmental impact of these wastes and to ensure sustainable material management. This study aimed to investigate the use of crushed solar panel fragments in cement mortar and their effects on the mechanical and physical properties of the mortar. In the experimental study, photovoltaic panel glass powder was added to cement mortar mixtures at different ratios (0%, 1%, 3%, and 5%). Compressive strength, flexural strength, density, and water absorption tests were performed on the produced mortar samples. According to the results

obtained, the use of a low percentage of admixture (1%) positively affects compressive and flexural strength, while a tendency to decrease in mechanical properties was observed with increasing admixture percentage Water absorption values decreased at low additive ratios while increasing at high ratios. These findings indicate that solar panel waste can be utilized in cement-based mortars if used in appropriate proportions.

Keywords : Photovoltaic panel waste, cement mortar, recycling, sustainable construction materials, mechanical properties, physical properties.

1. GİRİŞ

Son yıllarda yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte güneş enerjisi sistemlerinin kullanımı dünya genelinde hızlı bir artış göstermiştir. Özellikle fotovoltaik güneş panellerinin üretimi ve kurulumu son on yılda önemli ölçüde yükselmiş olup, bu durum gelecekte oluşacak güneş paneli atıklarının miktarının da artacağına işaret etmektedir. Güneş panellerinin kullanım ömrünün genellikle 25-30 yıl arasında olduğu ve bu sürenin sonunda önemli miktarda panel atığının oluşacağı öngörülmektedir (IRENA, 2016). Bu nedenle güneş paneli atıklarının çevresel açıdan uygun yöntemlerle geri kazanılması ve değerlendirilmesi önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir.

Fotovoltaik güneş panelleri büyük oranda cam, silisyum ve çeşitli metal bileşenlerden oluşmaktadır. Panel bileşiminin yaklaşık %70-75'inin cam olduğu belirtilmektedir ve bu durum panel atıklarının geri kazanımında cam esaslı geri dönüşüm yöntemlerinin uygulanabileceğini göstermektedir (Cucchiella vd., 2015). Güneş paneli atıklarının geri kazanımı yalnızca çevresel etkilerin azaltılması açısından değil, aynı zamanda değerli malzemelerin yeniden kullanılması açısından da önemli avantajlar sunmaktadır.

İnşaat sektörü ise dünya genelinde en fazla doğal kaynak tüketen sektörlerden biri olup, sürdürülebilir malzeme kullanımının geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda son yıllarda farklı endüstriyel atıkların beton ve çimento esaslı malzemelerde kullanımı üzerine çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir. Özellikle cam atıkları, seramik atıkları ve geri dönüştürülmüş beton agregalarının çimento esaslı kompozitlerde kullanılması hem çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamakta hem de doğal agregalara alternatif oluşturabilmektedir (Tam vd., 2018).

Cam esaslı atıkların beton ve harç karışımlarında kullanılmasının mekanik özellikler, dayanıklılık ve mikro yapı üzerinde çeşitli etkileri olduğu literatürde belirtilmiştir. Öğütülmüş cam atıklarının ince agrega veya mineral katkı olarak kullanılması durumunda uygun oranlarda mekanik özelliklerin korunabildiği veya bazı durumlarda iyileştirilebildiği rapor edilmiştir (Shi ve Zheng, 2007; Du ve Tan, 2014). Bununla birlikte cam esaslı atıkların çimento hidratasyonuna ve mikro yapıya etkilerinin katkı oranına ve tane boyutuna bağlı olarak değiştiği ifade edilmektedir.

Buna karşın güneş paneli kırıklarının çimento esaslı malzemelerde kullanımı üzerine yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Güneş paneli kırıkları yüksek cam içeriğine sahip olduğundan uygun şekilde öğütülerek harç karışımlarında ince agrega veya katkı malzemesi olarak kullanılma potansiyeline sahiptir. Bu yaklaşım hem güneş paneli atıklarının geri kazanımına katkı sağlayabilir hem de doğal agrega tüketiminin azaltılmasına yardımcı olabilir.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Bu çalışmada, öğütülmüş güneş paneli kırıklarının çimento harcı karışımlarında kullanılması ve farklı katkı oranlarının harcın mekanik ve fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda farklı oranlarda güneş paneli kırıkları içeren harç numuneleri hazırlanmış ve basınç dayanımı, eğilme dayanımı, yoğunluk ve su emme gibi temel özellikler deneysel olarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın, güneş paneli atıklarının yapı malzemelerinde geri dönüşüm potansiyelinin ortaya konulmasına katkı sağlaması hedeflenmektedir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Kullanılan Malzemeler

Deneysel çalışmalar, çimento esaslı harçlar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bağlayıcı olarak TS EN 197-1 standardına uygun CEM I 42.5 Portland çimentosu kullanılmıştır. Çimentonun özgül yüzey alanı 3320 cm^2/g ve özgül ağırlığı 3.1 g/cm^3'tür. Çimentonun kimyasal özellikleri Çizelge 1'de sunulmuştur. Harç üretimlerinde ince agrega olarak 0.5-400 µm aralığında silis kumu kullanılmış olup, kumun özgül ağırlığı 2.64 g/cm^3'tür. Harcın hazırlanmasında şehir şebeke suyu kullanılmıştır.

Atık fotovoltaik güneş paneli camları, kullanım dışı kalmış panellerden temin edilmiştir. Paneller mekanik olarak parçalanmış ve cam tabakaları diğer bileşenlerden (polimer tabaka, metal iletkenler ve arka koruyucu) ayrılmıştır. Elde edilen cam parçaları, laboratuvar ortamında çeneli kırıcı ve öğütücü kullanılarak 0-300 µm aralığında tane boyutuna getirilmiştir. Öğütülen malzemeler, deneylerde kullanılmadan önce 105±2 °C sıcaklıkta etüvde sabit kütleye ulaşana kadar kurutulmuş ve nemden korunacak şekilde muhafaza edilmiştir.

Çizelge 1. Portland Çimentosu Özelikleri

Kimyasal Analiz (%)	Portland Çimentosu
CaO	63.56
SiO_2	19.3
Al_2O_3	5.57
Fe_2O_3	3.46
MgO	0.86
SO_3	2.96
K_2O	0.8
Na_2O	0.13
Kızdırma kaybı	1.15
Özgül ağırlık	3.07
İncelik(Blaine) (cm^2/g)	3212

2.2. Karışımların Hazırlanması ve Deneyler

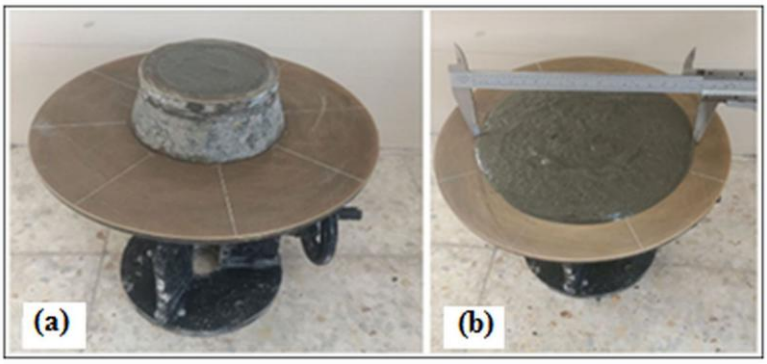
Deneysel çalışmada, fotovoltaik panel camı katkısının çimento harcı üzerindeki etkisini incelemek amacıyla dört farklı harç karışımı hazırlanmıştır. Kontrol karışımda herhangi bir

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

katkı malzemesi kullanılmazken, diğer üç karışımda fotovoltaik panel camı çimento ağırlığının %1, %3 ve %5'i oranında ikame edilmiştir. Tüm karışımlarda çimento ve silis kumu miktarları sabit tutulmuş ve su/çimento oranı 0.50 olarak belirlenmiştir.

Harçların hazırlanmasında, önce kuru malzemeler (çimento, silis kumu ve fotovoltaik panel camı) laboratuvar tipi harç karıştırıcısında homojen bir karışım elde edilecek şekilde 2-3 dakika boyunca karıştırılmıştır. Daha sonra karışıma gerekli miktarda su ilave edilmiş ve harç 3-4 dakika boyunca iyice yoğrulmuştur.

Çimento hamuruna farklı oranlarda fotovoltaik panel camı ilave edilerek elde edilen harçların yayılma özelikleri her bir değişen katkı oranı için yayılma tablası üzerinde tablanın bir bölümü olan mini koni içerisine yerleştirilerek yapılmıştır. Koni yukarı doğru çekildikten sonra, tablanın altındaki kol vasıtası ile 15 vuruş yaptırılarak harca darbe uygulanmış ve bu sarsıntıyla tabla üzerinde yayılması sağlanmıştır (Görsel 1.a ve b).



Görsel 1.(a) Mini Abrams konisi (b) Yayılma değerlerinin ölçülmesi

Hazırlanan harç, 40×40×160 mm boyutlarında standart kalıplara yerleştirilmiş ve hava boşluklarının giderilmesi için vibrasyon uygulanmıştır. Numuneler, 24 saat boyunca kalıplarda bekletildikten sonra çıkarılmış ve kür süresince %95 nem ve 20±2 °C ortam koşullarında muhafaza edilmiştir.

Hazırlanan harç numuneleri üzerinde mekanik ve fiziksel özelliklerin belirlenmesi amacıyla çeşitli deneyler gerçekleştirilmiştir. Mekanik özelliklerin değerlendirilmesi için 28 günlük süre sonunda basınç dayanımı ve eğilme dayanımı testleri uygulanmıştır. Fiziksel özelliklerin belirlenmesi amacıyla ise yoğunluk ve su emme kapasitesi ölçümleri yapılmıştır. Grafiklerde fotovoltaik panel camı içeren karışımlar FPC ile gösterilmiştir.

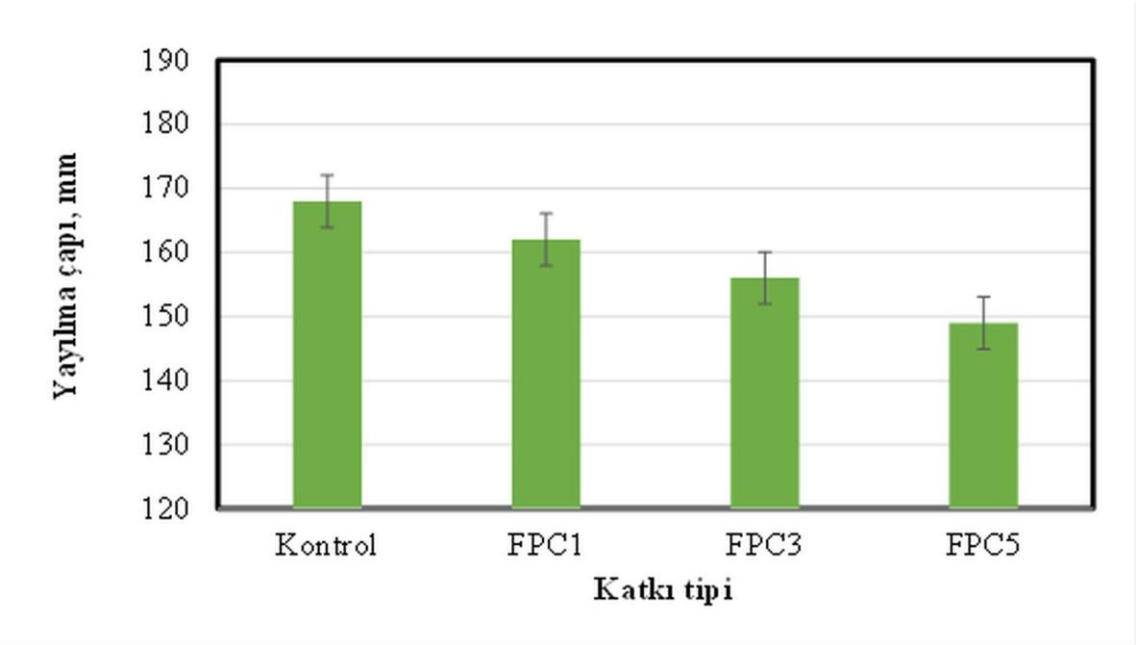
3.BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Yayılma

Şekil 2'de FPC katkılı çimento esaslı harçların yayılma çapı sonuçları verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kontrol numunesinin yayılma çapı yaklaşık 168 mm olarak belirlenirken, fotovoltaik panel camı katkısının artmasıyla birlikte yayılma çapı değerlerinde kademeli bir

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

azalma meydana gelmiştir. Buna göre %1 katkı içeren FPC1 karışımında 162 mm, %3 katkı içeren FPC3 karışımında 156 mm ve %5 katkı içeren FPC5 karışımında ise 149 mm yayılma çapı ölçülmüştür. Yayılma çapındaki bu azalma, fotovoltaik panel camı partiküllerinin ince tane boyutuna ve yüksek özgül yüzey alanına sahip olmasından kaynaklanmakta olup, karışım içerisindeki su ihtiyacını artırarak harcın işlenebilirliğini bir miktar azaltmıştır. Bununla birlikte elde edilen değerler tüm karışımlar için kabul edilebilir işlenebilirlik sınırları içerisinde kalmıştır.

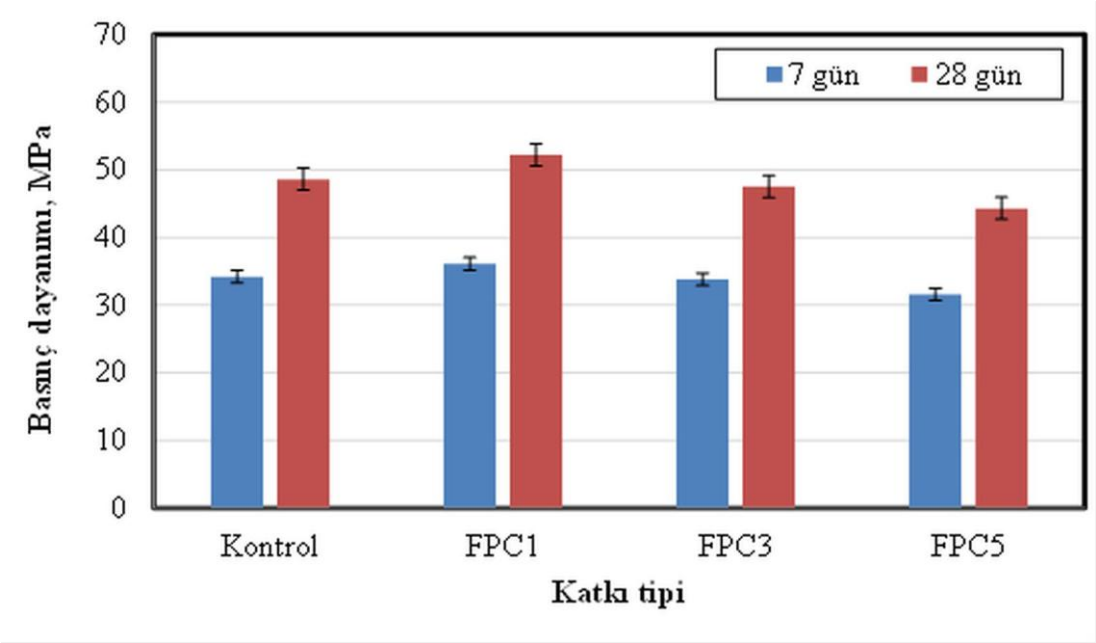


Görsel 2. FPC katkılı çimento esaslı harçların yayılma çapları

3.2. Basınç ve Eğilme Dayanımı

Fotovoltaik panel camı katkısı içeren çimento esaslı harç numunelerinin 7 ve 28 günlük basınç dayanımı sonuçları Görsel 3'te verilmiştir. Elde edilen bulgular, düşük oranlarda kullanılan fotovoltaik panel camı katkısının harçların basınç dayanımını olumlu yönde etkileyebildiğini göstermektedir. Özellikle %1 katkı oranında kontrol numunesine kıyasla daha yüksek dayanım değerleri elde edilirken, katkı oranının artmasıyla birlikte dayanım değerlerinde kademeli bir azalma eğilimi gözlenmiştir. Bununla birlikte tüm karışımlarda 28 günlük dayanım değerlerinin 7 günlük değerlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum, katkı oranının harçların mekanik performansı üzerinde belirli bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır.

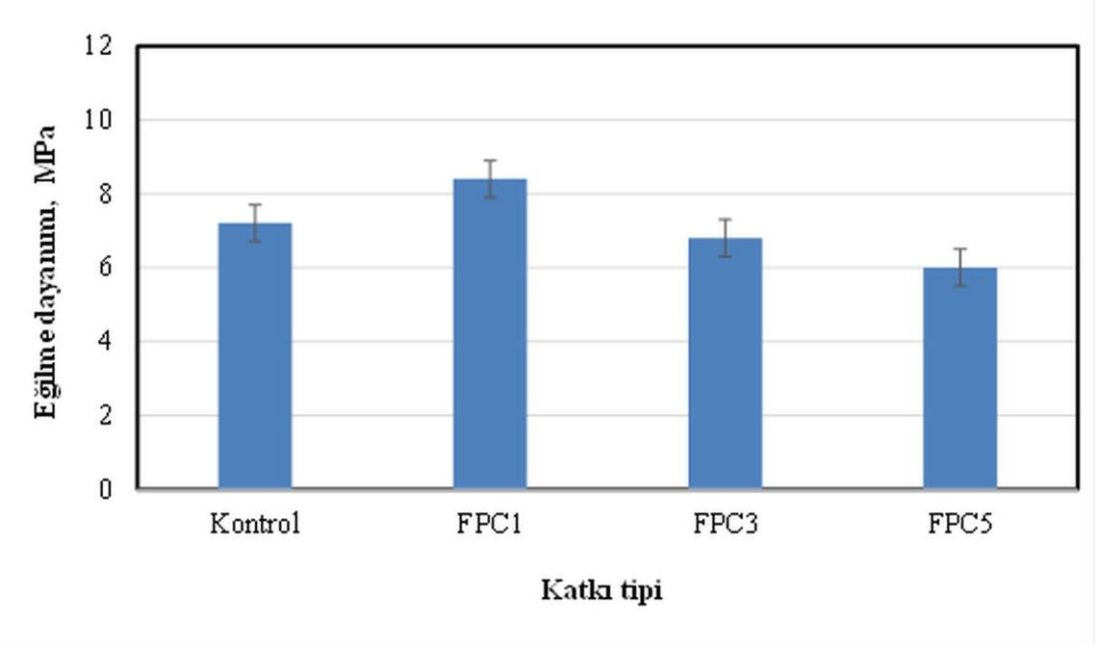
ISBN NR: 978-625-5694-93-5



Görsel 3. FPC katkılı çimento esaslı harçların basınç dayanımı değerleri

Görsel 4'te fotovoltaik panel camı katkısı içeren harç numunelerinin 28 günlük eğilme dayanımı sonuçları gösterilmektedir. Elde edilen bulgular incelendiğinde, düşük oranda kullanılan fotovoltaik panel camı katkısının eğilme dayanımını olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Özellikle %1 katkı oranına sahip karışımda kontrol numunesine kıyasla daha yüksek eğilme dayanımı elde edilmiştir. Bununla birlikte katkı oranının artmasıyla birlikte eğilme dayanımı değerlerinde azalma eğilimi gözlenmiştir. Bu durum, yüksek oranlarda kullanılan cam partiküllerinin çimento matrisi ile olan aderansının azalması ve matris içerisinde daha düzensiz bir yapı oluşması ile ilişkilendirilebilir. Genel olarak değerlendirildiğinde, fotovoltaik panel camı katkısının düşük oranlarda kullanılması harçların eğilme dayanımını artırabilirken, yüksek katkı oranlarında mekanik performans üzerinde olumsuz etkiler ortaya çıkabilmektedir.

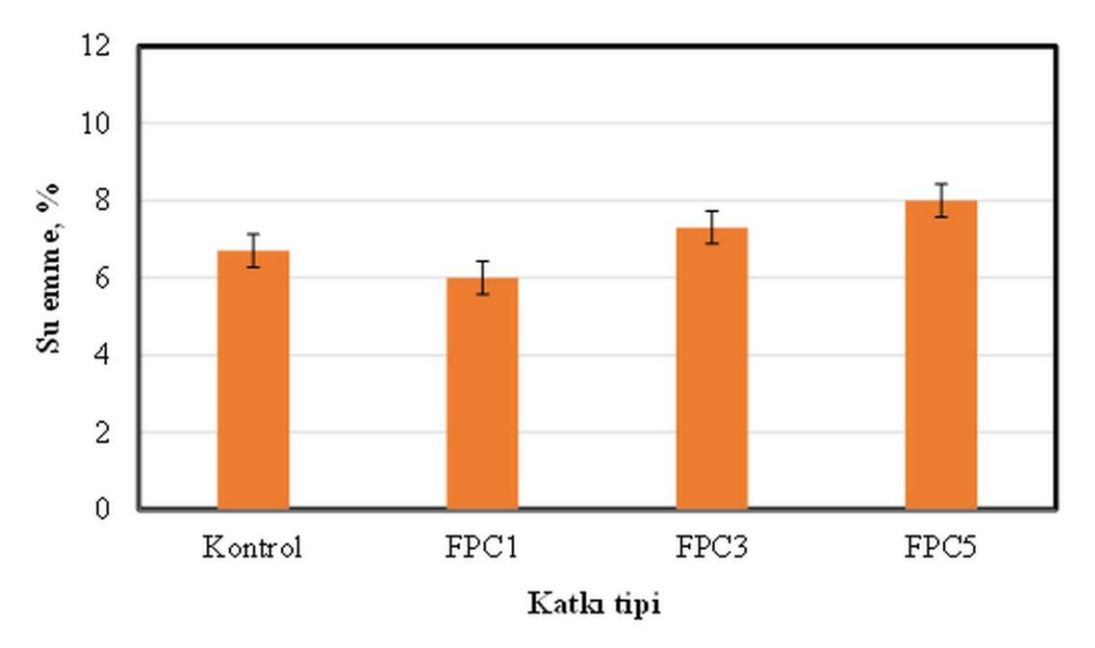
ISBN NR: 978-625-5694-93-5



Görsel 4. FPC katkılı çimento esaslı harçların eğilme dayanımı değerleri

3.3. Su Emme

FPC katkısı içeren harç numunelerinin su emme oranları Görsel 5'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlar, düşük katkı oranlarında su emme değerlerinde sınırlı bir azalma meydana geldiğini, ancak katkı oranının artmasıyla birlikte su emme oranının belirgin şekilde yükseldiğini göstermektedir. Özellikle yüksek katkı oranlarında gözlenen bu artış, harç yapısında gözenekliliğin arttığını işaret etmektedir. Buna karşılık düşük oranlı katkı kullanımı, ince partiküllerin dolgu etkisi sayesinde daha kompakt bir yapı oluşmasına katkı sağlamaktadır.



Görsel 5. FBC katkılı çimento esaslı harçların su emme değerleri

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

4.SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma kapsamında, öğütülmüş fotovoltaik panel camı atığının çimento esaslı harçların taze ve sertleşmiş hal özellikleri üzerindeki etkisi araştırılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

• FPC katkı oranının artmasıyla birlikte harçların yayılma çapı değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Bu durum, ince cam partiküllerinin yüksek özgül yüzey alanına bağlı olarak karışımın su ihtiyacını artırması ile ilişkilendirilmektedir.

• Basınç dayanımı sonuçları incelendiğinde, düşük oranlı katkı kullanımının dayanımı olumlu yönde etkileyebildiği, ancak katkı oranının artmasıyla birlikte dayanım değerlerinde azalma eğilimi oluştuğu belirlenmiştir. Eğilme dayanımı sonuçları da basınç dayanımı ile benzer bir davranış göstermiş, düşük katkı oranlarında iyileşme gözlenirken yüksek oranlarda dayanım değerlerinde düşüş meydana gelmiştir.

• Su emme deney sonuçlarına göre, düşük katkı oranlarında daha kompakt bir yapı oluşurken, yüksek katkı oranlarında gözenekliliğin artmasına bağlı olarak su emme oranlarında artış gözlenmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, fotovoltaik panel camı atıklarının uygun oranlarda kullanılması durumunda çimento esaslı harçların bazı özelliklerini iyileştirebildiği ve bu tür atıkların yapı malzemelerinde değerlendirilmesinin sürdürülebilirlik açısından önemli bir potansiyele sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAKÇA

Cucchiella, F., D'Adamo, I., Rosa, P. (2015). End-of-life of used photovoltaic modules: A financial analysis. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 47, 552–561.

Du, H., Tan, K. H. (2014). Waste glass powder as cement replacement in concrete. Journal of Advanced Concrete Technology, 12(11), 468–477.

IRENA. (2016). End-of-life management: Solar photovoltaic panels. International Renewable Energy Agency.

Tam, V. W. Y., Soomro, M., Evangelista, A. C. J. (2018). A review of recycled aggregate in concrete applications. Journal of Cleaner Production, 172, 272–292.

Shi, C., Zheng, K. (2007). A review on the use of waste glasses in the production of cement and concrete. Resources, Conservation and Recycling, 52(2), 234–247.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

DEPREM YER HAREKETİ GELİŞ AÇISININ ÇELİK ÇERÇEVELER ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Hakan ERKEK
Osmaniye Korkut Ata University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Civil Engineering, Karacaoglan Campus, 80000, Osmaniye, Türkiye
hakanerkek@osmaniye.edu.tr - 0000-0001-6008-9586

ÖZET

Deprem yer hareketlerinin yapılar üzerindeki etkisi, yalnızca büyüklük ve frekans içeriğine değil, aynı zamanda yer hareketinin geliş açısına da bağlıdır. Geleneksel sismik analizlerde deprem etkilerinin yapı asal eksenleri doğrultusunda etki ettiği varsayılmakta, ancak gerçek deprem kayıtlarında bu varsayım çoğu zaman sağlanmamaktadır. Bu çalışmada, iki doğrultulu deprem etkisi altında deprem geliş açısının (angle of incidence) yapı davranışı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, 4 katlı ve 3 açıklıklı bir çelik çerçeve yapı modeli oluşturulmuş ve doğrusal olmayan zaman tanım alanında analizler gerçekleştirilmiştir. Analizlerde farklı özelliklere sahip 5 adet deprem yer hareketi kullanılmış ve her bir kayıt yapıya 0°–180° aralığında 15°'lik artışlarla farklı geliş açıları altında uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, deprem geliş açısının yapısal talep parametreleri üzerinde önemli etkileri olduğunu ve bazı kritik açılarda maksimum kat ötelemesi, iç kuvvet ve şekil değiştirmelerin meydana geldiğini göstermektedir. Ayrıca, tek doğrultulu analizlerin bazı durumlarda yapısal talepleri önemli ölçüde küçümsediği belirlenmiştir. Bu bulgular, deprem yönlülüğünün sismik performans değerlendirmelerinde dikkate alınmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yönlendirme açısı, Zaman tanım alanında analiz, Yapısal tepki, Çelik çerçeve yapılar.

Effect of Ground Motion Incidence Angle on Steel Frames

Summary

The effect of earthquake ground motions on structures depends not only on their magnitude and frequency content, but also on the angle of incidence of the ground motion. In conventional seismic analyses, it is generally assumed that earthquake effects act along the principal axes of the structure; however, this assumption is often not satisfied in real earthquake records. In this study, the effect of the ground motion incidence angle on structural behavior under bidirectional seismic excitation is investigated. For this purpose, a 4-story, 3-bay steel frame structure is modeled, and nonlinear time history analyses are performed. A total of five earthquake ground motion records with different characteristics are used in the analyses, and each record is applied to the structure at different incidence angles ranging from 0° to 180° with increments of 15°. The results indicate that the incidence angle has a significant influence on structural demand parameters, and that maximum interstory drift, internal forces, and deformations occur at

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

certain critical angles. Furthermore, it is observed that unidirectional analyses may significantly underestimate structural demands in some cases. These findings highlight the necessity of considering earthquake directionality in seismic performance assessments.

Keywords: Incident angle, Time history analysis ,Structural response,Steel frame structures

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

YER, MEKÂN ve SANAT

Prof. Dr. Elmas ERDOĞAN

Ankara Üniversitesi

eerdogan@ankara.edu.tr - 0000-0002-4193-629X

Fadime İBİŞ

Ankara Üniversitesi

fadimeibis@ankara.edu.tr - 0009-0006-5985-5179

ÖZET

Sanat, yer ve mekân kavramları, insanın çevresi ile kurduğu ilişkinin farklı fakat birbirini tamamlayan boyutlarını ifade eden ancak bütüncül değerlendirilmesi gereken kavramlardır. Mekân, fiziksel bir varoluş alanını tanımlarken, yer bu mekânın deneyim, bellek ve anlam ile bütünleşmiş hâlini temsil etmekte; sanat ise bu iki kavram arasındaki ilişkiyi görünür kılan, dönüştüren ve yeniden üreten bir ifade biçimi olarak çevreye, mimariye ve kamusal alana katkı sunmaktadır. Bu bağlamda sanat sadece estetik bir üretim alanı değil, aynı zamanda mekânın "yer"e dönüşüm sürecini etkileyen ve derinleştiren bir araç olmaktadır. Bu dönüşüm süreci, mekânın sadece fiziksel özellikleri ile değil, aynı zamanda taşıdığı özgün kimlik ve atmosfer ile anlam kazandığını ifade eden "genius loci: yerin ruhu"nun oluşumda da belirleyici olmaktadır.

Geleneksel sanat anlayışında mekân, sanat yapıtının sergilendiği nötr bir arka plan olarak ele alınırken; çağdaş sanat pratikleri ile mekân, anlamın üretildiği, toplumsal ve bireysel deneyimin yaşandığı fiziksel mekânlara dönüşmüştür. Özellikle arazi, yerleştirme, popüler, performans ve video sanatı gibi yaklaşımlar, sanatın kapalı mekân sınırlarını aşarak kamusal alanlar ve doğal çevreler ile bütünleşmesini sağlamış; böylece mekân, sanatsal üretimin hem konusu hem de entegre olduğu ortam hâline gelmiştir. Bu süreçte izleyici, pasif bir gözlemci olmaktan çıkarak mekânın deneyimlenmesinde etkin bir özneye dönüşmektedir.

Çalışma kapsamında yer–mekân–sanat ilişkisi, mekânın sadece fiziksel bir varoluş alanı olmadığı; deneyim, bellek ve anlam aracılığı ile "yer" niteliği kazanan dinamik bir yapı bağlamında ele alınmıştır. Sanat, bu dönüşüm sürecinde mekânı görünür kılan ve yeniden yorumlayan bir araç olarak değerlendirilmiştir. Arazi, yerleştirme, popüler, performans ve video sanatı gibi çağdaş sanat pratikleri ile mekânın fiziksel, toplumsal ve duyusal boyutları yorumlanarak sanatın kamusal ve doğal çevre ile kurduğu ilişki aracılığı ile mekânın deneyimlenen ve anlam yüklenen bir "yer"e dönüşme süreci irdelenmiştir. Bu kapsamda mekân, yer ve sanat etkileşim ve entegrasyonu gerek mimari mekân gerek yarı açık ve açık kamusal alanlar bağlamında çok katmanlı ve çok boyutlu deneyim alanları olarak nitelik ve "yer" olma özelinde tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: yer, mekân, sanat, peyzaj, çağdaş sanat pratikleri, arazi sanatı, popüler sanat, sanat kuramı, mekân kuramı

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

1. GİRİŞ

Yaratıcılığın ve hayalgücünün ifadesi olan sanat, belirli bir düşünsel arka plan kapsamında oluşturulan obje ya da nesnelerdir. Görsel olarak deneyimlenen yapay bir beceri alanıdır. Sanat; herhangi bir süjenin duygu, düşünce ve bakış açısını yansıtan, tasarımın, güzelliğin ya da anlatının estetik bir biçimde, özgün yöntemler ile dışa vurumudur. Sanat, dönemsel ve kültürel anlamda farklılıklar gösterirken sunduğu izlenim ve duygusal değerlerin yanı sıra birey ve toplumların yaşamlarına da anlam katmaktadır. Tarihi süreç boyunca en önemli özelliği "güzellik" olan sanat, artık estetik olmaktan öte bireyleri düşündürmesi ve mesaj iletmesi gereken bir etkinlik alanına dönüşmüştür. Kullanılan malzeme, yöntem, teknik ve uygulama alanına göre sınıflandırılan sanat; görsel ve işitsel niteliği ile ön plana çıkmaktadır. Bu kapsamda gerçekleştirilen sınıflandırmaya göre sanatlar; plastik, yüzey, hacim, mekân, dil, ses, hareket ve dramatik sanatlar olarak sınıflandırılmaktadır. Sanat yapıtları ait oldukları toplumun kültürünü ve ortak değerlerini yansıtmaktadır.

Sanatın mekân ile kurduğu ilişki sadece estetik bir düzenleme sorunsalı değil; toplumsal, kültürel ve deneyimsel boyutları olan çok katmanlı bir üretim sürecidir. Sanat yapıtının nerede, nasıl ve hangi bağlamda var olduğu izleyici ile kurulan ilişkinin biçimlenmesinde belirleyici olmaktadır. Bu nedenle sanat ve mekân arasındaki ilişki, özellikle çağdaş sanat pratikleri bağlamında sadece sergileme mekânlarının fiziksel özellikleri açısından değil; mekânın anlam üretme kapasitesi bağlamında da tartışılmaktadır. Güncel sanatsal üretimlerde mekân, sanatın pasif bir taşıyıcısı olmanın ötesinde, iletişimin kurulduğu ve sanatın deneyimlendiği alanlardır.

Bu çerçevede mekân sadece bir hacim olarak değil; fiziksel ve toplumsal ilişkiler aracılığı ile sürekli olarak yeniden üretilen bir etkileşim alanı olarak ele alınmaktadır. Mekânın bu üretken niteliği, onun insan deneyimi ile kurduğu ilişki kapsamında “yer” kavramı ile birlikte düşünülmesini gerekli kılmaktadır. Yer, mekânın bireysel ve kolektif deneyimler, anlam boyutu ve bağlamsal ilişkiler yolu ile kimlik kazanan niteliğini ifade etmektedir. Sanatsal üretim, bu iki düzlem arasındaki ilişkiye dâhil olarak mekânın algılanış biçimini dönüştürmekte; mekânı sadece içinde deneyimlenen bir hacim olmaktan çıkararak anlamın kurgulandığı bir deneyim alanına dönüştürmektedir. Çağdaş sanatta gözlenen bu yönelim, sanatın kapalı ve kurumsal mekânların dışına taşarak kamusal alanlar, geçici mekânsal düzenlemeler ve doğal çevreler ile ilişki kurmasını olanaklı kılmıştır. Bu tür üretimlerde sanat, bulunduğu mekânın fiziksel özellikleri kadar sosyal, kültürel ve çevresel bağlamları ile de etkileşim hâlindedir. Ortaya çıkan uzamsal durum, sanatın mekân ve yer ile kurduğu ilişki üzerinden deneyimlenen; bağlamsal, deneyimsel ve üretken bir nitelik taşımaktadır. Bu durum, mekânın algılanış biçimini dönüştürürken izleyicinin sanat objesi ile kurduğu ilişkiyi de yeniden tanımlamaktadır.

Peyzaj mimarlığı açısından değerlendirildiğinde, sanatın açık alanlar ve doğal çevre ile kurduğu ilişki, mekânın sadece işlevsel ya da ekolojik değil; aynı zamanda kültürel ve deneyimsel bir değer taşıdığını da ortaya koymaktadır. Kentsel kamusal alanlar, açık yeşil alanlar, kıyısal alanlar, meydanlar, yaya bölgeleri ve doğal peyzajlar sanatsal etkinlikler sonucu yeni anlamlar kazanmakta ve kullanıcı deneyimini zenginleştiren mekânlara dönüşmektedir. Bu olgu, mekânsal tasarımın sadece fiziksel düzenlemeye değil, anlam ve deneyim boyutlarına da odaklanan bütüncül bir yaklaşım gerektirdiğini ortaya koymaktadır.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Toplumun ortak katılımı ve kültürel değerler doğrultusunda oluşan sanat aynı zamanda bir toplumsal etkileşim alanı olarak işlev görmektedir. Böylece kültürel süreklilik sağlanmakta; bireylerin gerçeklik algısı biçimlenirken toplumsal iletişimin sağlanmasına da katkı sunmaktadır.

Sanat, tarih boyunca kültür ve inançlar ile ilgili olmuş, sanatın varlık alanları öncelikle hazır bulunan doğal alanların yanı sıra kutsal alanlarda, dini yapı ve yakın çevrelerinde, konut alanlarında ve kentsel kamusal mekânlarda olmuştur.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma, yer–mekân–sanat ilişkisini mekân bağlamında irdeleyen nitel bir araştırmadır. Araştırmanın temel amacı, sanatın mekân ile kurduğu ilişkinin dönüşümünün kavramsal ve mekânsal boyutları ile ortaya konması ve bu dönüşümün peyzaj mimarlığı açısından değerlendirilmesidir.

Araştırmanın materyalini, sanat, sanatın ifade biçimi, yer- mekân ilişkisini irdeleyen her türlü kuramsal veri, çağdaş sanat ve mekân ilişkisini yorumlayan akademik yayınlar ile seçili sanatsal mekân ve uygulamalara ait görsel veriler oluşturmaktadır. Bu kapsamda mimarlık, peyzaj mimarlığı, sanat tarihi ve sanat kuramı alanlarında yayımlanmış her türlü kaynak ve sanat mekânlarını belgeleyen görsel materyal değerlendirilmiştir. Literatür taramasında, mekânın sanatsal üretimdeki rolünü sorgulayan ve mekânı toplumsal, kültürel ve deneyimsel boyutları ile ele alan kuramsal çalışmalara öncelik verilmiştir.

Araştırma üç aşamada yürütülmüştür. Öncelikle yer-sanat ve mekâna ilişkin bulgular analiz edilmiştir. Bu süreçte, mekânın toplumsal, kültürel ve sanatsal boyutlarını ele alan çalışmalardan yararlanılmış; kavramın tarihsel gelişimi ve güncel uygulamalar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

İkinci aşamada yer-sanat-mekân ilişkisini yansıtan görsel materyal analiz edilmiştir. Açık alanlarda gerçekleştirilen enstalasyon çalışmaları ve doğa ile bütünleşen sergi mekânları değerlendirilmiştir. Bulgular, biçimsel özelliklerinin yanı mekânın anlam üretimindeki rolü, izleyici deneyimi ve bağlamsal ilişkiler çerçevesinde de yorumlanmıştır.

Üçüncü aşamada ise elde edilen veriler yer–mekân–sanat ilişkisi kapsamında sentezlenmiştir. Bu aşamada, peyzaj ve peyzaj tasarımının sunduğu olanaklar; açık alanların sanatsal üretim ile entegrasyonu kapsamında tartışılmıştır. Mekânın fiziksel özellikleri ile sanatsal üretim arasındaki etkileşim, bağlamsallık, deneyim ve yer duygusu kavramları irdelenmiştir. Bu doğrultuda, sanatın mekân ile buluşmasında farklı bağlamlarda nasıl üretildiği ve nasıl kurgulandığı ortaya konmuş ve literatür bulguları ile görsel analizlerin birlikte değerlendirilmesine dayalı olarak yorumlanmıştır.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

3. YER, MEKÂN ve SANAT

Alan, arazi, arsa, toprak, zemin, mekân ve mevki anlamlarına da gelen "**yer**" kullanıldığı bağlama göre değişen bir ifadedir. Aslında bir cismin ya da varlığın sahip olduğu konum, kapladığı alan, mekân anlamına da gelmektedir. Bu tanımlar kapsamında "**mekân**" ve "**yer**"in ne olduğu, arasındaki ilişkinin niteliği önemli olup "mekân ve yer" birbiri yerine kullanılmaktadır. Özsoy'a göre (2019) mekân, fiziksel bir boşluk ve ölçülebilir üç boyutlu bir alan olarak tanımlanırken; **yer** ise bireyin kimliği, aidiyet hissi ve anlam ile anlamlanan sosyal ve kültürel bir kavramdır. Pozitivizm, mekânı nesnel ve evrensel yapılar ile açıklarken post-pozitivizm, yerel gerçeklik kapsamında sosyal, dinamik ve kültürel bağlar ile anlamlandırmaktadır. "Mekân", "yer"den farklı olup tüm "yerler" mekândır; ancak tüm "mekânlar" "yer" olarak nitelenmemektedir. Mekân göreceli olup, farklı bir mekânda bulunulduğunda aidiyetlik hissedilen yer, kolektif bellekte hep var olacak ve ruh fiziksel mekânın ötesinde zihinsel olan bu olgu her yerde yaşanabilecektir.

Mekânın fiziksel boyutu yanında somut olmayan nitelikleri de bulunmaktadır. Mekân insan ve sanatçı tarafından anlamlandırılmaktadır. Mekân çok boyutlu karmaşık bir yapıya sahiptir. Bireylerin ve toplumların mekâna yükledikleri anlam doğrultusunda mekânlar anlam ve bilişsel bir boyut kazanmaktadır. Mekânın kültür ile olan ilişkisi kapsamında mekân biçim bulurken somut (maddi) ve soyut (manevi) değerleri ile ifade bulmaktadır.

Sanatın mekân ile kurduğu ilişkinin dönüşümü ile ortaya çıkan ve salt fiziksel bir kavram değil, sanatsal üretimin gerçekleştiği mekânsal durumu tanımlayan bir kavram olarak değerlendirilmektedir (Lefebvre, 1991; O'Doherty, 1976; Kwon, 2002). Mekân, sanat eserinin yerleştirildiği bir ortam olmanın yanı sıra eserin anlamını oluşturan ve deneyimi biçimlendiren bir bileşen olarak değerlendirilmektedir.

Mekân kavramına ilişkin kuramsal değerlendirmeler kapsamında, Lefebvre (1991), mekânı toplumsal ilişkiler tarafından üretilen bir olgu olarak tanımlamakta ve mekânın fiziksel boyutunun yanı sıra kültürel ve sembolik nitelikleri ile ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Tuan (1977) ise yer kavramını, bireysel ve kolektif deneyimler yolu ile anlam kazanan bir oluşum olarak ele almaktadır.

Mekânlar dokunsal, işitsel, görsel ve kokusal olarak algılanmaktadırlar. Sanat-mekân ilişkisinde bu olgunun yanında ışık, gölge, dinamik fiziksel yapı uygulamaları ile farklı deneyimler oluşturmasının yanı sıra sanat objesi, mekân entegrasyonu da farklı boyutları ile sağlanabilmektedir. "**Mekân**" ve "**yer**" kavramları incelendiğinde Türkçe'de her iki ifadenin bir diğeri yerine de kullanılmasına karşın İngilizce'de "**space**" ve "**place**" olarak keskin bir ayrım ve farklılaşma söz konusudur. Bu kapsamda "**genius loci: yerin ruhu**" ifadesi de hem "**mekân**" hem "**yer**" için kullanılmaktadır. Usta'ya göre (2020) ise, mekânlar matematiksel olarak kavranan "**mekân**" ile değil, insan deneyimi yolu ile kavranan "**yer**" ile varlık bulmaktadır. "**Yer**" bireylerin ilişki kurdukları bağları olan anlamlı mekânlar olarak tanımlanmaktadır.

"Yer" deneyiminin yaşandığı, pratik ve eyleme dayalı bilgiler ile kavranan bir oluşum olup "**toplumsal mekân**" ile ilişkilidir. Anlam ve aidiyet duygusu oluşturan mekânlar "**yer**"dir ve

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

birey ve toplumların deneyimleri ile ortaya çıkan ve anlam içeren mekânlardır. Oysa "**mekân**"ın anlam içermesi gerekli olmayıp mekâna anlam yüklendiğinde "**yer**" olmaktadır.

İçinde yaşanılan mekânın farkındalığına sahip olunmalıdır. Sanat-mekân etkileşimi ile bu algı yaratılabilmekte ve bireylere farklı deneyimler yaşatılabilmektedir. Tüm sanat dalları için geçerli olan mekân, mimarlığın temel bileşenidir. Mimarlık, mekânlar yaratma sanatıdır. Kullanım amacına göre biçim bulan ve kimlik kazanan mekân sadece görsel olarak değil, tüm duyular ile algılanmakta ve deneyimlenmektedir.

Sanat, **mekân** ve **yer** iç içe geçmiş kavramlar olup özellikle çağdaş sanatın deneysel ifade biçimleri kapsamında farklı nitelikte "mekânların" ve "yerlerin" sanatsal anlamda kullanımı yaygınlaşmıştır. Özellikle avangart yaklaşımlarda sanatı mekândan ve içinde konumlandığı çevreden bağımsız düşünmek mümkün değildir. Burada sanat, mekân ile bütünleşmekte, tüm mekân, sanat yapıtının kendisine dönüşmektedir. Mekân ile birlikte kurgulanan sanat yapıtı; bağlam, içerik ve ilişki açısından bütüncül etkiye sahip olmaktadır. Mekân, sanatın bir bileşeni olarak yorumlanmaktadır. Özsüer ve Ulusay'a göre (2017) de sanatın mekânı aynı zamanda mekânın sanatı olmaktadır.

Sanat mekânı, genellikle sanatın sergilendiği yapılı çevreyi tanımlarken aynı zamanda sanatın mekân ile kurduğu ilişkinin deneyimi olarak da ifade etmektedir.

Sanatın içinde konumlandığı ve entegre olduğu mekân, bağlamsallık, deneyim ve yer duygusu ile doğrudan ilişkilidir. Bağlamsallık, sanat eserinin üretildiği çevresel ve kültürel koşullar ile kurduğu ilişkiyi ifade ederken; deneyim, izleyicinin mekân içinde kurduğu bedensel ve duyusal etkileşimi ön plana çıkarmaktadır. Yer duygusu mekânın gerek fiziksel gerek anlamsal ve duygusal boyutları ile algılanabilmesidir.

Peyzaj mimarlığı açısından doğa–sanat–yer ilişkisi irdelendiğinde peyzaj ve doğa sanatsal üretimin gerçekleştiği bir alan ve anlamın mekânsal olarak kurulduğu bir deneyim ortamıdır.

Burada sanatın mekân ile kurduğu ilişkinin dönüşümünü temsil eden bütüncül bir kavramsal çerçeve sunulmaktadır. Bu çerçevede mekân, sanatın sergilendiği pasif bir arka plan olmaktan çıkarak üretimin ve deneyimin aktif bir bileşeni hâline gelmekte; duyusal bir boyut kazanmaktadır.

3.1 SANATSAL ÜRETİMDE MEKÂNIN DÖNÜŞÜMÜ

Sanatsal üretimde mekânın dönüşümü, sanatın mekân ya da yer ile bütünleşerek pratikte nasıl üretildiğini ve deneyimlendiğini açıklayan temel bir çerçeve sunmaktadır. Modern sanat öncesi ve erken modernist sanat etkinliklerinde ve ürünün sergileme anlayışlarında mekân, çoğunlukla sanat eserinin sergilendiği nötr bir arka plan olarak ele alınmış; izleyici ile eser arasındaki ilişki, görsel algı düzenine indirgenmiştir. Ancak 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren gelişen çağdaş sanat pratikleri, mekânın bu edilgen konumunu sorgulamış ve mekân sanatsal üretimin aktif bir bileşeni hâline gelmiştir. Bu süreçte mekân, sadece içinde bulunulan bir fiziksel çevre değil, sanatsal anlamın kurulduğu ve yorumlandığı bir alan olarak ele alınmaya başlanmıştır. O'Doherty'nin (1976) "**beyaz küp**" olarak tanımladığı sergi mekânı, bu anlayışın mekânsal karşılığı olarak biçim bulmaktadır. Bu yaklaşımda mekân, sanatsal üretimin anlamını belirleyen

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

bir bileşen değil, eserin ön plana çıkmasını sağlayan pasif bir zemin olarak kurgulanmıştır. Bu yaklaşım, mekânı dış dünyadan soyutlanmış, bağlamdan arındırmış ve zamansız bir mekân olarak tanımlamaktadır. Duvarların beyaz olması, doğal ışığın kontrollü kullanımı ve dış çevre ile sınırlandırılmış ilişki, sanat eserinin "saf" bir estetik deneyim olarak algılanmasını amaçlamaktadır (Görsel 1).

Görsel 1. Beyaz küp galeri mekânı örnekleri (Anonymous 2025a)

Süreç içinde mekân, sanatın edilgen arka planı olmaktan çıkarak üretimin aktif bir bileşeni haline gelmiştir. Bu dönüşüm, farklı sanat disiplinleri kapsamında değerlendirilmiştir.

3.1.1 Land art: arazi sanatı

Açık alanlarda ve doğal çevrede gerçekleştirilen sanatsal üretimler, mekânın dönüşümünü daha belirgin bir biçimde ortaya koymaktadır. **"Land art: arazi sanatı**" belirli bir çevre için o çevrenin özellikleri doğrultusunda gerçekleştirilmektedir. Dolayısı ile tasarım, anlatının bileşenleri hâline gelmektedir (Görsel 2). Beardsley (1998), arazi sanatının mekânı sadece görsel bir obje olmaktan çıkarıp fiziksel olarak deneyimlenen bir "**yer**" haline getirdiğini ifade etmektedir**.**

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Görsel 2. Land art: arazi sanatı örnekleri (Anonymous 2025b)

Bu tür üretimlerde mekân sanatın yer aldığı hacim doğrudan sanatın kendisine dönüşmektedir. Böylece sanat, mekânı kapalı ve denetlenebilir mekânlardan çıkarak çevresel bağlam ile bütünleşen, geçici ve dönüşebilir bir deneyim alanı olarak aktif bir eylem alanına dönüştürmektedir. Bu duruma örnek olarak, Walter De Maria'nın **"The Lightning Field**" adlı çalışması, iklimsel koşulları ve doğal süreçleri sanatsal üretimin merkezine yerleştirerek mekânı edilgen bir zemin olmaktan çıkararak sanatsal deneyimin kurucu bir bileşeni hâline getirmektedir (Görsel 3).

Görsel 3. Walter De Maria'nın The Lightning Field adlı çalışması (Anonymous 2025c)

Robert Smithson tarafından 1970 yılında Great Salt Lake'te gerçekleştirilen **"Spiral Jetty**" adlı çalışması (Görsel 4), doğal topoğrafya, su seviyesi ve çevresel süreçler ile doğrudan ilişki kurarak mekânı, sanat objesi ile entegre ederek eserin bileşeni hâline getirmektedir. Spiral Jetty, zaman ile değişen çevresel koşullara bağlı olarak görünürlük, biçim ve algı açısından

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

dönüşmekte; böylece mekânın sabit değil, süreç odaklı ve dinamik bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. İzleyici deneyimi, sadece görsel algı ile sınırlı kalmayıp fiziksel ve çevresel farkındalık boyutu ile deneyimlenebilmektedir.

Görsel 4. Robert Smithson, Spiral Jetty (1970), Great Salt Lake, Utah (Anonymous 2025d)

3.1.2 Installation art: yerleştirme sanatı/enstalasyon

Bishop (2005), "**installation art: yerleştirme sanatı**"nın izleyiciyi "**merkezi olmayan bir özne**" haline getirdiğini ve duyusal bir bütünlük sunduğunu ifade etmektedir. Mekân burada plastik bir öğe gibi bükülmekte; ışık ve ses ile yeniden kurgulanarak "**yerin ruhunu" (genius loci)** yeniden kurgulamaktadır.

Yerleştirme sanatı aynı zamanda sanatın kamusal alanda toplum ile bulunmasını da sağlarken belli konularda farkındalık, bilinç ya da dikkat çekme gibi işlevleri de bulunmaktadır.

Kapalı ya da açık mekânlarda gerçekleştirilebilen ve izleyici katılımının gerekli olduğu mekâna özel yerleştirme sanatı, geleneksel sanat yapıtlarından farklı olarak çevreden ve mekândan bağımsız bir nesne olmayıp; belirli bir "mekân" ya da "yer" için tasarlanmış, mekânın özellik ve niteliklerini de tasarım bileşeni olarak değerlendiren bir sanat türüdür. Burada izleyici sanat yapıtını gözlemlemenin yanı sıra sanat yapıtının içinde yaşamakta ve deneyimlemektedir**.** Bu kapsamda yerleştirme sanatı ve **mekâna özgü (site-specific)** üretimler, mekânın sanatsal deneyim üzerindeki belirleyici rolünü görünür kılan önemli uygulamalardan biridir. Bu tür çalışmalarda sanat yapıtı, bulunduğu mekânın fiziksel özellikleri ile olduğu kadar, kültürel, tarihsel ve sosyal bağlamları ile de doğrudan ilişki kurmaktadır. Eserin biçimi, ölçeği ve izleyici ile kurduğu ilişki, mekânsal koşullara bağlı olarak biçimlenmektedir. Dolayısı ile sanat yapıtı, mekândan bağımsız bir nesne olmaktan çıkarak mekân ile birlikte var olan ve onunla anlam kazanan bütüncül bir yapıya dönüşmektedir. Bu duruma örnek olarak Olafur Eliasson'un 2003

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

yılında Tate Modern'in Turbine Hall mekânında gerçekleştirdiği "**The Weather Project**" adlı yerleştirme çalışması, sergi mekânının ölçeği, ışık koşulları ve izleyici hareketi üzerinden sanatsal deneyimin nasıl üretildiğini ortaya koymaktadır (Görsel 5).

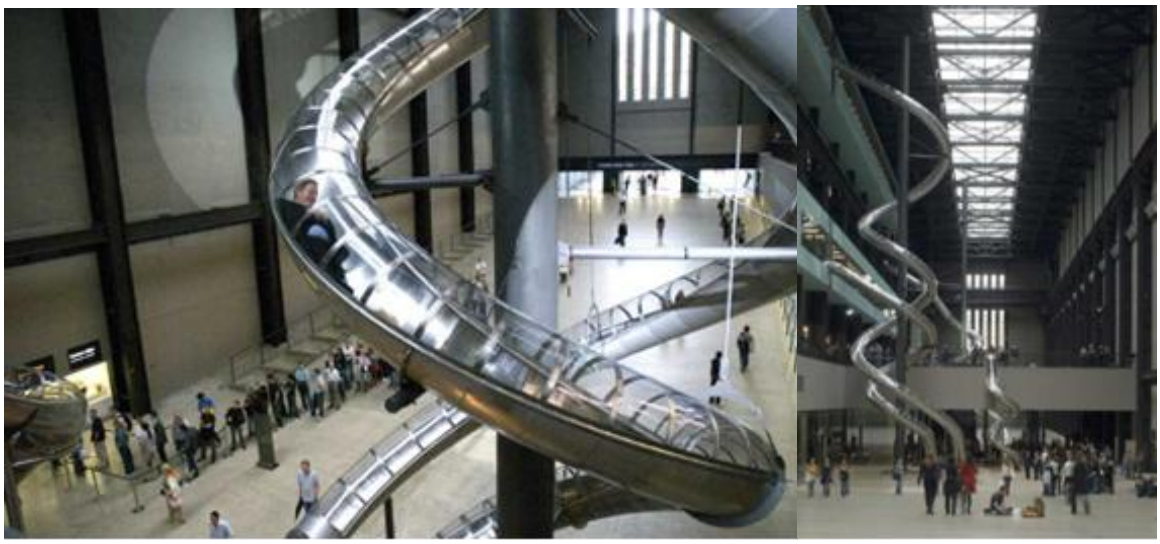
Görsel 5. Olafur Eliasson, *The Weather Project* (2003), Tate Modern Turbine Hall, Londra (Anonymous 2025e)

Geleneksel sergileme anlayışında izleyici, Münih'te yer alan "**Alte Pinakothek**" gibi 19. Yüzyıl galeri mekânlarında olduğu gibi, karşısında konumlanan sanat eserlerini mekân ile sınırlı bir etkileşim içinde, dışarıdan gözlemleyen pasif bir konumda deneyimlemektedir (Görsel 6).

Görsel 6. Alte Pinakothek, Münih (Anonymous 2025f)

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Sanatın **mekân** ya da **yer** ile bütüncül tasarlandığı sanat mekânlarında, Tate Modern'in Turbine Hall mekânında Carsten Höller'in **"Test Site"** konulu çalışmasında olduğu gibi, mekân içinde hareket eden, bedeni aracılığı ile sanatsal üretimin bir parçası hâline gelen ve eseri duyusal olarak deneyimleyen etkin bir özne konumuna geçmektedir (Görsel 7).



Görsel 7. Tate Modern Turbine Hall'da Carsten Höller tarafından gerçekleştirilen Test Site (2006) konulu çalışma (Anonymous 2025g)

3.1.3 Pop art: popüler sanat

Pop Art: popüler sanat, gündelik nesneleri ve kentsel imgeleri sanatın merkezine konumlandırarak mekân algısını toplumsal bir boyuta taşımıştır. Mekân bağlamında Pop Art, özellikle kamusal alandaki reklam panoları, vitrinler ve kentsel imgelerin mekân algısını nasıl şekillendirdiğine odaklanmaktadır. Livingstone (1990), Pop Art'ın mekânı tüketim kültürünün bir semboller dizgesi olarak okuduğunu belirtmektedir. Bu yaklaşım, mekânın sadece fiziksel bir boşluk değil, popüler kültürün imgeleri ile örülü bir "**anlam alanı**" olduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin, Claes Oldenburg ve Coosje van Bruggen tarafından kentsel açık alanlarda tasarlanan "**Spoonbridge and Cherry"** adlı çeşme kamusal mekânın ölçeğini ve izleyici ile olan ilişkisini yeniden kurgulamaktadır (Görsel 8). Pop art etkinlikleri sanatsal anlamda her ne kadar kültürel arka planı tartışmaya açık olsa da kentsel kamusal alanlara dinamizm kazandırırken halkı sanat ile de buluşturmakta; mekânları "**yer"e** dönüştürmektedir.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Görsel 8. Claes Oldenburg ve Coosje van Bruggen tarafından tasarlanan "Spoonbridge and Cherry" adlı çeşme (Anonymous 2025h)

Pop Art'ın kentsel mekândaki imgesel gücü, sadece nesneler ile değil, mekânın iletişim dili olarak kurgulanması ile de ilgilidir. Bu bağlamda Robert Venturi, Denise Scott Brown ve Steven Izenour (1972), "**Learning from Las Vega**s" adlı çalışmalarında (Görsel 9), popüler kültürün sunduğu görsel sembollerin ve reklam panolarının kentsel peyzajı nasıl tanımladığını analiz etmektedirler. Venturi'ye göre, mekânın fiziksel formundan çok, bu popüler imgeler aracılığı ile kurulan iletişim, kullanıcının o mekân ile kurduğu bağı biçimlendirmektedir. Bu yaklaşım, sanatın ve popüler kültürün kentsel açık alanları birer "**okunabilir alan**" haline getirdiğini savunmaktadır.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Görsel 9. Robert Venturi, Denise Scott Brown ve Steven Izenour (1972)'ın, "Learning from Las Vegas" adlı çalışmaları (Anonymous 2025i)

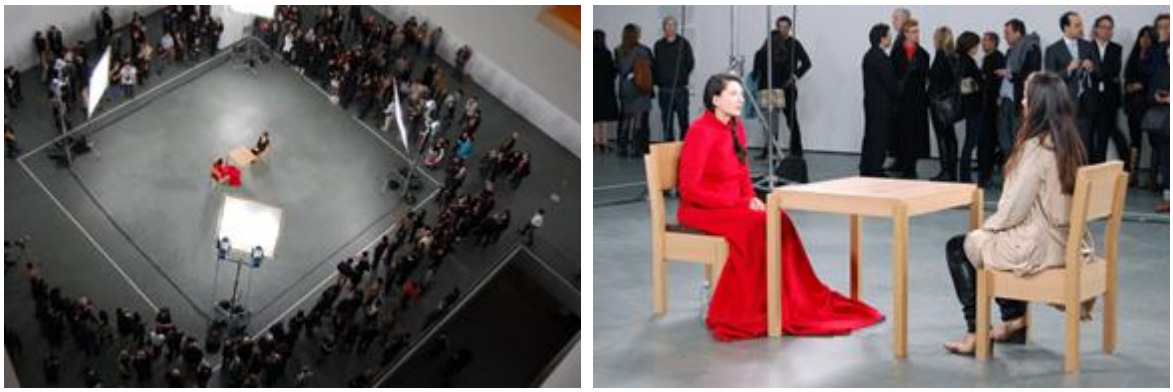
3.1.4 Performance art: performans sanatı

Mekân nesnelerin statik dizilimi ile değil; bedenin eylemi, hareket ve zamanın kesişimi ile anlık olarak üretilen dinamik bir süreçtir. Bu sanat pratiğinde mekân, sadece içinde bulunulan fiziksel bir "alan" olmaktan çıkarak sanatçının bedeni ile girdiği etkileşim sonucu dönüşen bir "**olay mahalli**" niteliği kazanmaktadır. Goldberg (2011), performans sanatının mekânı geçici olarak "**yer**"e dönüştürdüğünü; izleyici, sanatçı ve eylem arasındaki fiziksel yakınlığın, mekânın toplumsal ve psikolojik sınırlarını zorladığını savunmaktadır.

Bu mekânsal dönüşümü somutlaştıran en temel örneklerden biri, Marina Abramović'in 2010 yılında MoMA'da gerçekleştirdiği "**The Artist is Present**" adlı performansıdır (Görsel 10). Sanatçının sadece bir sandalyede oturarak izleyiciler ile kurduğu sessiz göz teması, mekânının fiziksel sınırlarını aşarak mekânı yoğun bir psikolojik etkileşim alanına dönüştürmüştür. Phelan (1993), performansın bu "kaybolan" doğasına dikkat çekerek, mekânın o anki eylem ile birlikte yeniden üretildiğini ve bellekte kalıcı bir "yer" edindiğini vurgulamaktadır.

Performans sanatlarında izlenim, etkileşim ve etki anlık olmakta; etkinlik ve paylaşımının niteliğine göre mekânın farklı algı ve kimlikleri ortaya çıkmaktadır.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5



Görsel 10. Marina Abramović'in 2010 yılında MoMA'da gerçekleştirdiği "The Artist Is Present" adlı performansı (Anonymous 2025j)

Açık alan ölçeğinde ise performans sanatı, mekânın topografik ve sosyal katmanlarını görünür kılan bir araçtır. Francis Alÿs'in "**When Faith Moves Mountains**" (2002) adlı çalışması (Görsel 11), Peru'da bir kum tepesini kürekler ile birkaç santim yerinden oynatan yüzlerce gönüllünün katılımı ile gerçekleştirilmiş bir performans çalışmasıdır. Bu kolektif eylem, peyzajın sadece seyirlik bir manzara olmadığını; insan müdahalesi, toplumsal dayanışma ve zaman ile biçim bulan ve yaşayan bir mekân olduğunu kanıtlamaktadır. Bu tür performanslar, mekânın kullanıcı deneyimi ile nasıl yeniden üretildiğine ilişkin güçlü referanslar sunmaktadır.

Görsel 11. Francis Alÿs'in "When Faith Moves Mountains" (2002) adlı çalışması (Anonymous 2025k)

3.1.5 Video art: video sanatı

Video Art: video sanatı, mekânı dijital ve zamansal bir boyuta taşımaktadır. Özellikle çok kanallı projeksiyonlar ve mekâna özgü **video yerleştirmeleri (video-installation)**, fiziksel mekânın sınırlarını bulanıklaştırarak izleyiciye sanal ve gerçek mekân arasında hibrit bir deneyim sunmaktadır. Meigh-Andrews (2006), video sanatının mekânı bir "**ışık ve zaman hacmi**" olarak kullandığını, böylece mimari anlamda mekânın statik yapısının kırıldığını ifade etmektedir.

Mekânın bu değişken ve süreç odaklı yapısı, çağdaş sanatın dijital kimliğini temsil ederken mekânın algılanış biçimini de değiştirmektedir. Bu bağlamda Bill Viola'nın çalışmaları, video

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

sanatının mekânı nasıl duyusal bir deneyim alanına dönüştürdüğüne ilişkin önemli örnekler sunmaktadır. Viola'nın "**The Crossing**" (1996) gibi yerleştirmelerinde, ekranlar aracılığı ile mekâna yansıtılan su ve ateş imgeleri, fiziksel mekânın sınırlarını aşarak izleyiciyi zamansal bir derinliğe yönlendirmektedir (Görsel 12).

Görsel 12. Viola'nın "The Crossing" (1996) adlı çalışması (Anonymous 2025l)

Vieth (2002), video sanatının mekânı "akışkan" bir yapıya kavuşturduğunu, böylece izleyicinin mekân ile kurduğu ilişkinin doğrusal olmaktan çıkıp döngüsel ve meditatif bir boyuta taşındığını belirtmektedir. Kentsel mekân ölçeğinde ise video sanatı, "**video mapping**" teknolojileri ve kamusal ekranlar aracılığı ile mekânın hafızasını ve kimliğini yeniden kurgulamaktadır. Krzysztof Wodiczko'nun kamusal anıtlar ve binalar üzerine gerçekleştirdiği projeksiyon çalışmaları (Görsel 13), kentsel mekânı toplumsal bir anlatı zeminine dönüştürmektedir. Wodiczko'nun müdahaleleri, mekânın sadece taş ve betondan ibaret olmadığını; ışık ve görüntü aracılığı ile kentsel peyzajın yaşayan, konuşan ve toplumsal belleği yansıtan bir "yer" haline gelebileceğini göstermektedir.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Görsel 13 Krzysztof Wodiczko'nun kamusal anıtlar ve binalar üzerine gerçekleştirdiği projeksiyon çalışmaları (Anonymous 2025m)

Sanatsal üretim sadece fiziksel mekâna değil, o mekânın taşıdığı toplumsal, kültürel ve tarihsel katmanlara da referans vermektedir. Bu bağlamda sanat etkinliği ve mekânsal bütünlük sabit sınırları olan bir mekân tanımından çok, belirli bir bağlam içinde ortaya çıkan ve o bağlam ile birlikte anlam kazanan uzamsal bir durum olarak değerlendirilmektedir. Mekânın değişken, açık uçlu ve süreç odaklı yapısı, bu olgunun ayırt edici özelliklerinden biri olarak öne çıkmaktadır.

Sonuç olarak sanatsal üretimde mekânın dönüşümü ve sanatın sergilendiği ortamın sanatın bir parçası olarak yorumlanması sadece kuramsal bir tanım olmaktan çıkararak deneyimlenen bir mekânsal pratik hâline getirmektedir. Mekân; anlam üreten, izleyici ile etkileşim kuran ve bağlam üzerinden yeniden biçimlenen bir unsur olarak sanatsal üretimin merkezinde konumlanmaktadır. Böylece sanat, mekân ve kullanıcı arasındaki ilişki yeniden kurularak dinamik bir uzamsal deneyim alanı olarak işlev görmektedir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Araştırma kapsamında ele alınan kuramsal yaklaşımlar, mekânın sanatsal üretimde pasif bir arka plan olmaktan çıkarak etkin bir bileşen hâline geldiğini göstermektedir. Mekânın toplumsal, kültürel ve duyusal boyutları ile birlikte ele alınması, sanatsal üretimin bağlamsal bir nitelik kazanmasını sağlamaktadır. Bağlamsallık, deneyimsellik ve yer duygusu kavramları ile doğrudan ilişkili olup mekânın kimlik ve enerji kazanımında etkili olmaktadır.

Sanat-çevre, mekân, yer ilişkisi sadece sanatsal üretim ile sınırlı değildir; aynı zamanda kamusal ve doğal mekânların algısını dönüştüren bir araç olarak da işlev görmektedir. Kamusal alanlarda gerçekleştirilen sanatsal müdahaleler, mekânın gündelik kullanımını yeniden tanımlamakta ve kullanıcıların çevre ile kurduğu ilişkiyi özelleştirmektedir. Böylece mekân, fiziksel bir var oluştan öte, kültürel ve simgesel anlamların üretildiği bir alan olarak değerlendirmektedir.

Doğal çevre, topografya, bitki örtüsü ve iklim gibi peyzaj bileşenleri, sanatsal üretimin hem esin kaynağı hem de bir arada yorumlandığı arka plan olmaktadır. Bu durum, sanatın kapalı ve kurumsal mekânların dışına çıkarak doğa ile ilişkilenen yeni bir mekânsal deneyim alanı oluşturmasını mümkün kılmaktadır.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Sonuç olarak sanat ve mekân kuramsal düzeyde ele alındığında, yer–mekân–sanat ilişkisi bağlamında bütüncül bir okuma gerektirmektedir. İzleyen çalışmaların, bu kavramsal çerçevenin pratik karşılıklarını daha görünür kılması beklenmektedir.

Sanat bugün artık sadece galeri ve müzelerde deneyimlenen bir olgu ve etkinlik alanı değildir. Çağdaş sanat yorumunda peyzaj, çevre, yer ve mekân sanatın bir parçası olarak değerlendirilmekte; "mekân"a ya da "yer"e özel tasarımlar gerçekleştirilmektedir. Özellikle boş, kullanılmayan ya da "artık alan" niteliğindeki kamusal alanların yaşanan, deneyimlenen, kendini ifade eden ve bir değişim değerine sahip alanlara dönüştürülmesi ancak bu alanların sanat mekânları olarak düzenlenmesi ile mümkündür.

20. Yüzyıl'da teknolojik ve dijital gelişmeler ile de bağlantılı olarak sanatta yaşanan değişim disiplinler arası bir noktaya taşınmıştır. Böylece mekân ve yer algısı da değişerek mekân ve yer kavramları sanatın temel bileşenleri olmuştur. Özellikle “land art: arazi sanatı”, “performance art: performans sanatı”, “installation art: yerleştirme sanatı” ve doğrudan mekân ile bağlantılı video sanatı, mekânın bir yapıta dönüştüğü uygulamalar haline gelmiş, farklı nitelik ve ölçeklerdeki kamusal alanlarda yaygınlaşmıştır. Mekânın dönüşümü farklı yorumlar gerektirmektedir. Sanat mekânsal bağlamın bir bileşeni iken artık bağlamın kendisi konumuna taşınırken çoğu durumda eserin temel malzemesi mekân olmaktadır. Sanat artık mekân ve yer ile entegre olmanın ötesinde sürekli yeni ve farklı mekânsal yorumlar arayışındadır. Bu noktada çağdaş sanat kapsamında gerek kamusal gerek mimari bağlamda mekân artık sanat eseri olarak mekân biçimlenmesine dönüşmekte; mekân sanatçının üretim sürecinde anlatım dilini oluşturmaktadır. Böylece mekân tanım ve kullanımları da daha esnek bir konuma taşınmıştır.

Mekâna özel sanat ya da mekânı sanat ile buluşturan, mekânın sanat yapıtının bir parçası olarak yorumlandığı sanat ürünleri, mekânlara toplumların bıraktığı yaşam izleridir. Böylece mekân, sanat yapıtı olmakta; sanat algısı farklı boyutlar ve izlenim biçimleri ile deneyimlenebilmektedir. Böylece daha kalıcı izlenimler edinilirken anısal değer de kazanmaktadır. İzleyici sanat yapıtının doğrudan içinde bulunabilmekte; her türlü duyumsal ve anlatımsal denetime katılım sağlamakta, eser ile etkileşime girebilmektedir. Sanat, mekâna özgü niteliğe sahip olurken farklı tasarım trend ve akımların kullanımına da olanak sağlamaktadır. Böylece bireyler farklı bir mekânsal deneyim yaşayabilmekte; sanatı içselleştirebilmektedir. Her türlü duyumsal ve entelektüel deneyime katılım sağlayarak yapıt ile etkileşime girebilmektedir.

Sanat, kamusal alanlarda toplum ile iletişim kuran ve ifade bulan bir olgudur. Bu kapsamda bugün çok farklı yaklaşımların izlendiği sanat ve mekân ilişkisi bağlamında; sanat pratiği de dönüşüme uğramıştır. Mekân sanatın kendisi olmuştur. Bu noktada mekân; somut, soyut birçok anlamı yanında plastik bir öğe olarak değerlendirilebilmekte; anlam kazanmakta ve "yer" olabilmektedir.

KAYNAKÇA

Alÿs, F. (2002). When faith moves mountains. Lima, Peru.

Anonymous 2025a Web sitesi: https://www.whitecube.com/ Erişim Tarihi: 09.01.2026

Anonymous 2025b Web sitesi:https://www.ilustromania.com/artistic-movements/land-art Erişim Tarihi: 09.01.2026

Anonymous 2025c Web sitesi: https://www.flickr.com/photos/92912701@N07/8487789984/in/set-72157632978689248 Erişim Tarihi: 26.01.2026

Anonymous 2025d Web sitesi: https://en.wikipedia.org/wiki/Spiral_Jetty#/media/File:Spiral-jetty-from-rozel-point.png Erişim Tarihi: 09.01.2026

Anonymous 2025e Web sitesi: https://olafureliasson.net/artwork/the-weather-project-2003/

Erişim Tarihi: 09.01.2026

Anonymous 2025f Web sitesi: https://commons.wikimedia.org/wiki/Alte_Pinakothek#/media/File:Alte_Pinakothek-Raumflucht_OG.JPG Erişim Tarihi: 22.01.2026

Anonymous 2025g Web sitesi: https://www.tate.org.uk/research/tate-papers/15/art-of-interaction-a-theoretical-examination-of-carsten-holler-test-site Erişim Tarihi: 25.01.2026

Anonymous 2025h Web sitesi:https://en.wikipedia.org/wiki/Spoonbridge_and_Cherry Erişim Tarihi: 10.03.2026

Anonymous 2025i Web sitesi:https://www.archdaily.com/991757/learning-from-las-vegas-revisited Erişim Tarihi: 10.03.2026

Anonymous 2025j Web sitesi:https://en.wikipedia.org/wiki/The_Artist_Is_Present Erişim Tarihi: 18.03.2026

Anonymous 2025k Web sitesi: https://esse.ca/en/when-faith-moves-mountains-ethics-and-relational-art/ Erişim Tarihi: 20.03.2026

Anonymous 2025l Web sitesi: https://smarthistory.org/bill-viola-the-crossing/ Erişim Tarihi: 21.03.2026

Anonymous 2025l Web sitesi: https://www.krzysztofwodiczko.com/public-projections

Erişim Tarihi: 21.03.2026

Beardsley, J. (1998). Earthworks and beyond: Contemporary art in the landscape. Abbeville Press.

Bishop, C. (2012). Artificial hells: Participatory art and the politics of spectatorship. London: Verso.

Bourdieu, P. (1993). The field of cultural production: Essays on art and literature. Cambridge: Polity Press.

Cosgrove, D. (1998). Social formation and symbolic landscape. Madison: University of Wisconsin Press.

Goldberg, R. (2011). Performance art: From futurism to the present. Thames & Hudson.

Kwon, M. (2002). One place after another: Site-specific art and locational identity. Cambridge, MA: MIT Press.

Lefebvre, H. (1991). The production of space (D. Nicholson-Smith, Trans.). Oxford: Blackwell.

Livingstone, M. (1990). Pop art: A continuing history. Thames & Hudson.

Meigh-Andrews, C. (2006). A history of video art: The development of form and function. Berg.

Mitchell, D. (2003). The right to the city: Social justice and the fight for public space. New York: Guilford Press.

O'Doherty, B. (1999). Inside the white cube: The ideology of the gallery space. Berkeley: University of California Press.

Özsüer, M., & Ulusay, H. (2017). Sanatın Mekânı ve Mekânın Sanatı. İdil Sanat ve Dil Dergisi, 6(36), 2245-2257. https://doi.org/10.7816/idil063601

Özsoy, A. (2019). Mekân Nedir? Yer Nedir? Çoklu MekânAnlayışı: Mekânnın Post-Pozitivist Yorumu ve Gündelik Yaşama İlişkin Bir Bakış. Evrim Ağacı. https://evrimagaci.org/mekan-nedir-yer-nedir-8031

Phelan, P. (1993). Unmarked: The politics of performance. Routledge.

Relph, E. (1976). Place and placelessness. London: Pion.

Tuan, Y.-F. (1977). Space and place: The perspective of experience. Minneapolis: University of Minnesota Press.

Usta, G. (2020). Mekân ve Yer Kavramlarının Anlamsal Açıdan İrdelenmesi. The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication - TOJDAC, 10(1), 25-30. https://doi.org/10.7456/11001100/003

Venturi, R., Scott Brown, D., & Izenour, S. (1972). Learning from Las Vegas. MIT Press.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

UZAKDOĞU BAHÇE KÜLTÜRÜNDE ESTETİK FELSEFENİN MEKÂNSAL BAĞLAMDA YENİDEN OKUNMASI

Fadime İBİŞ

Ankara Üniversitesi

fadimeibis@ankara.edu.tr - 0009-0006-5985-5179

Prof. Dr. Elmas ERDOĞAN

Ankara Üniversitesi

eerdogan@ankara.edu.tr - 0000-0002-4193-629X

ÖZET

Estetik felsefe, tarihsel olarak çoğunlukla güzellik ve sanat objeleri için önemli olmuş; mekânın fiziksel, zamansal ve duyusal niteliklerinin estetik anlamda değerlendirilmesi ise göz ardı edilmiştir. Bu olgu, özellikle peyzaj mimarlığı gibi doğrudan çevresel ölçeklerde çalışan disiplinlerde estetik tartışmaların biçimsel ve görsel bir çerçevede kalmasına neden olmuştur. Bu çalışma, estetik felsefenin kuramsal temellerinden yola çıkarak Doğu ve Batı estetik yaklaşımlarını karşılaştırmakta; estetik felsefeyi nesne merkezli yaklaşımların ötesine taşıyarak, insan–mekân–doğa ilişkisini kuran deneyimsel, sezgisel ve etik bir düşünme alanı olarak ele almaktadır.

Uzakdoğu bahçeleri, doğanın temsiline dayalı bir peyzaj düzenlemesi olmanın ötesinde, sessizlik, boşluk, eksiltme ve geçicilik kavramları aracılığı ile mekânsal deneyim üreten alanlar olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda bahçe, görsel bir nesne olmayıp zaman içinde deneyimlenen, bedensel ve ruhsal farkındalık yaratan ve düşünsel derinlik sunan bir mekân hâline gelmektedir.

Çalışma kapsamında wabi, sabi, shibui, ma, yūgen, shakkei, miegakure ve mono no avare gibi temel Uzakdoğu estetik kavramları; peyzaj mimarlığında mekânsal algı, anlam üretimi ve kullanıcı deneyimi bağlamında ele alınmış ve Uzakdoğu bahçelerindeki mekânsal karşılıkları tartışılmıştır. Bu kavramlar aracılığı ile estetiğin sadece görsel bir nitelik olmadığı; estetiğin mekansal tanımında farklı bileşenlerin ve kriterlerin söz konusu olduğu vurgulanmış; sessizlik, boşluk ve belirsizlik nitelikleri ile Uzakdoğu bahçelerinin sağladığı estetik değerler kapsamında çok katmanlı bir mekânsal deneyim olarak irdelenmiştir. Çalışma, Uzakdoğu bahçelerinin peyzaj mimarlığı için sadece biçimsel bir tasarım referansı değil, aynı zamanda mekân ile kurulan ilişkiye dair güçlü bir perspektif sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: estetik felsefe, Uzakdoğu bahçeleri, wabi-sabi, shakkei, kültür, peyzaj mimarlığı, bahçe sanatı

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

1. GİRİŞ

Peyzaj mimarlığı, doğa ve insan arasındaki ilişkinin mekânsal düzlemde kurgulandığı ekolojik, kültürel ve estetik boyutları bir arada değerlendiren bir tasarım alanıdır. Bu bağlamda bu disiplinin estetik ile kurduğu ilişkinin sadece görsel beğeniye indirgenmesi mekân kalitesi açısından eksik kalmakta; mekânın kullanıcıda yarattığı duygu, algı ve anlam katmanları estetik deneyimin diğer bileşenleri olarak değerlendirilmektedir. Çünkü estetik deneyim, çok katmanlı olup beden, zaman, sessizlik ve belirsizlik gibi unsurları içeren bütüncül bir süreci içermektedir. Estetik deneyimin bu çok katmanlı yapısı, peyzaj mimarlığını doğrudan estetik felsefe ile ilişkilendirmektedir. Estetik felsefe, sadece "güzel olan nedir?" sorusuna yanıt arayan bir alan değil; algının nasıl oluştuğunu, deneyimin nasıl anlam kazandığını ve insanın çevresi ile kurduğu ilişkinin hangi arka plan ile ilişkilendirildiğini sorgulayan bir düşünme biçimidir. Bu nedenle estetik felsefe, peyzaj mimarlığı açısından sadece tasarımın nasıl göründüğünü değil, mekânın nasıl deneyimlendiği, ne duyumsandığı ve zaman içinde nasıl anlamlandırıldığı sorularına da yanıt aramaktadır.

Estetik felsefenin tarihsel gelişimi irdelendiğinde, antik dönemlerden itibaren güzelliğin, oran, uyum ve algı kavramları kapsamında değerlendirilmesi söz konusu iken modern dönemde sanat, doğa ve özne arasındaki ilişki daha eleştirel biçimde sorgulanmaya başlanmış, ancak büyük ölçüde nesne odaklı ve görsel anlamda gerçekleşmiştir. Peyzaj mimarlığı bağlamında ise estetik değerlendirme çoğu zaman biçimsel düzenlemeler ve görsel kalite ölçütleri ile sınırlı kalmaktadır. Ancak peyzaj sadece düzenlenmiş bir alan değil; insanın doğa ile kurduğu ilişkinin mekânsal, duyusal ve deneyimsel bir ifadesi olarak değerlendirilmesi gereken bir olgudur.

Bu noktada Uzakdoğu bahçeleri, estetik felsefenin peyzaj mimarlığı bağlamında yeniden değerlendirilmesi için güçlü bir referans sunmaktadır. Uzakdoğu bahçeleri, estetiği sadece gözlemlenen bir nitelik olarak değil; yaşanan, hissedilen ve süreç içinde ortaya çıkan bir deneyim olarak ele almaktadır. Sessizlik, boşluk ve geçicilik gibi kavramlar, bu bahçelerde mekânsal kurgunun temel bileşenleri olarak ilişkilendirildiği için kullanıcıyı doğa ile sezgisel ve düşünsel bir ilişki kurmaya yönlendirmektedir.

Bu çalışmada Uzakdoğu bahçeleri estetik felsefe kapsamında ele alınarak peyzaj mimarlığında sessizlik ve boşluk kavramlarının nasıl güçlü bir mekânsal anlatım aracına dönüştüğünü irdelemektedir. Çalışma kapsamında Uzakdoğu estetik anlayışının temel kavramları aracılığı ile peyzajın salt bir oluşum değil; deneyimlenen, algılanan ve anlam üreten bir süreç olduğu tartışılmaktadır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma, estetik felsefenin mekânsal bağlamda yeniden yorumlanmasını Uzakdoğu bahçe kültürü kapsamında ele alan nitel bir araştırmadır. Araştırmanın temel materyalini, Uzakdoğu estetik düşüncesine ilişkin kuramsal veriler ile Japon bahçe kültürünü temsil eden bahçe örnekleri oluşturmaktadır. Bu kapsamda estetik felsefe, çevre estetiği ve Uzakdoğu estetik kavramlarına ilişkin her türlü kaynak analiz edilerek wabi-sabi, ma, yūgen, shakkei, miegakure

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

ve mono no aware gibi kavramların mekânsal karşılıkları literatür bulguları doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Çalışmada Japon bahçe geleneğinin farklı estetik yaklaşımlarını temsil eden Daisen-in Tapınak Bahçesi, Ryōan-ji Tapınak Bahçesi, Katsura İmparatorluk Villası Bahçesi, Saihō-ji Tapınak Bahçesi, Daigo-ji Tapınak Bahçesi, Jikō-in Tapınak Bahçesi ve Hōkoku-ji Bambu Bahçesi örneklem alanları olarak seçilmiştir. Bu bahçeler, Uzakdoğu estetik düşüncesinin mekânsal uygulamalarını farklı tasarım ilkeleri ve deneyim biçimleri kapsamında örnek alan (case study) olarak değerlendirilmiştir.

Araştırmada yöntem olarak nitel araştırma yaklaşımı benimsenmiştir. Öncelikle Batı ve Doğu estetik düşüncesinin temel özellikleri kuramsal çerçevede ortaya konmuş, ardından Uzakdoğu estetik kavramlarının peyzaj tasarımı açısından mekânsal anlamları irdelenmiştir. İkinci aşamada seçilen bahçe örnekleri, söz konusu kavramların somut olarak mekâna nasıl yansıdığının ortaya konması amacı ile analiz edilmiştir.

Çalışmanın son aşamasında elde edilen bulgular, estetik deneyimin sadece görsel bir nitelik olmadığı; bedensel, zamansal, duyusal ve düşünsel bileşenler içeren çok katmanlı bir süreç olduğu ortaya konmuştur. Böylece Uzakdoğu bahçelerinin peyzaj mimarlığı açısından sadece biçimsel bir tasarım alanı değil, mekân ile kurulan ilişkinin niteliğine dair kuramsal ve deneyimsel bir model sunduğu ortaya konmuştur.

3. ESTETİK FELSEFE

Estetik felsefe, genelde "**güzel olanın bilgisi**" şeklinde dar bir kapsamda ele alınmakta; bu yaklaşım da estetik deneyimin çok katmanlı doğasını açıklamakta yetersiz kalmaktadır. Estetik felsefe, duyusal algı yolu ile edinilen deneyimlerin nasıl oluştuğunu, nasıl anlam kazandığını ve insanın Dünya ile kurduğu ilişkinin nasıl biçimlendirdiğini konu edinmektedir. Bu bağlamda estetik sadece hoş olanın ya da biçimsel uyumun incelenmesi değil; insanın Dünya ile kurduğu algısal, duygusal, duyusal ve varoluşsal ilişkinin felsefi bir sorgulamasıdır.

Modern estetik düşüncenin gelişiminde önemli bir yere sahip olan Baumgarten, estetiği duyusal bilginin bilimi olarak tanımlamıştır (Baumgarten, 1735/1954). Bu bağlamda estetik deneyim, mekân içinde bulunma, hareket etme ve onu kullanma süreçleri ile çok duyulu bir nitelik kazanmaktadır.

Immanuel Kant, estetik yargıyı "**çıkar gözetmeyen haz**" kapsamında ele almış ve estetik deneyimi, öznel bir beğeniye dayanmasına rağmen evrensellik iddiası taşıyan bir alan olarak tanımlamıştır (Kant, 1790/2007). Kant'ın yaklaşımında estetik yargı, nesnenin işlevinden ya da kullanım değerinden bağımsız olarak öznenin algısal deneyimi olarak yorumlanmaktadır. Bu yaklaşım, modern estetik düşüncenin temel bileşenlerinden biri olmakla birlikte, estetiği büyük ölçüde izleyici–nesne ilişkisi kapsamında tanımlamaktadır. Özellikle mekân ve çevre estetiğinin değerlendirilmesinde çoğunlukla görsel nitelik değerlendirilmektedir. Oysa estetik deneyim, sadece izleme eylemi ile sınırlı olmayıp, bedensel, zamansal ve mekânsal nitelikleri de kapsamaktadır.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Martin Heidegger'in "**yer**" (**Ort**) ve "**ikamet etme**" (**dwelling**) kavramları, insanın mekân ile kurduğu ilişkinin sadece algısal değil, varoluşsal bir boyuta da sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Heidegger, 1951/1971). Heidegger'e göre mekân, insanın içinde bulunduğu ve anlam ürettiği bir varoluş alanıdır. Bu yaklaşım, peyzajı sadece düzenlenmiş bir fiziksel çevre değil; insanın yeryüzünde olma hâlinin mekânsal bir ifadesi olarak da değerlendirmektedir.

Arnold Berleant estetik deneyimin edilgen bir izleme eylemi olmadığını; aksine çevresi ile kurulan katılımcı, bedensel ve çok duyulu bir ilişki olduğunu ifade etmektedir. Berleant'ın "**katılımcı estetik**" yaklaşımı, estetiği nesneden çok ilişki kavramı tanımlarken peyzaj mimarlığında estetiğin sadece tasarlanan formda değil, kullanıcı ile mekân arasındaki etkileşimde ortaya çıktığını vurgulamaktadır (Berleant, 1992). Berleant'ın estetik deneyim düşüncesi göz önünde bulundurulduğunda, estetik deneyim, mekânın içinde bulunma devinme, mekânı kullanma, hareket etme ve zaman geçirme süreçleri ile birlikte anlam kazanmaktadır.

Doğa estetiği bağlamında ise estetik deneyim, insanın doğayı izlenen bir varlık alanı olarak değil, içinde yer aldığı ve onunla var olduğu bir bütün olarak algılaması ile ilişkilidir. Bu yaklaşım peyzaj mimarlığında doğanın taklit edilmesi ya da temsil edilmesi yerine doğa ile uyumlu, doğal süreçleri görünür kılan ve kullanıcının bu süreçlerin parçası haline gelmesini sağlayan mekânsal kurguların önemini ortaya koymaktadır. Estetik felsefe, peyzaj tasarımını biçimsel bir düzenleme pratiğinden çıkararak deneyimsel, algısal ve düşünsel bir düzeye taşımaktadır. Bu kavramsal çerçeve, Uzakdoğu bahçelerinin estetik değerinin neden sadece biçimsel kompozisyon ile açıklanamayacağını da ortaya koymaktadır. Uzakdoğu kültürü bakış açısına göre estetik nesneye ait bir özellik olmayıp belirli bir mekân ve zamanda deneyimlenen bir durumdur. Sessizlik, boşluk ve geçicilik gibi kavramlar, estetik deneyimin mekânsal bağlamında belirleyici olan temel unsurlardır. Bu anlamda Uzakdoğu bahçeleri, estetik felsefenin mekânsal olarak yeniden yorumlanması için güçlü ve özgün bir referans sunmaktadır.

3.1 Batı ve Doğu Kültürlerinde Estetik

Estetik felsefenin kavramsal çerçevesi, estetik deneyimin evrensel ve tekil bir tanıma indirgenemeyeceğini; aksine tarihsel, kültürel ve düşünsel bağlamlar içinde farklı biçimlerde anlam kazandığını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda estetik deneyimin nasıl algılandığı ve değerlendirildiği sorusu, farklı düşünce geleneklerinde farklı yanıtlar bulmuştur. Peyzaj mimarlığı açısından bu farklılıklar, doğa ile kurulan ilişkinin biçimsel mi yoksa deneyimsel mi olduğu sorusunun yanıtındadır. Bu anlamda Batı ve Doğu kültürlerinde estetik yaklaşımlarının karşılaştırmalı olarak ele alınması, Uzakdoğu bahçelerinin estetik ve mekânsal mantığının anlaşılması açısından önem taşımaktadır (Kant, 1790/2007; Berleant, 1992; Heidegger, 1971).

Batı estetik geleneği, tarihsel olarak insan merkezli, rasyonel ve kontrol odaklı bir düşünce sistemine sahiptir. Antik Yunan estetiğinde güzellik; oran, uyum ve simetri kavramları ile ilişkilendirilmiş, estetik değer matematiksel ve ölçülebilir ilkeler ile tanımlanmıştır. Bu olgu, Rönesans dönemi ile birlikte perspektif, merkezi bakış ve ideal form arayışları doğrultusunda daha da güçlenmiş; estetik, çoğunlukla tamamlanmış bir nesnenin izlenerek değerlendirilmesi

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

olarak ele alınmıştır. Doğa ise bu düşünce sisteminde, insan aklı tarafından düzenlenmesi, biçimlendirilmesi ve denetim altına alınması gereken bir bütün olarak konumlandırılmıştır.

Bu anlayışın peyzaj tasarımına yansıması, doğanın geometrik düzenlemeler, simetrik akslar ve görsel hâkimiyet kuran kompozisyonlar aracılığı ile temsil edilmesi şeklinde olmuştur. Özellikle klasik ve modern batı peyzaj örneklerinde, estetik değer çoğu zaman görsel bütünlük, düzen ve kontrol edilebilirlik üzerinden tanımlanmış; mekânsal deneyimin bedensel, zamansal ve sezgisel boyutları ikincil konumda kalmıştır. Bu bağlamda batı kültürlerinde estetik deneyimi ağırlıklı olarak görmeye dayalı, nesne merkezli ve sonuç odaklı bir süreç olarak yorumlanmaktadır.

Doğu estetik geleneği ise özellikle Çin ve Japon düşüncesinde, insan ile doğa arasında hiyerarşik bir ayrım yerine, bu iki varlık alanı arasındaki sürekliliği ve bütünlüğü temel almaktadır. **Taoizm**, **Konfüçyüsçülük** ve **Zen Budizmi** gibi felsefi düzeyde biçim bulan doğuda estetik değer, tamamlanmışlık ve kusursuzluk ile değil; eksiklik, geçicilik, belirsizlik ve sezgisel algıda ortaya çıkmaktadır. Böylece estetik, nesneye ait sabit bir özellik olmaktan çok, belirli bir zaman ve mekânda deneyimlenen bir durum olarak değerlendirilmektedir.

Doğu estetiğinde **sessizlik** ve **boşluk**, estetik anlatımın temel bileşenleridir. Boşluk, bir yokluk ya da eksiklik değil; anlamın aktif bir bileşenidir. Benzer şekilde **asimetri**, **düzensizlik** ya da **tamamlanmamışlık**, estetik değeri azaltan unsurlar değil; doğanın akışkan ve değişken yapısını yansıtan unsurlar olarak kabul edilmektedir. Bu anlayış, doğanın kontrol edilmesi yerine, doğa ve çevre kaynakları ile entegre ve uyumlu bir ilişki kurulmasını benimsemektedir.

Estetik felsefede daha materyalist ve manevi bakış açıları arasındaki belirgin fark doğu kültürlerinde bahçe oluşumunu da etkilemiştir. Batı kültürlerinin estetik anlayışında açık mekan tasarımı çoğu zaman izlenen bir manzara olarak kurgulanırken; Doğu kültürlerinin estetik anlayışında açık alan ve bahçeler içinde yaşamak üzerine kurgulanan farklı eylemlerin gerçekleştirildiği, dolaşılan, zaman içinde keşfedilen ve fiziksel olarak da deneyimlenen mekânlardır.

Batı ve Doğu estetik anlayışı arasındaki temel farklar Çizelge 1'de verilmiştir.

Batı Estetiği	Doğu Estetiği
Simetri ve düzen	Asimetri ve akışkanlık
Kontrol edilen doğa	Doğa ile uyum ve entegrasyon
Görsel algı	Sezgisel ve deneyimsel algı
Tamamlanmışlık	Eksiklik ve geçicilik
Nesnel estetik	İçsel estetik

Çizelge 1. Batı ve Doğu estetik anlayışının peyzaj ve mekân algısı açısından karşılaştırılması (Orijinal, 2026)

Batı ve doğu estetik anlayışı arasındaki karşıtlık, estetik yargının oluşumunda, peyzajın nasıl tasarlandığı, nasıl kurgulandığı ve kullanıcı tarafından nasıl deneyimlendiği konularında da

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

belirleyici olmaktadır. Özellikle doğu estetiğinde öne çıkan süreç, deneyim, boşluk ve ilişkisel algı vurgusu, Uzakdoğu bahçelerinin neden statik bir manzara olmaktan öte zaman içinde duyumsanan ve derinleşen bir mekânsal deneyim sunduğunu açıklamakta ve doğu estetiğinin düşünsel arka planı ve Uzakdoğu bahçelerinin mekânsal mantığını anlamak için kuramsal bir eşik işlevi görmektedir.

4. UZAKDOĞU BAHÇELERİ ve ESTETİK FELSEFE

Uzakdoğu estetik düşüncesi, **Zen Budizm**'i ve **Şinto** inancı doğrultusunda biçimlenerek doğayı insanın karşısında duran bir nesne olarak değil, insanın da bileşeni olduğu süreklilik içeren bir varoluş alanı olarak değerlendirilmektedir. Bu çerçevede Uzakdoğu bahçelerinde estetik, doğrudan güzellik ve huzur duygusunu yaşamayı ve deneyimlemeyi hedeflemektedir. Güzellik bir sıfat ya da bir nitelik değil; fark edilen, duyumsanan bir hâl olarak deneyimlenmektedir. Bu anlamda Uzakdoğu bahçeleri, bu anlayışın en güçlü mekânsal karşılığını sunmaktadır.

Uzakdoğu bahçesinde amaç, doğanın temsil edilmesi değil; doğanın özünün, ritminin ve geçiciliğinin sezgisel olarak da deneyimlenmesidir. **Taş**, **su**, **bitki** ve **yosun** gibi öğeler, görsel hâkimiyet kuran bir kompozisyon oluşturmak yerine, **çağrışımsal** ve **sembolik** bir kurgu içinde bir araya getirilmektedir. Bu bağlamda bahçe, izlenen görsel bir değer olmaktan çıkarak, **sessizlik**, **duraksama** ve **farkındalık** olarak deneyimlenen bir süreç hâline gelmektedir (Koren, 1994; Pilgrim, 1986). Bu nedenle Uzakdoğu estetik terminolojisi, batı estetik geleneğinde görülen kesin tanımlar ve kategorilerden farklı olarak, **sezgisel** ve **deneyimsel** katmanlar doğrultusunda biçimlendirmektedir. **Wabi- sabi**, **shibui**, **ma** ve **yūgen** gibi kavramlar, estetik değerin nesnede değil; insan ile çevre arasındaki ilişkide ortaya çıktığını ifade etmektedir. Bu kavramlar, estetiği tanımlamaktan çok, yaşatmayı amaçlayan bir düşünce sisteminin bileşenleridir. Bu yönü ile Uzakdoğu bahçelerinde estetik ve estetik deneyim sabit, evrensel ölçütler ile değil; zamansal, mekânsal ve bedensel farkındalık olarak ifade edilmektedir. Uzakdoğu bahçeleri, bu düşünsel arka planın ve soyut felsefenin mekânsal pratik aracılığı ile somutlaştığı alanlardır.

- **Wabi-Sabi**

Wabi-sabi, Leonard Koren'e (1994) göre "**kusurlu, tamamlanmamış ve geçici olanın güzelliği**"ni ifade eden bir estetik anlayıştır. Bu yaklaşım, doğanın idealize edilmesine ya da biçimsel olarak mükemmelleştirilmesi değil; sahip olduğu nitelikler ve olduğu hâli ile kabul edilmesidir. **Wabi-sabi estetiğinde** güzellik, kalıcılık ve kusursuzlukta değil; değişim, aşınma ve eksiklikte ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle estetik değer, nesnenin sabit bir özelliği olarak değil, zaman içinde dönüşen bir deneyim olarak değerlendirilmektedir.

Uzakdoğu bahçelerinde wabi-sabi anlayışı; **düzensiz taş yerleşimleri**, **yosun tutmuş yüzeyler**, **eskimeye bırakılmış doğal malzemeler** ve bilinçli olarak **eksik bırakılmış mekânsal kurgular** aracılığı ile mekâna yansıtılmaktadır. Bu unsurlar, geçiciliğin ve zamanın izlerinin bahçede görünür hâle gelmesini sağlamaktadır. Böylece estetik deneyim, kalıcı bir form olarak değil, değişen ve her seferinde yeniden algılanan bir süreç olarak sağlanmaktadır.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Wabi-sabi estetik anlayışının mekânsal karşılıkları, Kyoto'da bulunan **Daisen-in Tapınak Bahçesi**'nde açık biçimde gözlemlenmektedir. Bahçede kullanılan taşlar ve kuru dere yatakları, simetrik bir düzen ya da kusursuz bir kompozisyon arayışı ile yerleştirilmemiştir (Görsel 1). Aksine, aşınma, düzensizlik ve doğal eskime süreci de estetik değerler olarak kabul görmektedir. **Kuru dere**, suyun fiziksel varlığını temsil etmekten çok, zamanın akışına ve geçiciliğine ilişkin düşünsel bir farkındalık üretmektedir. Bahçenin her mevsimde ve her ziyaret ile farklı algılanması, estetiğin sabit bir nitelik değil, deneyimler doğrultusunda biçimlenen ve sürekli yeniden üretilen bir olgu olduğunu ortaya koymaktadır.

Görsel 1. Kyoto Daisen-in Tapınağı bahçesi wabi-sabi estetik anlayışını yansıtan taş yerleşimleri ve dere yatağı (Anonymous 2025a)

Bahçede yer alan taşlar belirli bir hiyerarşi ya da odak noktası oluşturacak biçimde değil; boşluk ile birlikte anlam kazanan unsurlar olarak kurgulanmıştır (Görsel 2). Taşların çevresinde bırakılan geniş boşluk alanlar, mekânın tamamlanmamışlık hissini güçlendirirken, kullanıcıyı aktif bir algı sürecine davet etmektedir.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Görsel 2. Kyoto Daisen-in Tapınağı bahçesi taş yerleşimleri (Anonymous 2025a)

Wabi-sabi estetiğinin bir diğer bilinen örneği Kamakura'da bulunan **Hōkoku-ji Bambu Bahçesi**'dir. Wabi-sabi estetik anlayışının mekânsal karşılıkları olan doku, ışık, tekrar ve geçicilik güçlü biçimde gözlemlenmektedir. Bahçe, biçimsel gösterişten uzak, yalın ve doğal bir peyzaj kurgusu sunmaktadır. Bahçenin giriş aksında yer alan doğal taş döşeli yürüyüş yolu, yosun tutmuş yüzeyler ve düzensiz kenar çizgileri ile birlikte ele alındığında, mekânsal kurgunun bilinçli bir biçimde kusursuzluktan uzaklaştırılmıştır (Görsel 3).

Taşların ölçü, renk ve yerleşim açısından standartlaştırılmamış olması, wabi-sabi estetiğinin temel ilkelerinden biri olan düzensizlik ve doğallık ilkesini mekânsal ölçekte görünür kılmaktadır. Bu yol, kullanıcıyı hızlı bir geçişe değil; yavaşlamaya ve mekân ile bedensel bir ilişki kurmaya davet etmektedir.

Bahçenin bambu dokusu ile tanımlanan mekânsal kurgusunda ise dikey bambu gövdelerinin oluşturduğu tekrar, düzenli bir ritim sunmakta, ışık ve gölgenin etkisi ile her an değişen bir mekânsal algı üretmektedir (Görsel 4). Bambu gövdeleri arasından süzülen ışık, günün farklı saatlerinde mekânın atmosferini değiştirerek estetik deneyimin zamansal değişkenliğe sahip olduğunu vurgulamaktadır. Bu geçicilik hâli, wabi-sabi anlayışında estetik değerin kalıcı olmadığını, anlık farkındalıktan üretildiğini ortaya koymaktadır.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Görsel 3. Hōkoku-ji Bambu Bahçesi'nde yürüyüş yolu (Anonymous 2025b)

Görsel 4. Hōkoku-ji Bambu Bahçesi'nde bambu gövdelerinin oluşturduğu ritim ve ışık–gölge ilişkisi (Anonymous 2025b)

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Bahçenin daha iç kesimlerinde yer alan çakıl yüzeyler, budanmış ancak biçimsel mükemmellikten uzak bitki dokuları ve doğal topografya, estetik anlatının sadeleştiği sessiz bir ortam sunmaktadır (Görsel 5). Bahçede bulunan bitkisel materyal form özellikleri açısından, simetrik ya da idealize edilmiş bir düzen sunmak yerine, doğanın kendiliğinden gelişen yapısını çağrıştıran bir görünüm sergilemektedir. Böylece estetik deneyim, görsel yoğunluk yerine eksiltme ve sadelik olarak kullanıcıyı düşünsel bir farkındalık olarak sağlanmaktadır.

Görsel 5. Hōkoku-ji Bambu Bahçesi, çakıl yüzeyler ve bitkisel doku (Anonymous 2025b)

Bu örnekler doğrultusunda **wabi-sabi estetiği**, Uzakdoğu bahçelerinde mekân ile kurulan ilişkinin niteliğini belirleyen bir düşünme biçimi olarak değerlendirilmektedir. Estetik değer, kusursuzluk arayışında değil; zamanın, doğal döngülerin ve kullanım izlerinin mekândaki yansımalarıdır. Böylece bahçe, seyredilen bir nesne olmaktan çıkarak her ziyaret ile birlikte yeniden anlam kazanan ve deneyimlenen bir estetik süreç hâline gelmektedir.

- **Ma**

Japon estetik düşüncesinde **ma** kavramı, sadece bir **boşluk** ya da **yokluk** olarak değil; potansiyel anlamlar taşıyan bir aralık olarak tanımlanmaktadır. Pilgrim'e (1986) göre ma, anlamın ortaya çıkmasını mümkün kılan bir eşik durumudur. Burada boşluk, estetik anlatının eksik bir unsuru değil; anlam üretiminin temel bileşenlerinden biri olarak yorumlanmaktadır.

Uzakdoğu bahçelerinde ma, sadece fiziksel boşluklar olarak değil, kullanıcının duraksadığı, yavaşladığı ve mekân ile zihinsel ilişki kurduğu anlar olarak deneyimlenmektedir. Sessizlik, bu

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

bağlamda sesin yokluğu değil; algının yoğunlaştığı bir estetik duyumdur. Boşlukların bilinçli kullanımı, bireylerin mekân içindeki hareketini yavaşlatmakta ve estetik deneyimi derinleştirmektedir. Yürüyüş yolları, geçiş alanları ve boş bırakılan mekânsal aralıklar sayesinde estetik deneyim sadece görsel olarak değil; bedensel ve zamansal olarak da duyumsanabilmektedir.

Bu yaklaşımın en başarılı örneklerinden biri de Kyoto'daki **Katsura İmparatorluk Villa Bahçesi**'dir. Katsura Bahçesi, tek bir merkezden kavranabilecek bir bütünlük sunmak yerine, yürüyüş rotaları boyunca değişen mekânsal kurgular aracılığı ile deneyimlenmektedir (Görsel 6).

Görsel 6. Kyoto Katsura İmparatorluk Villası Bahçesi'nde yürüyüş rotaları (Anonymous 2025c)

Yapılar ile peyzaj arasındaki sınırların belirsizliği, geçiş ve duraklama anlarına göre kurgulanan boşluklar (ma), estetik deneyimi zamana yayarak bir süreç olarak deneyimlenmesini sağlamaktadır (Görsel 7)

Görsel 7. Kyoto Katsura İmparatorluk Villası Bahçesi'nde yer alan su yüzeyi ile bitkisel alanlar arasındaki mekânsal boşluklar (Anonymous 2025c)

- **Yūgen**

Yūgen, açıkça ifade edilemeyen, doğrudan gösterilmeyen ancak sezgisel olarak duyumsanan bir derinliği tanımlamaktadır. Japon estetik düşüncesinde **yūgen**, anlamın tamamının görünür kılınarak, izleyicide düşünsel ve duygusal bir farkındalık oluşturmayı amaçlamaktadır. Böylece estetik deneyim, açıklık ve bütünlükten çok ima, belirsizlik ve gizlilik olarak ifade bulmaktadır.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Uzakdoğu bahçelerinde sis, gölge, yarı gizlenmiş manzaralar, vistalar ve dolaylı görüş açıları **yūgen estetiğini** destekleyen mekânsal unsurlar olarak kullanılmaktadır. Her şeyin açıkça gösterilmemesi, ziyaretçiyi edilgen bir izleyici olmaktan çıkararak estetik deneyimin aktif bir öznesi hâline getirmektedir. Bu yaklaşım, estetik deneyimi tamamlanmış bir görsel kompozisyon yerine, sezgisel bir algı sürecine dönüştürmektedir.

Bu yaklaşımın en bilinen örneklerinden biri, Kyoto'daki **Ryōan-ji Tapınak Bahçesi**'dir. Beyaz çakıl zemin üzerine yerleştirilmiş taş gruplarının tamamı, hiçbir bakış noktasından bütüncül olarak aynı anda görülememektedir. Bilinçli olarak yaratılan bu eksiklik durumu, estetik deneyimi tamamlanmış bir görsel bütünlük olarak değil, sezgisel bir algıya yönlendirmektedir (Görsel 8).

Görsel 8. Kyoto Ryōan-ji Tapınak Bahçesi taş yerleşimleri (Anonymous 2025d)

Bahçede yer alan göl, çevresindeki bitki örtüsü ile birlikte sakin bir atmosfer oluşturmaktadır. Su yüzeyinde oluşan yansımalar, mekânsal sınırları belirsizleştirerek bakışın tek bir noktada sabitlenmesini engellemektedir (Görsel 9).

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Görsel 9. Kyoto Ryōan-ji Tapınak Bahçesi'nde yer alan göl (Anonymous 2025d)

Kiraz çiçeklerinin kısa süreli çiçeklenme dönemi ise mekânın estetik değerini zamana bağlı bir deneyim olarak öne çıkarmaktadır (Görsel 10). Bu olgu, estetik deneyimin kalıcı bir düzen yerine geçici bir an üzerinden şekillendiğini düşündürmektedir. Böylece mekân, yūgen estetiğinde olduğu gibi, anlamını doğrudan sunmak yerine ima ve sezgisel farkındalık yolu ile hissettiren bir deneyim alanı hâline gelmektedir.

Görsel 10. Kyoto Ryōan-ji Tapınak Bahçesi'nde bulunan kiraz çiçekleri (Anonymous 2025d)

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

- **Shakkei**

Uzakdoğu bahçelerinde estetik deneyim sadece tasarlanan alan ile sınırlı değildir. Bahçenin çevresi ile ilişkileri de görsel zenginliği artıracak biçimde kurgulanmaktadır.

Bu yaklaşımın en belirgin kavramsal karşılıklarından biri **shakkei (ödünç alınmış manzara)** uygulamasıdır. Shakkei, bahçe sınırlarının ötesindeki doğal ya da yapılı çevre unsurlarının, bilinçli bir mekânsal kurgu ile bahçenin bir parçası hâline getirilmesini ifade etmektedir. Böylece, estetik deneyim kapalı bir kompozisyon anlayışı olmaktan çıkararak, açık, süreklilik gösteren ve bağlamsal bir mekânsal algıya dönüşmektedir (Slawson, 1987).

Batı estetik anlayışı kapsamında manzara çoğunlukla çerçevelenen, sınırları belirli ve izlenebilir bir görsel bütünlük olarak kurgulanırken; shakkei anlayışı, mekânsal sınırları bilinçli olarak belirsizleştirmektedir. Bu bağlamda estetik değer, bahçenin tasarımının yanı sıra çevresi ile kurduğu görsel ve algısal ilişkide de ortaya çıkmaktadır. Dağ siluetleri, uzak ağaç dokuları ya da mimari öğeler, fiziksel olarak bahçeye dâhil edilmeden estetik anlatının bir parçası hâline getirilmektedir.

Shakkei'nin peyzaj tasarımı açısından önemi, mekânın sadece tasarlanan elemanlar kapsamında değil, algılanan ilişkiler üzerinden bütüncül okunmasını mümkün kılmasıdır. Bu yaklaşım, doğanın temsil edilmesi yerine, doğa ile kurulan ilişkinin güçlendirilmesini hedeflemektedir. Böylece estetik deneyim, mekânsal sınırların ötesine taşarak, çevresel bağlam ile bütünleşen çok katmanlı bir algı sürecine dönüşmektedir (Keane, 1996).

Shakkei kavramının belirgin örneklerinden biri, Nara'daki **Jikō-in Tapınak Bahçesi**'nde görülmektedir. Bahçenin mekânsal kurgusu, çevredeki kırsal peyzajın ve uzak dağ siluetlerinin bilinçli bir biçimde bahçe kompozisyonuna dâhil edilmesi ve görsel sürekliliğinin sağlanması üzerine kurgulanmıştır (Görsel 11). Manzaranın bahçenin doğal bir uzantısı gibi algılanması, shakkei anlayışının temel ilkesi olan "ödünç alma" fikrini güçlendirmektedir. Böylece bahçe, kapalı ve kendi içinde tamamlanan bir kompozisyon olmaktan çıkarak, çevresel bağlamla süreklilik kuran açık bir estetik deneyim alanına dönüşmektedir.

Görsel 11. Nara Jikō-in Tapınak Bahçesi dağ siluetinin görsel kompozisyona dâhil edilmesi (Anonymous, 2025e).

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

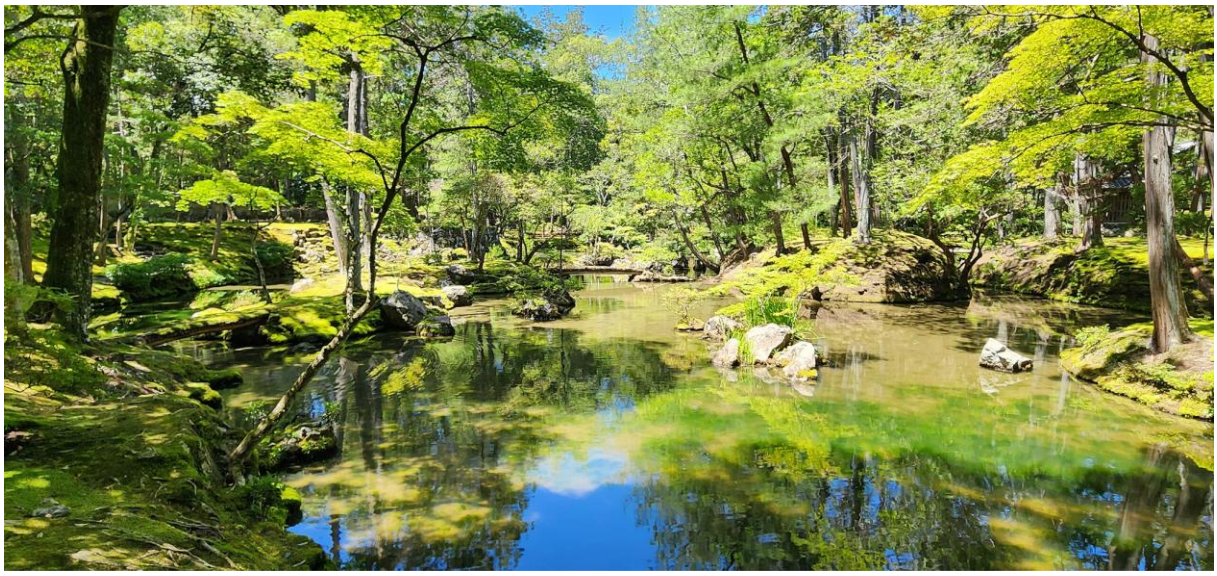
- **Miegakure**

Uzakdoğu bahçelerinde estetik deneyimin zamana yayılmasını sağlayan bir diğer önemli kavram "**miegakure**"dir. Miegakure, mekânsal öğelerin bütünü ile açığa çıkarılması yerine, kısmen gizlenerek ve aşamalı biçimde görünür kılınmasını ifade etmektedir. Bu yaklaşım, estetik deneyimi tek bir bakışta tüketilebilen bir görsel algıdan çıkararak, hareket ve keşif süreci ile şekillenen bir deneyim hâline getirmekte; algıyı dinamik kılmaktadır.

Miegakure anlayışında patikaların kıvrımlı biçimde kurgulanması, görüş açılarının bilinçli olarak sınırlandırılması, bitki örtüsü ya da yapısal elemanlar ile manzaraların parça parça sunulması önemli tasarım ilkeleridir. Bu sayede kullanıcı, mekân içinde ilerledikçe farklı sahneler ile karşılaşmakta ve estetik deneyim zamansal bir boyut kazanmaktadır. Bu kapsamda estetik algının görsel niteliği, bedensel hareket ve zaman ile birlikte oluşmaktadır (Isozaki, 2006).

Miegakure, yūgen kavramı ile doğrudan ilişkilidir. Çünkü her iki yaklaşımda da estetik değer, doğrudan gösterilen değil; ima edilen ve sezgisel olarak tamamlanan anlamlar aracılığı ile sağlamaktadır. Bu bağlamda estetik deneyim, kullanıcının zihinsel katılımını gerektiren aktif bir sürece dönüşmektedir.

Miegakure estetik anlayışının mekânsal karşılıkları, Kyoto'daki **Saiho-ji Tapınak Bahçes**i'nde açık biçimde gözlemlenmektedir. Bahçede **manzara**, **yoğun yosun dokusu**, **ağaç grupları** ve **organik patikalar** aracılığı ile kısmen gizlenmekte ve aşamalı biçimde görünür hâle gelmektedir (Görsel 12). Bu gizleme–açma stratejisi, estetik deneyimi tek bir bakışta tüketilebilen görsel bir bütün olmaktan çıkararak zamana yayılan bir keşif sürecine dönüştürmektedir. Kullanıcı, mekân içinde hareket ettikçe yeni görsel değerler ile karşılaşmakta; böylece estetik algı, sadece görsel değil, bedensel hareket ve zaman ile birlikte deneyimlenmektedir.



ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Görsel 12. Kyoto Saiho-ji Tapınak Bahçesi (Anonymous, 2025f).

- **Mono no Aware**

Uzakdoğu estetik düşüncesinde geçicilik sadece fiziksel bir olgu değil, aynı zamanda duygusal ve düşünsel bir farkındalık alanıdır. Bu yaklaşım "**mono no aware**" kavramı ile ifade edilmektedir. Mono no aware, varlıkların geçici doğasına yönelik derin bir duyarlılığı ve bu geçicilikten doğan melankolik farkındalığı tanımlamaktadır (Shirane, 2012).

Japon bahçelerinde mevsimsel değişimler, bu duygusal estetik anlayışın mekânsal karşılığını oluşturmaktadır. Kiraz çiçeklerinin kısa sürede açıp dökülmesi, sonbaharda yaprakların renk değiştirerek toprağa karışması ya da yosunların süreç içinde mekâna hâkim olması, estetik değerin süreklilikten değil; geçici hâllerden üretildiğini göstermektedir. Bu bağlamda bahçe, sabit bir kompozisyon değil; zamanın etkisi ile sürekli dönüşen bir deneyim alanı olarak okunmaktadır.

Mono no aware, wabi-sabi estetiğini tamamlayan bir kavramdır. Wabi-sabi, geçiciliğin biçimsel ve maddi izlerini görünür kılarken; mono no aware, bu geçiciliğin kullanıcıda yarattığı duygusal farkındalığı ön plana çıkarmaktadır. Bu uygulama ile Japon bahçeleri, estetik deneyimi sadece görsel değil, duygusal ve düşünsel bir süreç olarak da deneyimlemektedir (Parkes, 2011).

Mono no aware kavramının mekânsal karşılığı, Kyoto'daki **Daigo-ji Tapınak Bahçes**i'nde açık biçimde gözlemlenmektedir (Görsel 13). Bahçenin özellikle mevsimsel değişimler ile dönüşen peyzaj karakteri, estetik değerin süreklilikten değil, geçici hâllerden üretildiğini ortaya koymaktadır. Görsel 13'de yer alan kiraz çiçeklerinin kısa süreli çiçeklenme evresi, bahçenin yılın belirli bir döneminde farklı bir duygusal atmosfer kazanmasına neden olmaktadır. Bu geçici güzellik durumu, izleyicide sadece görsel bir beğeni değil; aynı zamanda kaybolmakta olan bir ana tanıklık etme bilinci yaratmaktadır. Mono no aware, bu bağlamda, doğanın döngüsel değişimini estetik deneyimin merkezine yerleştirerek mekânın zaman ile kurduğu ilişkiyi ön plana çıkarmaktadır. Bahçe, sabit ve değişmez bir kompozisyon olarak değil; zamanın etkisi ile sürekli dönüşen, duygusal farkındalık üreten bir deneyim alanı olarak deneyimlenmektedir.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Görsel 13. Kyoto Daigo-ji Tapınak Bahçesi (Anonymous, 2025g).

Uzakdoğu bahçeleri estetik felsefenin soyut kavramlarını temsil etmenin yanı sıra bu kavramların doğrudan deneyimlendiği, fiziksel, duyusal ve düşünsel farkındalık üreten peyzajlar olarak okunmaktadır. Bu bağlamda estetik, bakılan bir nesne olmaktan çıkarak, sessizlik, boşluk ve zaman aracılığı ile yaşanan bir hâl olmaktadır.

5. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Estetik felsefe peyzaj mimarlığı bağlamında çoğu zaman görsel ve biçimsel ölçütler ile sınırlandırılmaktadır. Oysa Uzakdoğu bahçe ve mekân kültüründe estetik deneyim fiziksel, zamansal ve sezgisel boyutları ile çok katmanlı farklı bir yapıya sahiptir. Batı estetik anlayışında önemli olan somut, nesne merkezli, görsel odaklı ve tamamlanmışlık ilkesine dayalı yaklaşımlar ile Doğu estetik düşüncesinin süreç, eksiklik ve ilişkisel temelli yapısı karşılaştırıldığında Uzakdoğu bahçelerinin tasarım olarak özgün bir estetik niteliği ve kimliği bulunmaktadır. Sadece göze hoş görünen somut değerler değil, göz ile görülmeyen ancak duyumsanan soyut değerler de estetik kalitenin belirlenmesinde ve deneyimlenmesinde önemlidir.

Çalışma kapsamında ele alınan wabi-sabi, ma ve yūgen kavramları, estetiğin sadece görünen biçimlerde değil; sessizlik, boşluk, belirsizlik ve geçicilik aracılığı ile kurulan bir deneyim alanı olduğunu göstermektedir. Uzakdoğu bahçelerinde estetik değer, nesnelerin simetrik düzenleri ya da biçimsel mükemmelliğinde değil; süreç içinde, her mekânsal deneyim ile yeniden açılan ve kullanıcıyı düşünsel bir sürece dâhil eden mekânsal kurguda bulunmaktadır. Bu yönü ile estetik, sabit ve evrensel ölçütlere dayanan bir yargı olmaktan çıkarak, deneyim ile sürekli yeniden üretilen bir farkındalık alanı ve mekânsal izlenim hâline gelmektedir.

Daisen-in, Ryōan-ji ve Katsura İmparatorluk Villası gibi örnekler Japon bahçelerinde estetik felsefenin soyut bir düşünce alanı olarak kalmadığını; aksine peyzaj tasarımı aracılığı ile somutlaştığını göstermektedir. Bu bahçelerde eksiklik, kusur ya da belirsizlik olarak algılanabilecek unsurlar, estetik değeri azaltan öğeler değil; kullanıcıyı edilgen bir izleyici olmaktan çıkararak mekân ile aktif bir ilişki kurmaya yönlendiren araçlar olmaktadır. Boşluklar (ma) sadece fiziksel aralıklar değil; duraksama, yavaşlama ve düşünme anları üretirken; yūgen,

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

doğrudan gösterilmeyen ama sezgisel olarak hissedilen ve duyumsanan bir derinlik duygusu yaratarak estetik deneyimi tamamlanmamış bir süreç olarak kurgulamaktadır. Wabi-sabi ise bu süreci zamanın izleri, aşınma ve geçicilik olguları doğrultusunda görünür kılmaktadır.

Uzakdoğu bahçeleri, peyzaj tasarımı ve açık yeşil alan biçimlenmesi kapsamında sadece biçimsel bir referans değil; mekân ile kurulan ilişkinin niteliğine dair güçlü bir düşünsel perspektif de sunmaktadır. Bu kapsamda estetik deneyim görsel hâkimiyet ve kontrol ile değil; sessizlik, boşluk ve süreçler ile derinleşmekte ve çağdaş peyzaj mimarlığına eleştirel bir açılım sağlamaktadır. Özellikle bugün peyzaj düzenleme çalışmalarında sık olarak karşılaşılan aşırı tasarlanmış, yoğun ve hız odaklı tasarımlar karşısında Uzakdoğu estetik düşüncesinin sunduğu minimalist, eksiltme, duraksama ve sezgisel deneyim ilkeleri alternatif bir tasarım yaklaşımı olarak değerlendirilmelidir.

Estetik felsefenin peyzaj mimarlığı bağlamında yeniden okunması, tasarımı sadece biçim üretme pratiği olmaktan çıkararak, insan–mekân–doğa ilişkisini derinleştiren deneyimsel bir sürece dönüştürdüğünü ortaya koymaktadır. Uzakdoğu bahçeleri özelinde gerçekleştirilen bu okuma, sessizliğin ve boşluğun edilgen değil, aktif mekânsal bileşenler olduğunu; estetik değerin ise tamamlanmış formlarda değil, deneyim ile açılan anlam katmanlarında bulunduğunu göstermektedir. Bu yaklaşım, peyzaj mimarlığının geleceğinde estetik düşüncenin sadece nasıl göründüğü değil, nasıl hissedildiği ve nasıl yaşandığı soruları kapsamında yeniden tartışılması gerektiğini sorgulamaktadır.

KAYNAKÇA

Anonymous 2025a Web sitesi: https://en.wikipedia.org/wiki/Daisen-in

Erişim Tarihi: 09.01.2026

Anonymous 2025b Web sitesi: https://japanesegardens.jp/gardens/famous/hokoku-ji/

Erişim Tarihi: 09.01.2026

Anonymous 2025c Web sitesi: https://en.wikipedia.org/wiki/Katsura_Imperial_Villa

Erişim Tarihi: 09.01.2026

Anonymous 2025d Web sitesi:https://en.wikipedia.org/wiki/Ry%C5%8Dan-ji

Erişim Tarihi: 09.01.2026

Anonymous 2025e Web sitesi:https://en.wikipedia.org/wiki/Jik%C5%8D-in

Erişim Tarihi: 09.01.2026

Anonymous 2025f Web sitesi:https://en.wikipedia.org/wiki/Saih%C5%8D-ji_(Kyoto)

Erişim Tarihi: 09.01.2026

Anonymous 2025g Web sitesi:https://en.wikipedia.org/wiki/Daigo-ji

Erişim Tarihi: 09.01.2026

Baumgarten, A. G. (1954). *Aesthetica* (İlk baskı 1735). Frankfurt an der Oder: Johann Christian Kleyb.

Berleant, A. 1992. The aesthetics of environment. Philadelphia: Temple University Press.

Berleant, A. (2005). *Aesthetics and environment: Variations on a theme*. Aldershot: Ashgate.

Carlson, A. (2000). *Aesthetics and the environment: The appreciation of nature, art and architecture*. London: Routledge.

Heidegger, M. 1971. Poetry, language, thought (A. Hofstadter, Trans.). New York: Harper & Row.

Heidegger, M. (2008). *Varlık ve zaman* (Çev. K. H. Ökten). İstanbul: Agora Kitaplığı.

Isozaki, A. (2006). *Japan-ness in Architecture*. Cambridge, MA: MIT Press.

Kant, I. (2007). *Yargı yetisinin eleştirisi* (Çev. A. Yardımlı). İstanbul: İdea Yayınları.

Keane, M. (1996). *Japanese Garden Design*. Tokyo: Tuttle Publishing.

Keswick, M. (2003). *The Chinese Garden*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Koren, L. 1994. Wabi-sabi for artists, designers, poets & philosophers. Berkeley, CA: Stone Bridge Press.

Parkes, G. 2005. Japanese aesthetics. In E. N. Zalta (Ed.), The Stanford encyclopedia of philosophy. Web Sitesi: https://plato.stanford.edu Erişim Tarihi: 02.01.2026

Pilgrim, R. B. 1986. Intervals (ma) in space and time: Foundations for a religious aesthetics. History of Religions, 25(3), 255–277. Web Sitesi: https://doi.org/10.1086/463023 Erişim Tarihi: 03.01.2026

Shirane, H. 2012. Japan and the culture of the four seasons: Nature, literature, and the arts. New York: Columbia University Press.

Slawson, D. (1987). *Secret Teachings in the Art of Japanese Gardens*. Tokyo: Kodansha.

Young, D., & Young, M. (2005). *The Art of the Japanese Garden*. Tokyo: Tuttle Publishing.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

FOTOVOLTAİK MODÜLLERİN GERİ DÖNÜŞÜM YÖNETİMİ: ANKARA İLİ İÇİN SAYISAL PROJEKSİYONLAR VE GERİ DÖNÜŞÜM STRATEJİLERİ

Dr. Taner DİNDAR
Ankara Üniversitesi
tdindar@ankara.edu.tr - 0000-0002-4112-2114

ÖZET

Bu çalışma, Ankara ilinde fotovoltaik (PV) modüllerin geri dönüşüm yönetimini sayısal verilere ve güncel literatüre dayalı analizler çerçevesinde ele almaktadır. Ankara'da yaklaşık 694 MW düzeyine ulaşan kurulu PV kapasitesinin yaklaşık 1,74 milyon modüle ve 34.800 tonluk bir modül kütlesine karşılık geldiği hesaplanmıştır. Kurulum yoğunluğunun 2015-2020 döneminde gerçekleşmiş olması ve panel tasarım ömrünün 25-30 yıl aralığında değişmesi, 2040-2050 yılları arasında önemli bir atık dalgasının kaçınılmaz olduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışmada PV modüllerin bileşen yapısı dikkate alınarak geri kazanım potansiyeli değerlendirilmiş; fiziksel, kimyasal ve hibrit geri dönüşüm yöntemleri karşılaştırılmıştır. Hibrit yöntemlerin teknik ve ekonomik denge açısından diğerlerinden daha elverişli olduğu anlaşılmıştır. Mevcut sistemdeki başlıca sınırlayıcılar ise altyapı eksikliği, yüksek işlem maliyetleri ve düzenleyici boşluklar olarak belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar, PV atık yönetiminin yalnızca teknik bir süreç olmadığını; ekonomik teşvikler ve kurumsal kapasite ile birlikte ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Ankara özelinde geliştirilen değerlendirmeler, Türkiye'de sürdürülebilir PV geri dönüşüm sistemlerinin tasarlanmasına yönelik uygulanabilir bir çerçeve sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fotovoltaik geri dönüşüm, PV atık yönetimi, yeşil enerji

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

ABSTRACT

This study examines the recycling management of photovoltaic (PV) modules in Ankara within the framework of analyses based on quantitative data and recent literature. It has been estimated that the installed PV capacity in Ankara, which has reached approximately 694 MW, corresponds to about 1.74 million modules and a total module mass of 34,800 tons. The fact that installation density was concentrated between 2015 and 2020, combined with a typical panel design lifetime of 25–30 years, indicates that a significant wave of waste will be inevitable between 2040 and 2050.

In the study, the recovery potential of PV modules was evaluated by considering their component structure, and physical, chemical, and hybrid recycling methods were compared. It was found that hybrid methods are more advantageous than others in terms of achieving a balance between technical feasibility and economic efficiency. The main constraints in the current system were identified as insufficient infrastructure, high processing costs, and regulatory gaps.

The findings demonstrate that PV waste management is not merely a technical process; rather, it must be addressed together with economic incentives and institutional capacity. The assessments developed specifically for Ankara provide a practical framework for designing sustainable PV recycling systems in Türkiye.

Keywords: Photovoltaic recycling, PV waste management, green energy

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

1. GİRİŞ

Güneş enerjisi yatırımlarındaki hızlı artış, enerji üretiminde sürdürülebilirliği desteklerken yeni bir çevresel sorunu da gündeme taşımaktadır: yaşam sonu PV modül atıkları. Türkiye'nin güneş enerjisi kurulu gücü 2025 başı itibarıyla yaklaşık 26,5 GW seviyesine ulaşmış; güneş enerjisinin toplam kurulu güç içindeki payı %20'yi geçerek elektrik sisteminin önde gelen kaynakları arasına girmiştir [1, 2]. Bu hızlı büyüme, orta ve uzun vadede büyük hacimli PV atıklarının yönetimini zorunlu hâle getirmektedir.

Ankara ili, sahip olduğu yüksek kurulu güç kapasitesi ile bu dönüşümün önemli merkezlerinden biridir. Türkiye il sıralamasında Konya'nın ardından gelen Ankara'nın kurulu GES kapasitesi yaklaşık 694 MW'a ulaşmıştır [3]. Mevcut kurulumların büyük bölümü silikon tabanlı monokristalin modüllerden oluşmakta; bu modüllerin tipik tasarım ömrü 25-30 yıl aralığında değişmektedir. Başlıca PV teknoloji tipleri Çizelge 1'de özetlenmektedir.

Çizelge 1. Fotovoltaik modüller [4]

Teknoloji	Hücre Tipi
Silikon bazlı	Monokristalin
	Poli- veya çok kristalli
	Şerit
	a-Si (amorf/mikromorf)
İnce film tabanlı	Bakır indiyum galyum (di)selenit (CIGS)
	Kadmiyum tellürit (CdTe)
Diğer	Yoğunlaştırılmış güneş fotovoltaik (CPV)
	Organik fotovoltaik/boya duyarlı hücreler (OPV)
	Kristal silikon (gelişmiş c-Si)
	CIGS alternatifleri, ağır metaller (örneğin, peroksit), gelişmiş III–V

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Günümüz kurulumlarında hâkim teknoloji olan monokristalin ve polikristalin silikon bazlı modüller, toplam küresel kurulu gücün yaklaşık %95'ini oluşturmaktadır.

Kurulum yoğunluğunun 2015-2020 döneminde gerçekleştiği göz önüne alındığında, Ankara'daki mevcut modül stoğunun büyük bölümünün 2040-2050 yılları arasında yaşam sonuna ulaşacağı öngörülmektedir. 694 MW kurulu güç, standart 400 Wp panel kapasitesi esas alındığında yaklaşık 1,74 milyon panel ve 34.800 ton modül kütlesine karşılık gelmektedir [3, 5]. IRENA ve IEA-PVPS'in gerçekleştirdiği ilk kapsamlı küresel projeksiyon çalışması, küresel ölçekte biriken PV modül atığının 2050 itibarıyla 78 milyon tona ulaşabileceğini; bu materyallerin ekonomiye tam olarak geri kazandırılması hâlinde 15 milyar USD'ı aşan bir değer yaratılabileceğini ortaya koymaktadır [6]. Bu tablonun Türkiye ve Ankara ölçeğine yansıması, söz konusu sürecin bugünden planlanmasını zorunlu kılmaktadır.

Bu çalışma, Ankara'daki mevcut PV altyapısını temel alarak gelecekte oluşacak atık miktarını nicel olarak ortaya koymakta ve bu atığın yönetimi için uygulanabilir geri dönüşüm stratejilerini değerlendirmektedir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Son yıllarda PV modül geri dönüşümü üzerine yapılan çalışmalar belirgin şekilde artmıştır. Bu artış hem modül yaşam sonunun yaklaşmasından kaynaklanan farkındalığı hem de Avrupa Yeşil Mutabakatı gibi politika süreçlerinin araştırma gündemini yeniden şekillendirmesini yansıtmaktadır. Çalışmalar genel olarak üç başlık altında toplanmaktadır: teknik geri dönüşüm yöntemleri, ekonomik uygulanabilirlik ve politika çerçeveleri. Bu bölümde çalışmanın dayandığı dört temel akademik kaynağın karşılaştırmalı özeti Çizelge 2'de sunulmaktadır.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Çizelge 2. Literatür Taraması Karşılaştırmalı

No	Yazar / Yıl	Dergi / Yayın	Konu	Yöntem	Temel Bulgular
[1]	TEİAŞ (2025)	Kurulu Güç Raporları (Kamu raporu)	Türkiye aylık elektrik kurulu güç verileri; il bazlı GES kapasitesi	Aylık istatistik raporu; kamu verisi	Ankara GES kurulu gücü Temmuz 2021 itibarıyla 390,9 MW; Türkiye toplam GES kurulu gücü 2024 sonunda ~24.500 MW seviyesine ulaşmıştır.
[2]	ETKB (2023)	Türkiye Ulusal Enerji Planı 2023-2035 (Kamu raporu)	Türkiye güneş enerjisi kurulu güç hedefleri; il bazlı kapasite verileri	Ulusal politika belgesi; bakanlık açıklamaları	2035 yılında güneş enerjisi kurulu gücünün 52,9 GW'a ulaşması hedeflenmekte; Ankara Mart 2023 itibarıyla 520,5 MW kurulu GES kapasitesine sahiptir.
[3]	Karakaya ve Şen (2024)	Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 14(3), 1486-1502	Türkiye güneş enerjisi potansiyelinin PVSyst ile analizi; il bazlı kurulu güç verileri	Simülasyon analizi (PVSyst); resmi kayıt verileri	Güneş enerjisinde en yüksek kurulu güce sahip il Konya olup Ankara 694 MW ile ikinci sıradadır; Ankara'nın yıllık güneşlenme süresi ~2.470 saat olarak belirlenmiştir.
[4]	Diez-Suarez vd. (2024)	Energies, MDPI, 17(23), 6015	Silisyum tabanlı PV modüllerin geri dönüşümü; Akdeniz Bölgesi perspektifi, WEEE Direktifi değerlendirmesi	Teknik ve politika analizi; bölgesel karşılaştırmalı vaka incelemesi	Silisyum, gümüş ve cam geri kazanımı ekonomik ve çevresel fayda taşımaktadır; WEEE uygulamasındaki boşluklar ve maliyet engeli tespit edilmiştir.
[5]	Sun (2025)	Applied and Computational Engineering, 162, 130-135	Fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal geri dönüşüm yöntemlerinin analizi; hibrit yöntem önerisi	Deneysel yöntem analizi; yeni süreç tasarımı ve karşılaştırmalı değerlendirme	Hibrit süreç (cam ayrıştırma + tuz aşındırma) ile eksiksiz cam geri kazanımı ve yüksek saflıkta değerli metal eldesi mümkün olmaktadır.
[6]	IRENA & IEA-PVPS (2016)	End-of-Life Management: Solar PV Panels (Rapor)	Küresel PV atık projeksiyonları 2050; geri kazanım ekonomik potansiyeli	Senaryo analizi; küresel veri modellemesi	2050 itibarıyla küresel PV atığı 78 milyon tona ulaşabilir; tam geri kazanım 15 milyar USD değer yaratabilir.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

No	Yazar / Yıl	Dergi / Yayın	Konu	Yöntem	Temel Bulgular
[7]	Zhou vd. (2024)	Frontiers in Energy, 18, 685-698	Kristal silikon PV geri dönüşüm durumu; küresel pazar analizi	Pazar analizi; politika incelemesi	Küresel PV geri dönüşüm pazarı 2025'te 384-492 milyon USD; 2030-2034'te 900 milyon-2,5 milyar USD'a ulaşması öngörülmektedir.
[8]	Huang vd. (2024)	Sustainability, 16(1), 60 – MDPI	Kristal silikon PV modül geri dönüşümünün kapsamlı incelemesi; mekanik, termal ve kimyasal yöntemler	Sistematik literatür derlemesi; yöntem karşılaştırması	Pirolyз organik malzemeleri etkin biçimde ayrıştırsa da enerji yoğundur; kimyasal yöntemler yüksek saflık sağlar fakat maliyet ve ekolojik yük barındırır.
[9]	Fan vd. (2024)	EPJ Photovoltaics, 15, 35	ROSI yüksek değerli geri kazanım sürecinin LCA değerlendirmesi; çevresel etki ve faydaları	Yaşam döngüsü analizi (LCA); endüstriyel tesis verisi	Si %85, Al %100, Ag %98-100, cam %95, Cu %97 geri kazanım oranları; 14 çevresel etki kategorisinin 9'unda %90 iyileşme.
[10]	Botan vd. (2025)	Green Energy and Environmental Technology (IntechOpen)	PV panellerinin yaşam sonu yönetimi; geri dönüşüm ve yeniden kullanım stratejileri	Nitel literatür derlemesi; politika karşılaştırması	Politika desteği ve çevre eğitiminin geri dönüşüm başarısında belirleyici rol oynadığı; döngüsel ekonomi pratiklerinin yaygınlaşmasının zorunlu olduğu tespit edilmiştir.
[11]	Gerold ve Antrekowitsch (2024)	Sustainability, MDPI, 16(6), 2542	PV modül geri dönüşümündeki teknolojik ve ekonomik engeller; döngüsel ekonomi fırsatları	Kapsamlı literatür derlemesi; teknoloji karşılaştırması	Altyapı yetersizliği ve düzenleyici boşluklar temel engel; paydaş iş birliği ve teknolojik inovasyonun birlikte hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Çizelge 2'de yer alan kaynakların her biri PV geri dönüşüm sorunsalının farklı bir boyutuna ışık tutmaktadır.

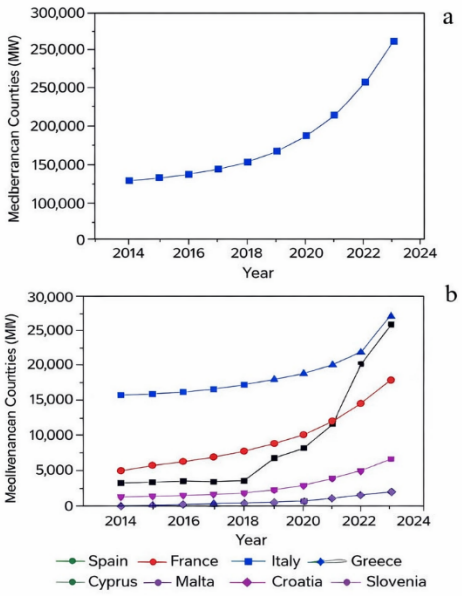
Literatürde fiziksel yöntemlerin düşük maliyetli ancak düşük saflıkta çıktı ürettiği; kimyasal yöntemlerin yüksek saflık sağladığı ancak çevresel ve ekonomik yük oluşturduğu belirtilmektedir [5]. Kristal silikon PV modüllerinin geri dönüşümünü kapsamlı biçimde ele alan Huang vd. [8], termal yöntemlerden pirolizin organik bileşenleri etkin biçimde ayrıştırdığını ancak yüksek enerji tüketimi nedeniyle ölçeklenebilirliğinin sınırlı kaldığını

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

vurgulamaktadır. Kimyasal yöntemler ise yüksek saflıkta silisyum ve gümüş geri kazanımı sağlamakla birlikte asit ve solvent atık yönetimini de beraberinde getirmektedir [8]. Daha yeni çalışmalar bu iki yaklaşımı birleştiren hibrit sistemlerin daha dengeli sonuçlar sunduğunu ortaya koymaktadır. Sun [5] tarafından önerilen cam ayrıştırma ve tuz aşındırma yöntemini birleştiren hibrit süreç, güneş paneli camını eksiksiz geri kazandırmakta ve değerli metallerin yüksek saflıkta elde edilmesine imkân tanımaktadır. Endüstriyel ölçekte uygulanan ROSI geri dönüşüm sürecine ilişkin yaşam döngüsü analizi çalışmasında [9] ise silisyum için %85, alüminyum için %100, gümüş için %98-100 ve cam için %95 geri kazanım oranlarına ulaşıldığı; aynı zamanda 14 çevresel etki kategorisinin 9'unda %90'ı aşan iyileşmeler kaydedildiği raporlanmaktadır.

Politika boyutunda ise düzenleyici çerçevelerin tek başına yeterli olmadığı; finansal mekanizmalar ve paydaş iş birlikleri ile desteklenmesi gerektiği vurgulanmaktadır [10, 11]. Özellikle genişletilmiş üretici sorumluluğu (GÜS) modelleri, geri dönüşüm sistemlerinin sürdürülebilirliği açısından kritik görülmektedir. Botan vd. [10], araştırma-geliştirme teşvikleri ile çevre eğitimini bir arada sunan politika paketlerinin geri dönüşüm oranlarını belirgin biçimde artırdığını tespit etmektedir.

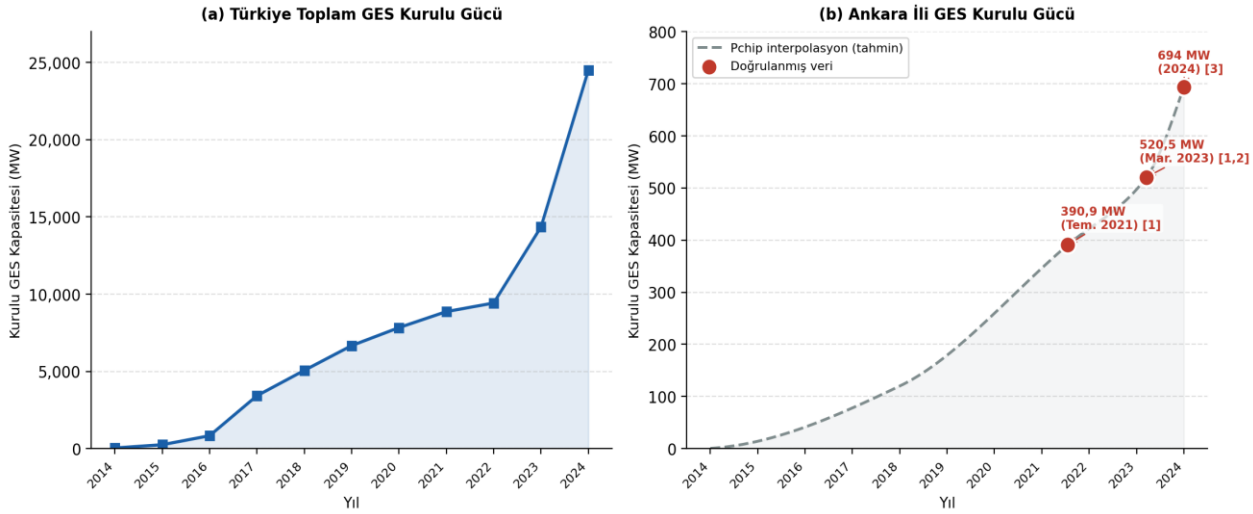
Diez-Suarez vd. [4], Akdeniz Bölgesi'ni odağa alarak bu bölgedeki güneş enerjisi pazarının yaşam sonu yönetim sorunlarını derinlemesine incelemektedir. Görsel 1'de sunulan veriler, Avrupa Birliği'ndeki toplam fotovoltaik kurulu gücün 2014-2023 döneminde neredeyse üç katına çıktığını ve Akdeniz ülkelerinde İspanya ile İtalya'nın en hızlı büyüyen pazarlar olduğunu göstermektedir. Türkiye bu grafiklerde yer almamakla birlikte, 2014'te yalnızca 40 MW olan kurulu güneş enerjisi kapasitesini 2025 itibarıyla ~26.500 MW'a taşıyarak söz konusu Akdeniz ülkelerini geçen bir büyüme ivmesi yakalamıştır [1, 2]. Bu benzerlik, Akdeniz deneyiminden çıkarılan politika ve teknoloji derslerinin Ankara için de doğrudan uygulanabilir olduğuna işaret etmektedir.



Şekil 1. (a) AB'de kurulu toplam fotovoltaik kapasite ve (b) Akdeniz ülkelerinde kurulu toplam fotovoltaik kapasite [4]

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Bu büyüme eğrisinin Ankara özelindeki yansıması Şekil 2'de sunulmaktadır. Kamuya açık kaynaklardan elde edilen üç doğrulanmış veri noktası şunlardır: Temmuz 2021 itibarıyla 390,9 MW (TEİAŞ aylık rapor özeti) [1], Mart 2023 itibarıyla 520,5 MW (ETKB il bazlı açıklaması) [1, 2] ve 2024 yılı itibarıyla 694 MW [3]. Bu üç nokta arasındaki dönemler kamuya açık kaynaklarda il kırılımında yayımlanmamakta; grafik, söz konusu noktalar arasında Pchip monoton interpolasyonu ile elde edilen tahmini eğriyi göstermektedir. Bu metodolojik sınırlılık, grafikte açıkça belirtilmiştir. Reel veri noktalarının sergilediği ivme, Ankara'nın tek on yılda yaklaşık 700 kat büyüme kaydettiğini ortaya koymakta ve 2040-2050 döneminde karşılaşılacak atık dalgasının temelini somutlaştırmaktadır.



Şekil 2. (a) Türkiye toplam GES kurulu gücü (TEİAŞ/ETKB, 2014-2024) ve (b) Ankara ili GES kurulu gücü [1-3].

Not: Kırmızı noktalar kamuya açık kaynaklarca doğrulanmış üç veri noktasıdır: 390,9 MW (Temmuz 2021, TEİAŞ) [1], 520,5 MW (Mart 2023, ETKB) [1, 2] ve 694 MW (2024) [3]. Gri kesikli eğri bu noktalara kenetlenmiş Pchip monoton interpolasyonudur; 2021 öncesi yıllar tahmini niteliktedir.

Verimliliği %20'yi aşan ve uzun ömürlü yapısıyla monokristalin modüller bölgede hâkim teknoloji konumundadır; ancak bu modüllerin geri dönüşümü diğer türlere kıyasla daha enerji yoğun süreçler gerektirmektedir. Silisyum, gümüş ve camın geri kazanım oranları hem ekonomik hem de çevresel boyutuyla ele alınmış; cam geri kazanımının toplam atık hacmini önemli ölçüde azaltabildiği gösterilmiştir [4].

3. YÖNTEM VE MATERYAL

Bu çalışma, betimsel analiz ve sistematik literatür derlemesine dayanmaktadır. Araştırma sorusu şu şekilde belirlenmiştir: "Ankara ili güneş enerjisi altyapısı göz önüne alındığında, PV modüllerinin yaşam sonu yönetiminde hangi stratejiler uygulanabilirdir?" Veri kaynakları olarak ulusal enerji raporları (TEİAŞ, ETKB), Türkiye Ulusal Enerji Planı ve güncel akademik yayınlar kullanılmıştır [1-3].

Kaynak taraması Web of Science, Scopus ve Google Scholar veri tabanları üzerinden 2023-2025 yılları arasında yayımlanmış, hakemli akademik kaynaklarla sınırlı biçimde yürütülmüş; nihai analize dört temel akademik makale dahil edilmiş; ek dört uluslararası kaynak ile ulusal istatistik raporları destekleyici kaynak olarak kullanılmıştır. Arama sürecinde "fotovoltaik geri

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

dönüşüm", "PV modül atığı", "solar panel waste circular economy" ve "WEEE photovoltaic" anahtar kelime kümeleri kullanılmıştır.

Ankara için yapılan hesaplamalarda aşağıdaki kabuller esas alınmıştır:

- Ortalama panel gücü: 400 Wp
- Panel başına ağırlık: 20 kg
- Modül bileşim oranları: %75 cam, %8 Al, %10 polimer, %5 Si, <%1 Ag
- Baskın teknoloji: Monokristalin silikon tabanlı modüller

Bu kabuller doğrultusunda toplam modül sayısı ve kütle hesaplanmış; ardından malzeme dağılımı literatürdeki oranlara göre tahmin edilmiştir [5]. Bu kabuller gerçekleşen değerlerle ±%10-15 sapma gösterebilir; özellikle daha eski ve düşük kapasiteli modüllerin ortalama panel büyüklüğünü artırıp toplam panel sayısını azaltabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Çalışma deneysel veri içermemekte olup mevcut verilerin analitik yorumlanmasına dayanmaktadır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Atık Potansiyelinin Nicel Analizi

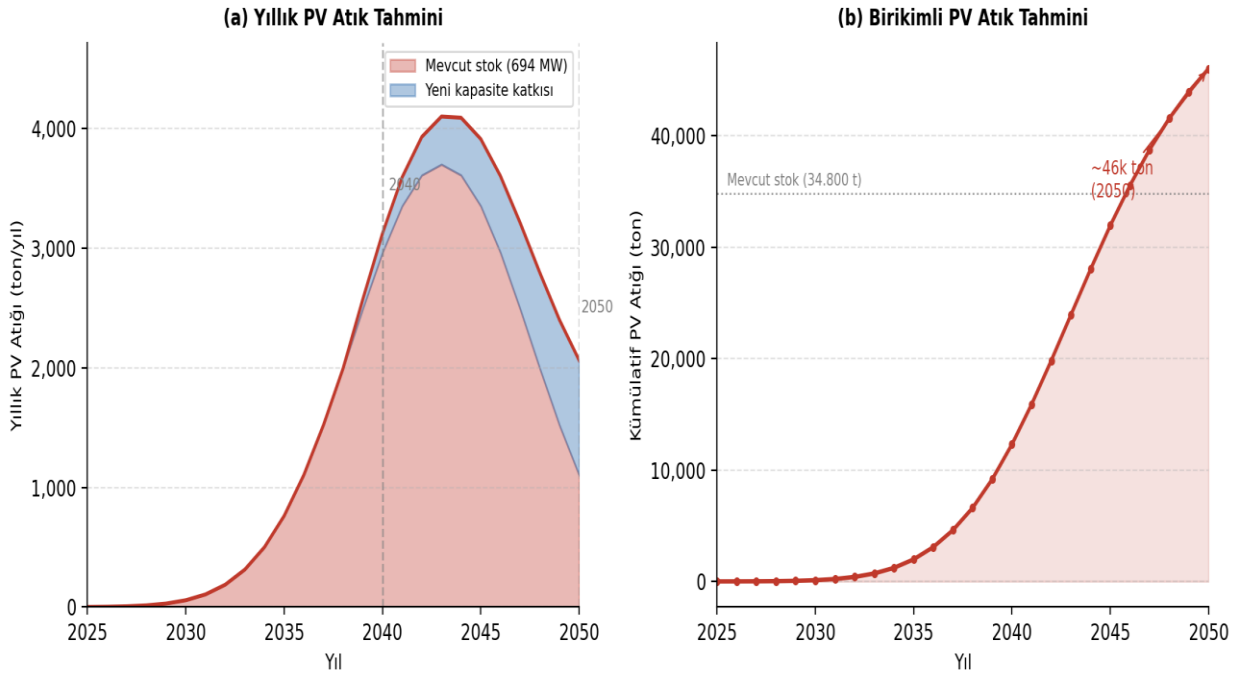
Ankara'daki mevcut PV kapasitesi standart 400 Wp panel baz alındığında yaklaşık 1.735.000 adet modüle karşılık gelmektedir. Bu modüllerin toplam kütlesi yaklaşık 34.800 ton seviyesindedir. Çizelge 3'te sunulan malzeme dağılımı incelendiğinde camın baskın bileşen olduğu (~26.100 ton, %75), bunu polimer kapsülleme (~3.480 ton, %10) ve alüminyum çerçevenin (~2.784 ton, %8) izlediği görülmektedir.

Çizelge 3. Ankara İli PV Modül Stoğunun Tahmini Malzeme İçeriği

Malzeme	Ağırlık Oranı (%)	Tahmini Miktar (ton)	Ekonomik / Çevresel Önemi
Cam	~75	~26.100	En büyük hacimli bileşen; cam geri kazanımı öncelikli
Alüminyum Çerçeve	~8	~2.784	Geri kazanım ekonomik; teknik süreç görece kolay
Polimer Kapsülleme (EVA vb.)	~10	~3.480	Cam ve hücre ayrışımını güçleştiren temel engel
Silisyum Hücresi	~5	~1.740	Stratejik hammadde; yüksek saflıklı geri kazanım zorlu ve değerli
Gümüş Bağlantı Teli	~<1	~26	Düşük hacim, yüksek ekonomik değer; öncelikli geri kazanım hedefi
Bakır Şerit	~1	~348	Geri kazanımı teknik açıdan görece kolay
TOPLAM	**~100**	**~34.800**	

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Not: 694 MW kurulu güç, 400 Wp/panel ve 20 kg/panel kabullerine dayanan tahminlerdir; gerçek değerlerle ±%10-15 sapma gösterebilir [3, 5].

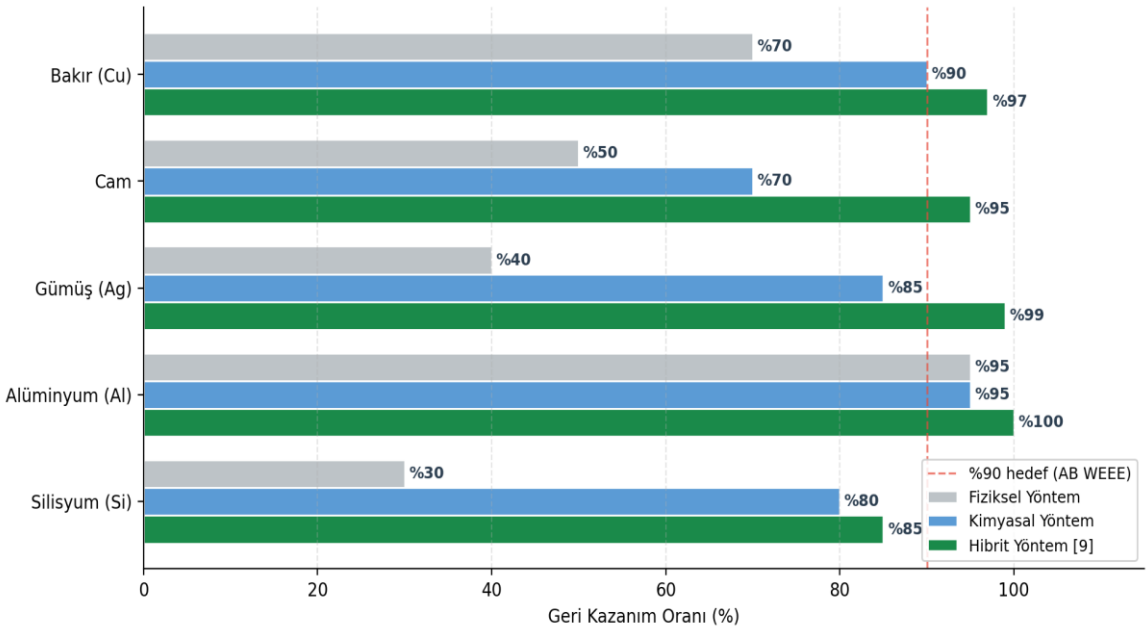


Şekil 3. Ankara ili PV modül atık projeksiyonu (2025-2050): (a) yıllık tahmini atık miktarı ve (b) birikimli atık miktarı [1, 3, 6].

Not: Mevcut stok (694 MW / 34.800 ton) için 25-30 yıllık tasarım ömrü ve Gauss ömür dağılımı (μ=2043, σ=4,5 yıl) esas alınmıştır. Yeni kurulumlar (2025-2035) için Türkiye 2035 hedefinin Ankara payı (~%2,8) kullanılmıştır. Projeksiyon tahmini nitelik taşımakta olup gerçekleşen değerlerden sapabilir.

Bu atık stoğunun içerdiği malzemelerin optimize edilmiş endüstriyel geri dönüşüm süreçleriyle büyük ölçüde geri kazanılabildiği bilinmektedir. Görsel 4, Fan vd. [9] tarafından raporlanan endüstriyel ölçek verilerine göre her bir malzeme için ulaşılabilecek geri kazanım oranlarını göstermektedir. Bu oranlara göre Ankara stoğundaki ~2.784 ton alüminyumun tamamı, ~26 ton gümüşün %99'u, ~26.100 ton camın %95'i ve ~1.740 ton silisyumun %85'i ekonomiye kazandırılabilir potansiyeldedir.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5



Şekil 4. Endüstriyel PV geri dönüşümünde malzeme bazında geri kazanım oranları (%) [5, 8-9].

Not: Hibrit yöntem oranları Fan vd. (2024) [9] ROSI endüstriyel tesis LCA çalışmasından alınmıştır (Si %85, Al %100, Ag %98-100, Cam %95, Cu %97). Fiziksel ve kimyasal yöntem oranları Sun (2025) [5] ve Huang vd. (2024) [8] literatür ortalamasıdır. Kırmızı kesikli çizgi AB WEEE Direktifi %90 geri kazanım hedefini temsil etmektedir.

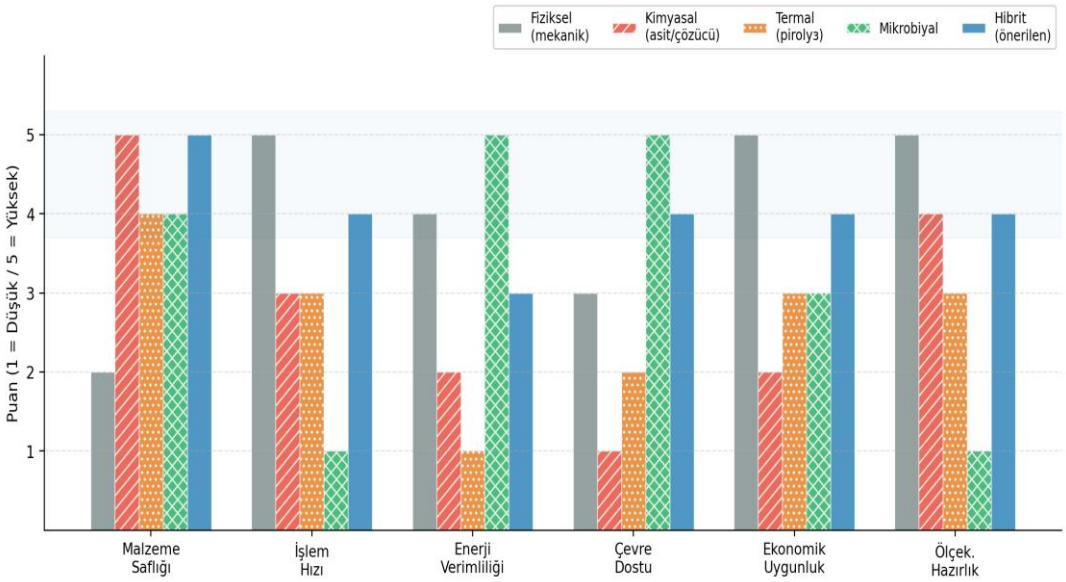
Bu yapı, geri dönüşüm süreçlerinde cam geri kazanımının kritik rol oynayacağını göstermektedir. Ayrıca düşük miktarda bulunmasına rağmen gümüş (~26 ton) stratejik ve ekonomik açıdan özel önem taşımaktadır. Küresel ölçekte PV geri dönüşüm pazarının 2025 itibarıyla 384-492 milyon USD büyüklüğe sahip olduğu ve 2030-2034 döneminde 900 milyon – 2,5 milyar USD'a ulaşmasının öngörüldüğü göz önüne alındığında [7], bu sektörün yalnızca çevresel bir zorunluluk olmadığı, aynı zamanda ciddi bir ekonomik fırsat penceresi sunduğu anlaşılmaktadır. Türkiye'nin 2035 yılına kadar güneş enerjisi kurulu gücünü 52,9 GW'a çıkarma hedefi [2] göz önüne alındığında, ilerleyen yıllarda sahaya girecek yeni kapasite nedeniyle bu atık hacminin katlanarak artacağı açıktır. Yalnızca Ankara için 2040-2050 döneminde yaklaşık 35.000 ton PV modülünün yaşam sonuna ulaşacağı tahmin edilmektedir.

4.2. Geri Dönüşüm Yöntemlerinin Değerlendirilmesi

İncelenen kaynaklar üç temel geri dönüşüm yaklaşımını ortaya koymaktadır: fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal/hibrit yöntemler. Ankara'nın koşulları değerlendirildiğinde her birinin farklı avantaj ve kısıtlar sunduğu görülmektedir.

Fiziksel yöntemler (parçalama, eleme, elektrostatik ayrıştırma) hızlı ve düşük maliyetli olmalarına rağmen elde edilen malzemelerin kalitesi sınırlıdır; bu nedenle büyük ölçekli atık akışlarında ön işlem aşaması olarak kullanılabilirler [5]. Kimyasal yöntemler yüksek saflıkta silisyum ve gümüş geri kazanımına olanak tanısa da enerji tüketimi ve asit atığı yönetimi açısından çevresel dezavantajlar içermektedir. Mikrobiyal yöntemler ise enerji açısından en elverişli seçenek olmakla birlikte endüstriyel ölçeğe henüz ulaşılamamış olması kısa vadeli uygulanabilirliğini kısıtlamaktadır.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5



Şekil 5. PV modül geri dönüşüm yöntemlerinin karşılaştırmalı performans değerlendirmesi [5, 8-9].

Not: Puanlar (1=düşük, 5=yüksek) literatür sentezine dayanmaktadır [5, 8, 9]. Hibrit yöntem Sun (2025) [5] tarafından önerilen cam ayrıştırma + tuz aşındırma sürecidir. Ölçeklenebilirlik hazırlığı endüstriyel benimseme düzeyini yansıtmaktadır.

Hibrit yöntemler bu iki yaklaşımın avantajlarını birleştirerek daha dengeli bir çözüm sunmaktadır. Sun [5] tarafından önerilen cam ayrıştırma ile desteklenen tuz aşındırma süreci; Ankara'nın cam ağırlıklı modül stoğu (~26.100 ton) göz önünde bulundurulduğunda hem toplam atık hacmini azaltmada hem de değerli metallerin geri kazanılmasında özellikle etkili görünmektedir [4, 5]. Endüstriyel ölçekte doğrulanan geri kazanım oranları dikkat çekicidir: Fan vd. [9] tarafından raporlanan LCA verilerine göre optimum hibrit süreçte silisyum için %85, alüminyum için %100, gümüş için %98-100, cam için %95 ve bakır için %97 geri kazanım sağlanabilmektedir. Bu oranlar Ankara'nın ~26 ton gümüş, ~1.740 ton silisyum ve ~2.784 ton alüminyum stoğunun büyük bölümünün ekonomiye geri kazandırılabileceğine işaret etmekte; toplam malzeme değerinin önemli ölçüde artırılmasına imkân tanımaktadır.

4.3. Ekonomik ve Politik Boyut

Mevcut koşullarda geri dönüşüm maliyetleri çoğu zaman elde edilen malzeme değerinin üzerindedir [11]. Bu durum, sistemin piyasa koşullarında kendiliğinden sürdürülebilir hale gelmesini zorlaştırmaktadır. Ancak stratejik önemi giderek artan gümüş ve yüksek saflıklı silisyumun piyasa değerindeki artış eğilimi, ekonomik denklemi zamanla geri dönüşüm lehine çevirebilecektir [10, 11].

Bu nedenle aşağıdaki politika araçlarının geri dönüşüm sistemlerinin kurulmasında belirleyici rol oynaması beklenmektedir:

- Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu (GÜS) mekanizmaları
- Ar-Ge teşvik paketleri ve vergi indirimleri
- Hurdaya çıkan modülleri kayıt altına alan ulusal veri tabanı
- Düzenleyici zorunluluklar ve denetim mekanizmaları

Türkiye, Avrupa Birliği'nin WEEE Direktifi kapsamında yer almamakla birlikte benzer yükümlülükler iç mevzuata kısmen yansıtılmıştır. Diez-Suarez vd. [4], Akdeniz ülkelerindeki deneyimlere dayanarak yasal çerçeve varlığının tek başına yeterli olmadığını; altyapı kapasitesi, finansman modelleri ve paydaş koordinasyonu olmaksızın etkin uygulama sağlanamadığını ortaya koymaktadır. Bu çerçevede Ankara'nın üniversite, araştırma enstitüsü ve sanayi kuruluşu yoğunluğu, bölgesel bir geri dönüşüm pilot programı için güçlü bir paydaş tabanı oluşturmaktadır [10].

5. SONUÇ

Bu çalışma, Ankara ili için PV modül atıklarının gelecekte oluşturacağı yükü nicel olarak ortaya koymuş ve bu atıkların yönetimine yönelik uygulanabilir stratejileri değerlendirmiştir. Elde edilen bulgular, önümüzdeki yıllarda önemli bir PV atık hacmi oluşacaktır. Standart hesaplamalarla 2040-2050 döneminde Ankara'da yaklaşık 35.000 ton modülün yaşam sonuna ulaşacağı tahmin edilmekte; bu sürecin bugünden planlanması gerekmektedir. Mevcut geri dönüşüm teknolojileri teknik olarak yeterli olmakla birlikte ekonomik ve altyapısal sınırlamalar içermektedir. Hibrit yöntemler bu dengeyi en iyi şekilde sağlamakta; cam ağırlıklı Ankara modül stoğu için özellikle uygun görünmektedir. Etkin bir sistem için teknik çözümler ile politika araçlarının birlikte uygulanması gerekmektedir. GÜS mekanizmaları, Ar-Ge teşvikleri ve bölgesel geri dönüşüm altyapısı bu süreçte birbirini tamamlayan öncelikli adımlardır.

Ankara, sahip olduğu enerji altyapısı ve kurumsal kapasite ile pilot uygulamalar için uygun bir bölge niteliğindedir. Bu kapsamda il bazlı PV atık veri izleme sistemlerinin kurulması, OSB'lerde geri dönüşüm tesisi fizibilite çalışmalarının başlatılması ve akademi-sanayi iş birliklerinin geliştirilmesi öncelikli adımlar olarak değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak, PV atık yönetimi erken aşamada ele alındığında çevresel bir yük olmaktan çıkarak ekonomik bir fırsata dönüşebilir. Bu dönüşümün gerçekleşmesi için teknolojik inovasyon, ekonomik teşvik mekanizmaları ve güçlü politika altyapısının eş zamanlı ve uyumlu biçimde ilerlemesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Türkiye Elektrik İletim A.Ş. – TEİAŞ (2025). Kurulu Güç Raporları. https://www.teias.gov.tr/kurulu-guc-raporlari (Erişim tarihi: 15.03.2026)

[2] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı – ETKB (2023). Türkiye Ulusal Enerji Planı 2023-2035. https://enerji.gov.tr (Erişim tarihi: 15.03.2026)

[3] Karakaya, E. ve Şen, A. (2024). Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyelinin PVSyst ile Analizi. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 14(3), 1486-1502. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3906370

[4] Diez-Suarez, A.-M., Martínez-Benavides, M., Manteca Donado, C., Blanes-Peiró, J.-J. ve Martínez Torres, E. J. (2024). Recycling of Silicon-Based Photovoltaic Modules: Mediterranean Region Insight. Energies, 17(23), 6015. https://doi.org/10.3390/en17236015

[5] Sun, Y. (2025). Methods and Improvement Measures Based on Solar Panel Recycling. Applied and Computational Engineering, 162, 130–135. https://doi.org/10.54254/2755-2721/2025.GL24086

[6] RENA ve IEA-PVPS (2016). End-of-Life Management: Solar Photovoltaic Panels. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. https://www.irena.org/publications/2016/Jun/End-of-life-management-Solar-Photovoltaic-Panels (Erişim tarihi: 15.03.2026)

[7] Zhou, Y., Wen, J., Zheng, Y. vd. (2024). Status Quo on Recycling of Waste Crystalline Silicon for Photovoltaic Modules and Its Implications for China's Photovoltaic Industry. Frontiers in Energy, 18, 685–698. https://doi.org/10.1007/s11708-024-0923-y

[8] Huang, Y. W., Huang, C. H., Chang, W. C., ve Hsieh, T. T. (2024). Comprehensive Review of Crystalline Silicon Solar Panel Recycling: From Historical Context to Advanced Techniques. Sustainability, 16(1), 60. https://doi.org/10.3390/su16010060

[9] Fan, H.-H., Salas-Redondo, C. ve Chalaux, A. (2024). Life Cycle Assessment of an Innovative High-Value-Recovery Crystalline Silicon Photovoltaic Recycling Process: The Environmental Impacts and Benefits. EPJ Photovoltaics, 15, 35. https://doi.org/10.1051/epjpv/2024034

[10] Botan, M. C., Godoy, V., Botan, A., Cabrera, F., Cardim, G. ve Santos, R. (2025). Challenges of Recycling and Reuse at the End of Lifecycle of Photovoltaic Panels. Green Energy and Environmental Technology. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/geet.20250021

[11] Gerold, E. ve Antrekowitsch, H. (2024). Advancements and Challenges in Photovoltaic Cell Recycling: A Comprehensive Review. Sustainability, 16(6), 2542. https://doi.org/10.3390/su16062542

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

ALBANİAN HONEY WİNE: TRADİTİON, TECHNİCAL STANDARDS AND MARKET POTENTİAL

Klotilda Marku

Agricultural University of Tirana

kmarku@ubt.edu.al –0009-0005-7240-9053

Aida Shkurti

Agricultural University of Tirana

ashkurti:ubt.edu.al - ORCID ID

ABSTRACT

Honey wine, often called “the oldest alcoholic beverage known to man,” is experiencing a resurgence, moving from a historical novelty to a high-value craft beverage. It is known as “Mead,” which is technically distinguishable from its primary source of fermentable sugar: honey. In the 2026 beverage market, Mead is expected to occupy a strategic place, driven by consumer demand for gluten-free, natural, and heritage-oriented alternatives. In Albania, this trend intersects with a tradition of beekeeping. Since 2024, Albania reported a 13.2% increase in beehives, reaching a total of 587,300, with regions like Vlora seeing increases of up to 46.7%. This raw material, especially high-quality monofloral honey such as Chestnut, Bedunica and Marese, offers a unique opportunity for the artisanal production of mead wine, currently positioned as a product in agrotourism mainly in Tirana and Shkodra, with specific types - such as Melomels (fruity) and Metheglins (spiced) - that diversify the market. The main quality indicators include a balanced profile of sweetness, acidity and tannin, and the preservation of the original aroma of the honey flowers. Sulphite levels: are below 150 mg/L for dry mead and 200 mg/L for sweet mead. Methanol levels are negligible and volatile acidity ≥1.2 g/L acetic. Residual sugar levels depend on the type of mead: Dry, Medium or Sweet). Despite challenges in consumer perception, the growth of agritourism and the "Slow Food" movement in 2026 Mead represents an impact on sustainable economic growth.

.

Keywords : Honey, wine, alcoholic, beverage.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

SOLUTION-ORIENTED STRATEGIES FOR SUSTAINABLE GROUNDWATER MANAGEMENT IN WATER-SCARCE AGRICULTURAL AREAS: KONYA CLOSED BASIN EXAMPLE IN TÜRKİYE

Prof. Dr. Bilal ACAR

Selçuk University, biacar@selcuk.edu.tr - ORCID ID: 0000-0003-2866-2543

ABSTRACT

This study was conducted to develop solution-oriented strategies for the sustainability of groundwater use in water poor arid regions such as semi-arid Konya Closed Basin (KCB), known as having largest agricultural area in Türkiye. The majority of information used in this study was obtained from a broad literature review. The study clearly showed that increasing food needs of a growing global population have led to an increase in irrigated areas, which in turn has resulted in excessive groundwater use. Excessive use of groundwater has caused a gradual or rapid depletion of groundwater levels in most parts of the globe. Groundwater depletion has a lot of negative effects including lowering groundwater levels; reducing water levels in surface water resources; formation of plenty sinkholes particularly in KCB; increasing plant production costs due to facing difficulties in water supply; decreasing irrigation water quality; and disrupting of ecosystem balance. For a productive water resources management in water scant farmlands, it can be highly recommended to reshape current crop pattern in accordance of current water resources, to apply pressurized irrigation techniques widely, to introduce drought-tolerant crops, to practice deficit irrigation programs, and to popularize practices reducing water deficit stress in plants.

Key words: Drought, water shortage, sustainable groundwater management, efficient water use in agriculture.

1. INTRODUCTION

Drought is a natural disaster becoming increasingly frequent worldwide [1]. It can be defined as a temporary shortage in water supply over a long period [2] and may be generally divided into four categories namely meteorological, agricultural, hydrological and socio-economic drought [3]. Agricultural drought refers to a condition where there is insufficient water in the plant root zone depth.

Hydrological drought means water deficiency in the hydrological system, observed as a decrease in both the surface and groundwater below normal levels [4]. Groundwater drought is a different type of hydrological drought related to different groundwater resource characteristics and can be measured by looking at groundwater discharge, replenishment, volume, and levels [5]. The quantity and quality of water, essential for continuation of life, are increasingly declining due to population growth and consequently changes in environmental conditions. Therefore, productive use of water resources is imperative for water managers or all water users. Groundwater supplies are an important alternative for meeting needs of drinking and irrigation

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

water. Studies relent to determining groundwater amount and quality are not easy, costly, and time-consuming [6].

Around 53% of land surface areas have moderate to high levels of interaction with groundwater, and this rate has reached about 75% when deserts and high mountains are excluded [7]. Around greater than 25% of the global population and approximately 40% of world agricultural production depend on none sustainable groundwater taking [8]. Managed aquifer regeneration (MAR) is the strategic water replenishment practice to renew groundwater storage and is a significant sub-watershed scale application for managing groundwater more sustainably [9].

The spatial and temporal variations in groundwater recharge and difficulties in directly measuring it **[10]** make it one of the minimum understood components of the water cycle.

This aim of the present study was to assess effects of excessive groundwater use on agriculture and the environment, and presenting some solutions for sustainable groundwater management.

2. IMPORTANCE OF GROUNDWATER

Rain and snowmelt are two of the main natural sources of groundwater replenishment. Rainwater is a vital part of the hydrological cycle because it gradually replenishes groundwater through deep infiltration into soil. The efficiency of precipitation as a groundwater replenishment source depends on various factors including land topography, soil characteristics, geology of the land, crop cover, and precipitation intensity. While in situ-precipitation occurs naturally everywhere, it can’t always result sufficient water for effective replenishment, particularly in arid or semi-arid environments where rainfall is infrequent or low amount. Natural streams, rivers, and other surface waters serve important water supplier for groundwater replenishment. During cycles of peak flow or seasonal surplus, water from these sources can be directed for recharging systems such as control storages, infiltration tanks, or water retention basins. This directed water results replenishment groundwater while maximizing surface water productivity. On the other hand, care must be taken to ensure that diverting the water does not infringe upon the rights of users downstream or disturb aquatic ecosystems [11]. Groundwater is always an important and reliable water source, accounting for approximately 97% of the world's freshwater [12]. For example, in the Rajshahi region of Northwest Bangladesh, 91% of irrigation water has been obtained from groundwater supply [13].

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

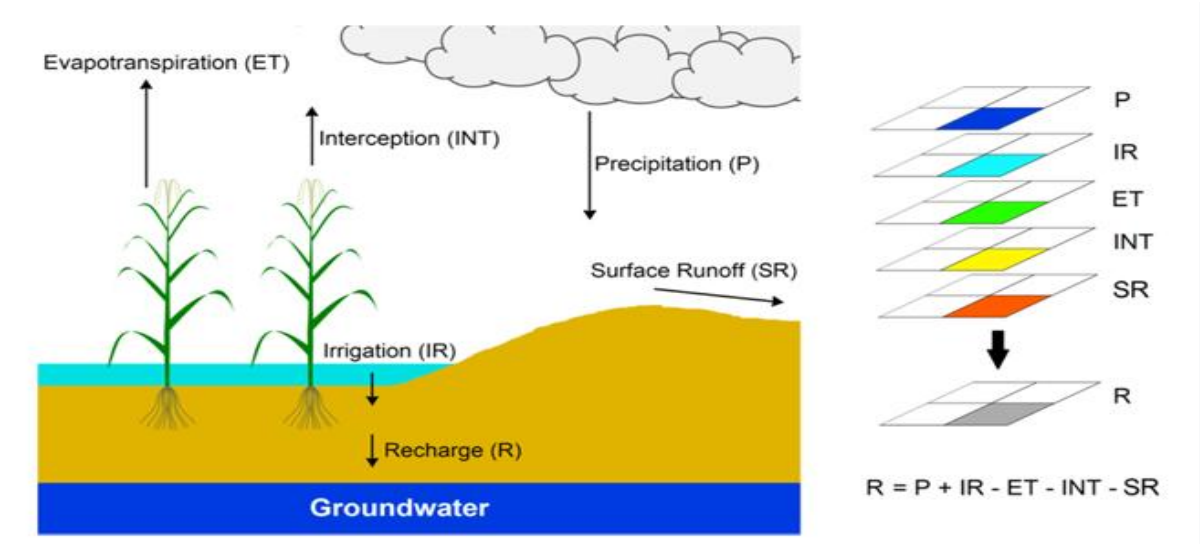


Figure 1. Water budget components [13]

In Türkiye, amount of water used for irrigation constituted 55% (4.6 km³) of groundwater consumption in 1995, while it increased to 67% (12 km³) in 2022 [14].

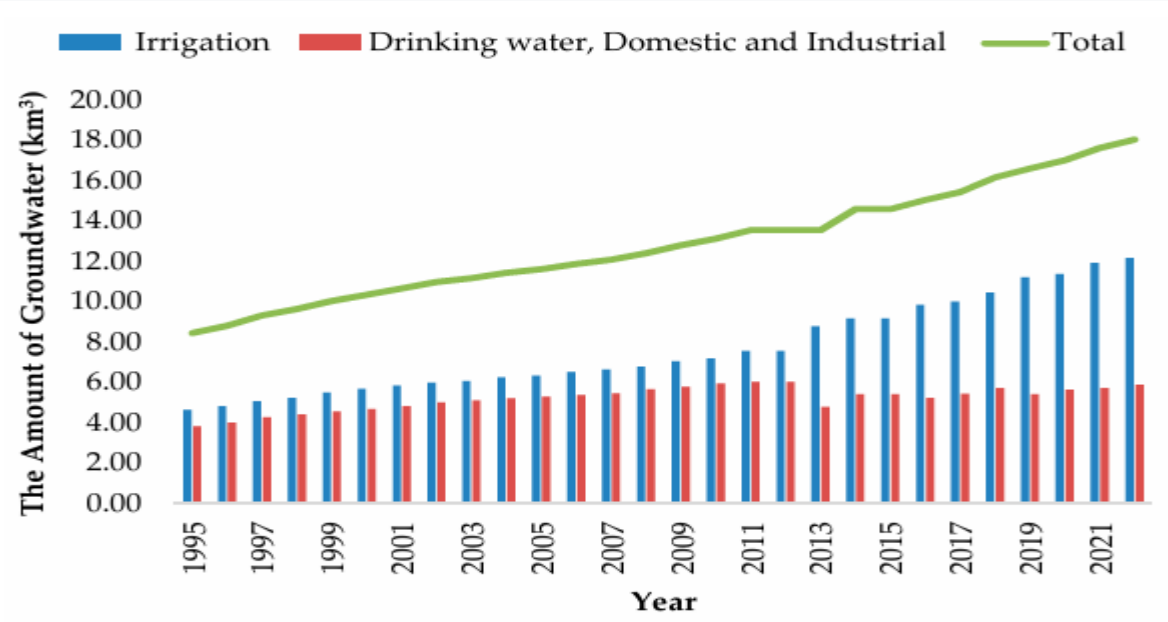


Figure 2. Sectoral use of groundwater in Türkiye between 1995-2022 [14]

3. GROUNDWATER DEPLETION PROBLEM WORLDWIDE

It is obvious that rate of groundwater depletion is accelerating globally, and its consequences are steadily worsening; this underscores the need for correct evaluation of problem and an evaluation of potential solutions. Consequently, groundwater depletion is a universal problem [11].

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Groundwater depletion has several negative impacts and some of these include: lower groundwater levels; reduced water levels in rivers and lakes; ground subsidence or sinkhole formation; increased costs due to difficulties in water obtaining; decreased irrigation water quality; and disruption of ecological system balance. Extreme groundwater depletion has affected large areas in various ecologies of the world such as North Africa, Middle East, and Central Asia [15,16]. The expansion of irrigated agricultural land is one of the main reasons of rate of groundwater extraction to exceed rate of replenishment. For example, in states of Kansas, Oklahoma, and Texas, located above the Ogallala aquifer, groundwater levels decreased by more than 30 m between 1950 and 2015 [17].

Over past forty years, groundwater levels have fallen in approximately 1/3 of regional groundwater resources of the world particularly in dry regions where intensive agricultural activity is carried out [18]. Currently, water extraction frequently is more than natural replenishment rates, causing numerous environmental problems such as declining groundwater levels, aquifer depletion, reduced groundwater runoff into rivers, seawater intrusion in coastal areas, and sinkhole formation [19,20].

Climate change, low rainfall, and most importantly, the excessive and uncontrolled use of groundwater are accelerating sinkhole formation in some parts of the world such as Karapınar province located at KCB of Türkiye. Sinkholes have now become a threat to local populations, their lives, settlements, industries, investment and agricultural areas, public infrastructure, and transportation networks [21]. In addition, declines in groundwater levels can also lead to a deterioration in water quality; therefore, determining source of groundwater, recharge sources, circulation time, and impact of processes such as evaporation and pollution caused by overuse is crucial for sustainable use and management of groundwater [6].

4. IMPORTANCE OF GROUNDWATER IN AGRICULTURE AND ENVIRONMENT

Looking at the water use in Türkiye, approximately 74% of total fresh water resources have been used in irrigation, 22% for as drinking water, 3% in industry, and 1% for other purposes [14]. Climate change significantly impacts agriculture. Rising temperatures, variations in rainfall patterns, and risk of drought can make agricultural production more difficult. Drought can lead to a decrease in water resources and consequently, crop yield and quality losses. To combat climate change, planning should be done at every stage of agricultural production, and water resources should be used very efficiently [22].

Drought can cause remarkable damage to natural ecosystems, as well as having many negative impacts on the economy, including food insecurity and increasing social conflicts. As drought period and severity increase, so does pressure on water resources, ultimately threatening the continuity of environment and ecosystems. Economically, drought was found as responsible for 84% of agricultural product losses in some parts of the world. Socio-economically, droughts increase hunger risk and consequently health problems, which may finally result increased migration as well as large-scale deaths [23].

Agricultural lands are frequently experiencing groundwater depletion due to high groundwater extraction rates [24]. During the dry season, groundwater is one of the main water sources for

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

agricultural irrigation. However, overuse of groundwater for irrigation causes a decrease in groundwater levels. Investigating impact of irrigation on groundwater is important for sustainable management of this resource [13].

Irrigated areas are currently approximately 301 million hectares, and 38% of it has used irrigation water from groundwater resources in the world. Groundwater use was estimated around 545 km^3/year, which was calculated to be 43% of total irrigation water for consumption, which is 1277 km^3/year [25]. Water demand is increasing, particularly for crops consuming high water, including maize, and rice. In general surface irrigation systems contribute to the overuse of groundwater [14].

Fawen et al. [26] researched drought severity and duration effects on grain maize yield in the Shijin region, situated at middle and southern locations of Hebei Province in China, with an annual rainfall of 507.2 mm, under different scenarios. As a result, they stated that grain yield of maize decreased as duration and severity of drought period increased (Figure 3).

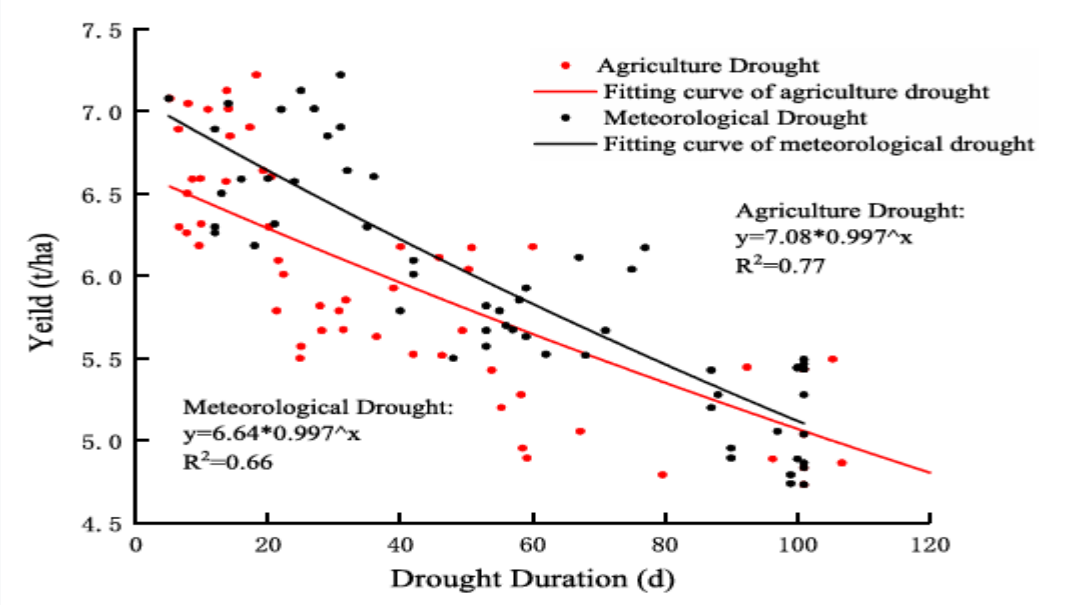


Figure 3. Relationships between maize grain yield and Drought duration [26]

5. WATER USE IN KONYA CLOSED BASIN (KCB) OF TÜRKİYE

KCB is one of the large-scale agro-production centers where groundwater is overused in agriculture due to the inadequacy of surface water bodies and size of irrigated area and existing plant pattern. It is Türkiye' s largest closed basin and, due to its lack of outflow to the sea, is entirely dependent on rainfall and groundwater recharge. This basin including Konya plain – strategically important for Türkiye's grain production – experiences an annual water deficit of 2.5-3 billion m^3 due to excessive groundwater use in agriculture. Drought is further deepening this deficit, leading to a gradual decline in groundwater levels; causing important lake ecosystems such as Beyşehir, Akşehir and Suğla to shrink or face the risk of drying up completely. KCB, one of Türkiye's 25 river basins, covers an area comprising approximately 7% of Türkiye's land area. The annual water supply within basin is 4.365 billion m^3, but annual

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

water consumption is 6.5 billion m³. Approximately 90% of water volume has been used for agricultural irrigation. In that context, around a water budget deficit of 2 billion m³ per year has been observed in such basin. A large portion of this water budget deficit is met from groundwater so groundwater reserves are rapidly depleting. This situation is causing basin to rapidly move away from agricultural and environmental sustainability [27]. Konya Closed Basin encompasses portions of the cities of Konya, Aksaray, Ankara, Antalya, Isparta, Mersin, Karaman, Nevşehir, and Niğde (Fig. 4). One of the most important streams in KCB, is the Çarşamba. Çarşamba Stream merges with the Beyşehir canal nearly village of Pınarcık on the east side and flows into Beyşehir Lake. Melendiz Stream which originates in Melendiz Mountain of Aksaray is another important surface water resource in KCB. This stream, after merging with the Belisırma and Ilısu streams, reaches Salt Lake. The basin contains two main lakes namely Salt Lake and Beyşehir Lake [27].

In KCB, known as Türkiye's agricultural center and the country's "grain granary," overuse from groundwater reservoir has led to a drop in water levels of approximately 30 m since the 1980s, increasing water scarcity, sinkholes, and environmental degradation. KCB has a semi-arid climate with an average annual precipitation of 300-350 mm [28].

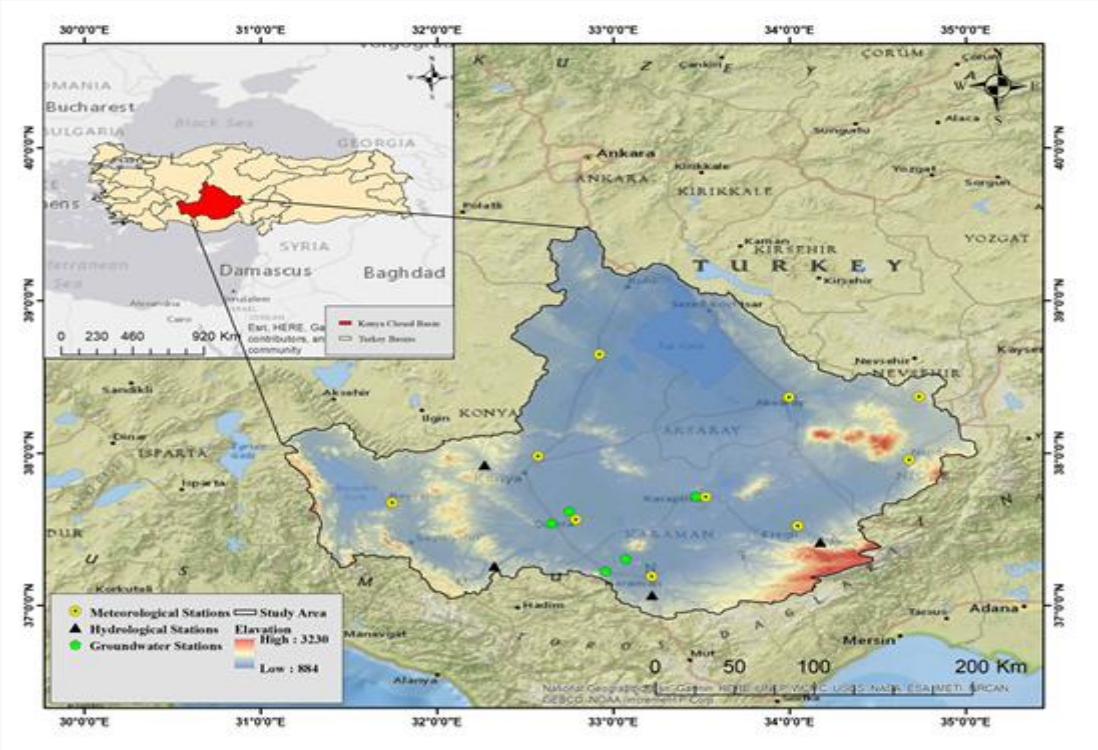


Figure 4. Konya closed basin [5]

Due to their high economic returns, sugar beet, corn, and alfalfa are widely cultivated in KCB. Obtaining high-quality yields from these plants is possible through irrigation. As a result of the negative impact of climate change in recent years, it is no longer possible to achieve economically viable agro-production even from winter cereals in basin without irrigation. Fortunately, farmers in region widely have used sprinkler and drip irrigation techniques, which are considered high water-saving irrigation technologies. However, considering existing

vegetation pattern and limited water resources, it cannot be said that groundwater resources are used sustainably in such basin. For a sustainable groundwater cycle in KCB, it is strongly recommended that existing crop pattern be reshaped according to amount of water resources available, that pressurized irrigation techniques be used more widely (if possible completely), that drought-tolerant plant and animal breeds be introduced, that deficit irrigation programs be implemented, and that some practices to reduce water stress in plants be widespread.

CONCLUSION

Groundwater, which constitutes approximately 97% of the world's freshwater resources, has always been a vital water source, especially for agriculture. The expansion of irrigated agricultural land is one of the main causes why rate of groundwater use exceeds its replenishment rate. Therefore, efficient use of water resources is vital important, especially in water-scarce environments. Approximately 25% of population in the world and about 40% of worldwide agro-production depend on intensive groundwater use. This has led to groundwater depletion in arid and semi-arid ecologies. Some negative impacts of groundwater reduction include: lower groundwater levels; reduced water levels in rivers and lakes; sinkhole formation; increased agro-production costs due to difficulties in water supply; decreased irrigation water quality; and disruption of ecological balance. KCB is one example of excessive groundwater use for irrigation due to existing vegetation patterns. This basin experiences an annual water deficit of 2.5-3 billion m^3, particularly due to excessive groundwater use. This situation has caused basin to rapidly move away from agricultural and environmental sustainability. For a sustainable groundwater cycle in water shortage environments such as KCB, it can be strongly recommended to reshape current crop pattern according to available water resources, to use pressurized irrigation techniques more widely (if possible completely), to introduce drought-tolerant plant and animal breeds, to implement deficit irrigation programs, and to popularize applications reducing water deficiency stress in plants.

REFERENCES

[1] Nones, M., Hamidifar, H., Shahabi-Haghighi, S. M. B. Exploring EM-DAT for Depicting Spatiotemporal Trends of Drought and Wildfires and Their Connections with Anthropogenic Pressure, Natural Hazards, 120,1, 957-973, 2024.

[2] Mishra, A. K., Singh, V. P. A Review of Drought Concepts, Journal of hydrology, 391,1-2, 202-216, 2010.

[3] Zargar, A., Sadiq, R., Naser, B., Khan, F. I. A Review of Drought Indices, Environmental Reviews, 19, NA, 333-349, 2011.

[4] Van Loon, A. F. Hydrological Drought Explained. Wiley Interdisciplinary Reviews: Water, 2,4, 359-392, 2015.

[5] Kartal, V., Nones, M. (2024). Assessment of Meteorological, Hydrological and Groundwater Drought in The Konya Closed Basin, Türkiye. Environmental Earth Sciences, 83,9, 285, 2024.

[6] Baykal, T., Taylan, D. Terzi, Ö. Determination of Groundwater Potential Zone Using AHP Based on GIS for Konya, Türkiye. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 12,4, 848-865, 2024.

[7] Saccò, M., Mammola, S., Altermatt, F., Alther, R., Bolpagni, R., Brancelj, A., ... Reinecke, R. Groundwater is a Hidden Global Keystone Ecosystem. Global change biology, 30,1, e17066, 2024.

[8] Connor, R. *The United Nations world water development report 2015: Water for a sustainable world*. UNESCO publishing, 2015.

[9] Levintal, E., Kniffin, M. L., Ganot, Y., Marwaha, N., Murphy, N. P., Dahlke, H. E. Agricultural Managed Aquifer Recharge (Ag-MAR)—A Method for Sustainable Groundwater Management: A Review. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 53,3, 291-314, 2023.

[10] Healy, R. W. *Estimating groundwater recharge*. Cambridge university press, New York, USA, 2010.

[11] Gebreslassie, H., Berhane, G., Gebreyohannes, T., Hagos, M., Hussien, A., Walraevens, K. Water Harvesting and Groundwater Recharge: A Comprehensive Review and Synthesis of Current Practices. Water, 17,7, 976, 2025.

[12] Jakeman, A. J., Barreteau, O., Hunt, R. J., Rinaudo, J. D., Ross, A. *Integrated groundwater management* (p. 762), Springer Nature, 2016.

[13] Tulip, S. S., Siddik, M. S., Islam, M. N., Rahman, A., Haghighi, A. T., Mustafa, S. M. T. The Impact of Irrigation Return Flow on Seasonal Groundwater Recharge in Northwestern Bangladesh. Agricultural Water Management, 266, 107593, 2022.

[14] Korkut, M., Hartog, N., Yavuz, V. An Overview of Historical Development, Current Situation, and Future Prospects of Managed Aquifer Recharge in Türkiye. Water, 17,3, 439, 2025.

[15] Lall, U., Josset, L., Russo, T. A Snapshot of The World's Groundwater Challenges. Ann. Rev. Environ. Resour, 45, 171–194, 2020.

[16] Barthel, R., Stangefelt, M., Giese, M., Nygren, M., Seftigen, K., Chen, D. Current Understanding of Groundwater Recharge and Groundwater Drought in Sweden Compared to Countries with Similar Geology and Climate. Geogr. Ann. A Phys. Geogr, 103, 323–345, 2021.

[17] McGuire, V.L. Water-Level and Recoverable Water in Storage Changes, High Plains Aquifer, Predevelopment to 2015 and 2013–15. U. S. Geol. Surv. Sci. Investig. Rep. 2017–5040, 14,2017.

[18] Jasechko, S., Seybold, H., Perrone, D., et al., Rapid Groundwater Decline and Some Cases of Recovery in Aquifers Globally. Nature,625, 715–721, https://doi.org/10.1038/s41586-023-06879-8, 2024.

[19] Meles, M.B., Bradford, S., Casillas-Trasvina, A., Chen, L., Osterman, G., Hatch, T., Ajami, H., Crompton, O., Levers, L., Kisekka, I., 2024. Uncovering The Gaps in Managed Aquifer Recharge for Sustainable Groundwater Management: A Focus on Hillslopes and Mountains. J of Hydr 639, 2024.

[20] Haghshenas, Haghighi M., Motagh, M. 2024. Uncovering The Impacts of Depleting Aquifers: A Remote Sensing Analysis of Land Subsidence in Iran. Sci. Adv. 10,19, 2024.

[21] Göçmez, G., Dülger, A., Arık, F., Delikan, A., Coşkuner, B., Kansun, G., ... Arslan, Ş. Ürünlü (Çumra-Konya) Çevresinde Yeraltısuyu Seviye Değişimleri ve Obruk Oluşumları. Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi, 20, 172-178, 2022.

[22] IPCC. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, & Vulnerability.* Contribution of working group II to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cam bridge, UK & New York, NY, USA: Cambridge University Press. Cambridge University Press Available from: https://doi. org/10.1017/9781009325844, 2022.

[23] Adeyeri, OE., Zhou, W., Laux P., Ndehedehe. C.E., Wang, X., Usman, M., Akinsanola, A.A. Multivariate drought monitoring, propagation, and projection using bias-corrected general circulation models. Earths Future ,11, 4, 1–16, 2023.

[24] Gleeson, T., Wada, Y., Bierkens, M. F. P., & Van Beek, L. P. H. Water Balance of Global Aquifers Revealed by Groundwater Footprint. Nature, 488,7410, 197–200, 2012.

[25] Siebert, S., Burke, J., Faures, J. M., Frenken, K., Hoogeveen, J., Döll, P., Portmann, F. T. Groundwater Use for Irrigation – A Global Inventory. Hydrology and Earth System Sciences, 14,10, 1863-1880, 2010.

[26] Fawen, L., Manjing, Z., Yong, Z., Rengui, J. Influence of Irrigation and Groundwater on The Propagation of Meteorological Drought to Agricultural Drought. Agricultural Water Management, 277, 108099, 2023.

[27] Nimetoğlu, A. *Konya Kapali Havzasinda Meteorolojik, Tarimsal ve Hidrolojik Kurakliklarin Değerlendirilmesi: Beyşehir ve Karaman Alt Havzalari Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 96 s, 2025 (In Turkish).

[28] Çetinkaya, I. D., Uygur, İ., Saysel, A. K. Navigating an Impending Crisis: Groundwater Governance in Konya Closed Basin, Türkiye. Groundwater for Sustainable Development, 101540, 2025.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

FUNCTIONAL YOGURT FORMULATIONS WITH FREEZE-DRIED ARONIA AND BEETROOT: EFFECTS ON MICROBIAL STABILITY, ANTIOXIDANT ACTIVITY AND SENSORY QUALITY

Assistant Professor Elif Şeyma Bağdat
Başkent University, Food Processing Department, Ankara, TURKIYE
esbagdat@baskent.edu.tr
ORCID ID: 0000-0001-6627-7270
Assistant Professor Nurten Beyter
Başkent University, Faculty of Fine Arts, Design and Architecture, Department of Gastronomy and Culinary Arts, Ankara, TURKIYE
nbeyter@baskent.edu.tr
ORCID ID: 0000-0001-6359-9469
Associate Professor İlkay Yılmaz
Başkent University, Faculty of Fine Arts, Design and Architecture, Department of Gastronomy and Culinary Arts, Ankara, TURKIYE
ilkayyilmaz@baskent.edu.tr
ORCID ID: 0000-0001-5938-3112
Associate Professor Özge Kahraman Ilıkkan
Başkent University, Food Processing Department, Ankara, TURKIYE
okilikkan@baskent.edu.tr
ORCID ID: 0000-0001-5843-6868
Lecturer, Gökçe Genç
Başkent University, Faculty of Fine Arts, Design and Architectures Ankara, TURKIYE
gokcebardakci@baskent.edu.tr
ORCID ID: 0000-0003-2262-1951
Associate Professor Beril Köse
Department of Nutrition and Dietetics, Baskent University, Ankara, TURKIYE
berilyilmaz@baskent.edu.tr
ORCID ID: 0000-0002-5173-2389
Associate Professor Esen Yeşil
Department of Nutrition and Dietetics, Baskent University, Ankara, TURKIYE
esezer@baskent.edu.tr
ORCID ID: 0000-0003-0234-204X
Production and Planning Manager İlknur Okumuşoğlu
Açkar Süt Ürünleri A.Ş., Ankara, TURKIYE
uretim@ackar.com.tr
ORCID ID: 0009-0004-5487-5459

The integration of plant-derived bioactive compounds into fermented dairy products is an important strategy in the development of sustainable and functional food systems. The use of polyphenol-rich fruits increases the antioxidant capacity of the product, while high phenolic

content can have an inhibitory effect on the viability of lactic acid bacteria and sensory quality. This necessitates a multi-parameter optimization approach in the product development process.

In this study, freeze-dried (-80°C, 24h) and subsequently ground beetroot (*Beta vulgaris* L.) and aronia (*Aronia melanocarpa*) supplements were added at 1%, 2%, and 3% ratios, both individually and in combination, prior to the yogurt fermentation stage. The microbiological stability, total phenolic content, antioxidant activity, and sensory characteristics of the developed functional yogurt formulations were evaluated. *Lactobacillus* and *Lactococcus* counts were performed; coliform bacteria, *Escherichia coli*, and yeast-mold analyses were conducted.

According to the results obtained, the total phenolic content increased with the increase in the plant additive ratio, and statistically significant differences were determined between the groups ($p<0.05$). While the highest phenolic content was found in the 3% aronia group, a significant increase in phenolic content was also observed in formulations where aronia and beetroot were used together. This result indicates that aronia supplementation provides significant enrichment in terms of phenolic compounds. The DPPH radical scavenging capacity varied between 2.68% and 51.09%, and statistically significant differences were determined between the groups ($p<0.05$). The increase in antioxidant capacity indicates a clear dose-response relationship depending on the supplementation rate.

In microbiological analyses, *Lactococcus* counts ranged from 8.68 to 9.57 log CFU/g, with the highest value obtained in the 1% aronia group ($p<0.05$). *Lactobacillus* counts ranged from 5.85 to 6.60 log CFU/g. The highest *Lactobacillus* levels were determined in the 1% beet (6.60 log CFU/g) and 2% beet+aronia (6.54 log CFU/g) samples, and these samples were statistically in the same group ($p<0.05$). In terms of food safety, no coliforms or *Escherichia coli* were detected, and yeast-mold counts remained within acceptable limits.

Formulations with a 2% contribution level in sensory evaluations received the highest overall acceptance scores. While the addition of beetroot alone increased sensory acceptance, the 2% aronia+ beetroot combination stood out as the most balanced formulation in terms of overall quality parameters, with increased antioxidant capacity and preserved microbial viability.

In conclusion, the use of lyophilized plant additives at appropriate ratios increases antioxidant capacity while preserving microbial stability and sensory acceptance, offering an applicable model for sustainable and optimizable functional yogurt design.

Keywords: Functional yogurt; Freeze-drying; Antioxidant activity; Microbial stability; Product development; *Aronia melanocarpa*; *Beta vulgaris* L.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

LİYOFİLİZE ARONYA VE PANCAR İÇEREN FONKSİYONEL YOĞURT FORMÜLASYONLARI: MİKROBİYAL STABİLİTE, ANTİOKSİDAN AKTİVİTE VE DUYUSAL KALİTE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Dr.Öğr.Üyesi Elif Şeyma Bağdat
Başkent Üniversitesi, Gıda İşleme Bölümü, Ankara, TÜRKİYE
esbagdat@baskent.edu.tr
ORCID ID: 0000-0001-6627-7270
Dr. Öğr. Üyesi Nurten Beyter
Başkent Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Ankara, TÜRKİYE
nbeyter@baskent.edu.tr
ORCID ID: 0000-0001-6359-9469
Doçent. Dr. İlkay Yılmaz
Başkent Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Ankara, TÜRKİYE
ilkayyilmaz@baskent.edu.tr
ORCID ID: 0000-0001-5938-3112
Doçent. Dr. Özge Kahraman Ilıkkan
Başkent Üniversitesi, Gıda İşleme Bölümü, Ankara, TÜRKİYE
okilikkan@baskent.edu.tr
ORCID ID: 0000-0001-5843-6868
Öğr. Görevlisi, Gökçe Genç
Başkent Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi Ankara, TÜRKİYE
gokcebardakci@baskent.edu.tr
ORCID ID: 0000-0003-2262-1951
Doçent. Dr. Beril Köse
Baskent Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, TÜRKİYE
berilyilmaz@baskent.edu.tr
ORCID ID: 0000-0002-5173-2389
Doçent. Dr. Esen Yeşil
Baskent Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, TÜRKİYE
esezer@baskent.edu.tr
ORCID ID: 0000-0003-0234-204X
Üretim ve Planlama Müdürü İlknur Okumuşoğlu
Açkar Süt Ürünleri A.Ş., Ankara, TURKIYE
uretim@ackar.com.tr
ORCID ID: 0009-0004-5487-5459

ÖZET

Bitki kaynaklı biyoaktif bileşiklerin fermente süt ürünlerine entegrasyonu, sürdürülebilir ve fonksiyonel gıda sistemlerinin geliştirilmesinde önemli bir stratejidir. Polifenol açısından zengin meyvelerin kullanımı, ürünün antioksidan kapasitesini artırırken, yüksek fenolik içerik,

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

laktik asit bakterilerinin canlılığı ve duyusal kalite üzerinde inhibitör etki gösterebilir. Bu durum, ürün geliştirme sürecinde çok parametreli bir optimizasyon yaklaşımını gerektirir.

Bu çalışmada, liyofilize edilmiş (-80°C, 24 saat) ve ardından öğütülmüş kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L.) ve aronia (*Aronia melanocarpa*) takviyeleri, yoğurt fermantasyon aşamasından önce hem tek başına hem de kombinasyon halinde %1, %2 ve %3 oranlarında formülasyona eklenmiştir. Geliştirilen fonksiyonel yoğurt formülasyonlarının mikrobiyolojik stabilitesi, toplam fenolik içeriği, antioksidan aktivitesi ve duyusal özellikleri değerlendirilmiştir. *Lactobacillus* ve *Lactococcus* sayımları yapılmış; koliform bakteri, *Escherichia coli* ile maya ve küf analizleri gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, toplam fenolik içerik bitkisel katkı oranının artmasıyla yükselmiş ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenmiştir ($p<0,05$). En yüksek fenolik içerik %3 aronia grubunda edilirken, aronia ve pancarın birlikte kullanıldığı formülasyonlarda da fenolik içeriğin belirgin şekilde arttığı gözlenmiştir. Bu sonuç, aronia katkısının fenolik bileşikler açısından önemli bir zenginleştirme sağladığını göstermektedir. DPPH radikal giderme kapasitesi %2,68–%51,09 aralığında değişmiş ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenmiştir ($p<0,05$). Antioksidan kapasitedeki artış, katkı oranına bağlı açık bir doz–yanıt ilişkisine işaret etmektedir.

Mikrobiyolojik analizlerde, *Lactococcus* sayıları 8,68 ila 9,57 log KOB/g arasında değişmekte olup, en yüksek değer %1 aronia grubunda elde edilmiştir ($p<0,05$). *Lactobacillus* sayıları 5,85–6,60 log KOB/g aralığında değişmiştir. En yüksek *Lactobacillus* düzeyleri %1 pancar (6,60 log KOB/g) ve %2 pancar+aronya (6,54 log KOB/g) örneklerinde belirlenmiş ve bu örnekler istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır ($p<0,05$). Gıda güvenliği açısından, koliform veya Escherichia coli tespit edilmemiştir ve maya-küf sayıları kontrollü sınırlar içinde kalmıştır.

Duyusal değerlendirmelerde %2 katkı düzeyine sahip formülasyonlar en yüksek genel kabul puanlarını almıştır. Kırmızı pancarın tek başına eklenmesi duyusal kabulü artırırken, %2 aronia+ kırmızı pancar kombinasyonu, antioksidan kapasitesinin artması ve mikrobiyal canlılığın korunmasıyla genel kalite parametreleri açısından en dengeli formülasyon olarak öne çıkmıştır.

Sonuç olarak, uygun oranlarda liyofilize bitki katkı maddelerinin kullanılması, mikrobiyal stabiliteyi ve duyusal kabul edilebilirliği korurken antioksidan kapasiteyi artırarak, sürdürülebilir ve optimize edilebilir fonksiyonel yoğurt tasarımı için uygulanabilir bir model sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fonksiyonel yoğurt; Liyofilizasyon; Antioksidan aktivite; Mikrobiyal stabilite; Ürün geliştirme; *Aronia melanocarpa*; *Beta vulgaris* L.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

GIDA EŞLEŞTİRME KAVRAMININ GIDA KALİTESİ VE TÜKETİCİ ALGISI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yağmur Özcan

Ege Üniversitesi

yagmurozcan1997@gmail.com - 0000-0002-6433-1939

Prof. Dr. Yeşim Elmacı

Ege Üniversitesi

yesim.elmaci@ege.edu.tr - 0000-0001-7164-838X

ÖZET

Günümüzde tüketiciler, yalnızca besin öğeleri açısından zengin değil, aynı zamanda lezzetli ve dengeli duyusal özelliklere sahip gıda ürünlerini de talep etmektedir. Bu bağlamda, gıdalar arasındaki lezzet uyumunu inceleyen gıda eşleştirme (food pairing) kavramı giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Gıda eşleştirme, farklı gıdaların bir arada tüketilmesiyle oluşan duyusal açıdan uyumu incelemekte ve bu uyumun arkasındaki bilimsel temelleri açıklamayı amaçlamaktadır. Bu yaklaşım, gıdaların içerdiği aroma bileşikleri, lezzet profilleri ve duyusal özellikleri arasındaki benzerlikler üzerinden gıda kombinasyonlarının oluşturulmasına katkı sağlamaktadır. Gıda eşleştirme, özellikle gıdalar arasındaki ortak aroma bileşiklerinin incelenmesi ile açıklanmaktadır. Araştırmalar, benzer aroma bileşiklerine sahip bazı gıdaların birlikte tüketildiğinde daha uyumlu bir lezzet profili oluşturulabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte yalnızca aroma benzerlikleri değil, tat dengesi, doku uyumu, ağız hissi ve tüketim alışkanlıkları gibi birçok faktör de gıdalar arasındaki lezzet uyumunu etkilemektedir. Gıda eşleştirme, gıdaların duyusal kalitesinin değerlendirilmesinde aroma, tat, doku ve genel kabul edilebilirlik gibi birçok duyusal parametrenin dengeli bir şekilde algılanmasına katkı sağlayarak tüketici algısını olumlu yönde etkileyebilmektedir. Bunun yanı sıra gıda eşleştirme, gıda endüstrisinde ürün geliştirme ve inovasyon süreçlerinde de önemli bir rol oynamaktadır. Gıda üreticileri, tüketici beklentilerini karşılayan yeni ürünler geliştirebilmek amacıyla farklı gıda bileşenlerini bir araya getirerek özgün lezzet profilleri oluşturmayı hedeflemektedir. Bu süreçte gıda eşleştirme, uygun gıda kombinasyonlarının belirlenmesine ve ürün formülasyonlarının geliştirilmesine katkı sağlayabilmektedir. Sonuç olarak gıda eşleştirme, gıdalar arasındaki uyumu sağlayarak gıda kalitesinin değerlendirilmesi, tüketici algısının anlaşılması ve yenilikçi ürünlerin geliştirilmesi açısından önemli bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Bu alanda yapılacak olan çalışmaların özellikle gıda eşleştirme yaklaşımının duyusal değerlendirme ve tüketici araştırmaları ile ele alınması, gıda endüstrisinde yenilikçi ve tüketici tarafından kabul gören gıda ürünlerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Gıda eşleştirme, food pairing, gıda kalitesi, tüketici kabulü

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

EVALUATION OF THE FOOD PAIRING CONCEPT IN TERMS OF FOOD QUALITY AND CONSUMER PERCEPTION

ABSTRACT

Today, consumers demand food products that are not only rich in nutrients but also delicious and characterized by balanced sensory properties. In this context, the concept of food pairing, which examines the flavour compatibility between different foods, is gaining increasing importance. Food pairing examines the sensory harmony created by consuming different foods together and aims to explain the scientific mechanisms underlying this interaction. This approach contributes to the development of food combinations based on similarities in aroma compounds, flavour profiles, and sensory characteristics of foods. Food pairing is primarily explained by examining shared aroma compounds among foods. Research shows that a more harmonious flavour profile can be created when foods with similar aroma compounds are consumed together. However, not only similarities but also factors such as taste balance, textural compatibility, mouthfeel, and consumption habits influence the flavour compatibility between foods. Food pairing can positively influence consumer perception by contributing to the balanced perception of sensory parameters such as aroma, taste, texture, and overall acceptability in the evaluation of foods sensory quality. In addition, food pairing plays an important role in product development and innovation processes in the food industry. Food producers aim to create unique flavour profiles by combining different food components to develop new products that meet consumer expectations. In this process, food pairing can contribute to identifying suitable food combinations and improving product formulations. Consequently, food pairing is considered a crucial approach for evaluating food quality, understanding consumer perception, and developing innovative products through the harmonization of food ingredients. Studies in this field, particularly those addressing the food pairing approach through sensory evaluation and consumer research, may contribute to the development of innovative and consumer-accepted food products in the food industry.

Keywords: Food pairing, food quality, consumer acceptance

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

1. GİRİŞ

Son yıllarda tüketicilerin gıda ürünlerine yönelik beklentilerinin giderek çeşitlendiği görülmektedir. Bazı tüketiciler hayvan dostu veya organik olarak üretilen gıdaları tercih ederken bazıları ise daha sağlıklı, çevre dostu veya sürdürülebilir özellikteki gıdaları tercih etmektedir. Bununla birlikte, yeni ürünlerin başarısızlık oranının yüksek ve ürün çeşitliliğinin fazla olması, gıda üreticilerini bu beklentileri daha hedefli yaklaşımlarla ele almaya yöneltmektedir. Tüketicilerin gıdaya olan ilgileri farklılık göstermekle birlikte duyusal tercihler ve özellikle lezzet, gıda endüstrisinde kritik ancak yeterince değerlendirilmeyen bir durum olarak öne çıkmaktadır (Jürkenbeck vd., 2024). Tüketici beklentilerine uygun gıdaların geliştirilmesinde duyusal özelliklerin rolü giderek artmaktadır. Bu kapsamda, gıdalar arasındaki aroma ve lezzet uyumunu inceleyen gıda eşleştirme (food pairing) kavramının önemli bir araştırma alanı olduğu görülmektedir. Gıda eşleştirme, benzer aroma bileşiklerini paylaşan gıdaların birlikte tüketildiğinde daha uyumlu bir lezzet profili oluşturabileceği varsayımına dayanmaktadır (Ahn vd., 2011). Bu yaklaşım, gıdaların içerdiği aroma bileşikleri ile lezzet profilleri arasındaki ilişkilerin anlaşılmasına katkı sağlamakta ve duyusal kalite parametrelerinin daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Bu durum, gıda kalitesinin yalnızca fizikokimyasal özellikler üzerinden değil, aynı zamanda tüketici tarafından algılanan duyusal özellikler üzerinden de değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Duyusal kalite, tüketici kabulü ve tercihleri üzerinde doğrudan belirleyici bir rol oynamaktadır (Chen vd., 2023). Bu nedenle, gıda eşleştirme yaklaşımı yalnızca ürün geliştirme süreçlerinde değil, aynı zamanda tüketici algısının anlaşılması ve yönlendirilmesinde de önemli bir yere sahiptir. Farklı gıda bileşenlerinin bir araya getirilmesiyle oluşan lezzet uyumu, tüketici beğenisini ve ürün kabulünü doğrudan etkileyebilmektedir (Jürkenbeck vd., 2024). Dolayısıyla gıda eşleştirme kavramının gıda kalitesi ve tüketici algısı ile ele alınması, gıda endüstrisinde yenilikçi ve tüketici odaklı ürünlerin geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Yapılan çalışmalarda gastronomi ve gıda bilimi alanlarında gıda eşleştirmeye olan ilginin giderek arttığı ve özellikle duyusal değerlendirme ile kimyasal bileşim arasındaki ilişkiyi açıklamada önemli bir araç olduğu vurgulanmaktadır (Spence, 2020). Bunun yanı sıra, bu yaklaşımın çoğunlukla kimyasal bileşenler ve gastronomik uygulamalar çerçevesinde ele alındığı, gıda kalitesi ve tüketici algısı ile değerlendirildiği çalışmaların ise sınırlı olduğu görülmektedir. Bu çalışmanın amacı, gıda eşleştirme kavramını gıda kalitesi ve tüketici algısı açısından kapsamlı bir şekilde değerlendirmektir.

2. GIDA EŞLEŞTİRME KAVRAMI

Gıda eşleştirme (food pairing), gıdalar arasındaki lezzet uyumunun yalnızca duyusal deneyimle değil, aynı zamanda gıdaların kimyasal bileşimleri ile de ilişkili olabileceğini öne süren disiplinler arası bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım ilk olarak “iki gıdanın ortak aroma bileşikleri ne kadar çok olursa, birlikte o kadar iyi bir tadı vardır” hipotezi ile 2002 yılında Michelin yıldızlı şef Heston Blumenthal ve lezzet uzmanı Francois Benzi tarafından ortaya atılmıştır. Hipoteze

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

göre, gıdaların tuzlu, tatlı, acı, ekşi veya umami olmasından çok ortak aroma bileşiklerinin bulunması daha iyi bir eşleşmeye neden olabilmektedir (de Klepper, 2011; Galmarini, 2020). Örneğin, çikolata ve mavi peynirin en az 73 aroma bileşeninin ortak olması nedeni ile iyi bir eşleşme olduğu bilinmektedir. Geleneksel olarak lezzet uyumu daha çok algısal ve deneyimsel bir olgu olarak değerlendirilmiş olsa da son yıllarda bu uyumun gıdaların içerdiği aroma bileşikleri üzerinden açıklanabileceğine yönelik çalışmalar artış göstermiştir (Spence, 2020).

Gıda eşleştirme kavramının kimyasal temeli, gıdalarda bulunan aroma bileşiklerinin duyusal algı üzerindeki etkisine dayanmaktadır. Aroma bileşikleri, gıdaların karakteristik aromalarını oluşturan ve lezzet algısında belirleyici rol oynayan uçucu bileşenlerdir. Ancak bu bileşiklerin duyusal etkisi yalnızca varlıklarına değil, aynı zamanda birbirleriyle olan etkileşimlerine de bağlıdır (Chen vd., 2023; Galmarini, 2020). Bu durum, yalnızca ortak aroma bileşiklerine dayalı gıda eşleştirme yaklaşımının sınırlı olabileceğini göstermektedir. Bu nedenle, gıda eşleştirme kavramının yalnızca kimyasal benzerlik üzerinden değerlendirilmesi yeterli değildir. Lezzet sadece aromayı değil, aynı zamanda tadı da içermektedir. Lezzetin yalnızca kimyasal bileşenlere indirgenemeyeceği, duyusal entegrasyon ve bireysel algının da önemli rol oynadığı bilinmektedir (Chen vd., 2023). Aynı aroma bileşiklerine sahip gıdaların her zaman aynı düzeyde uyumlu olarak algılanmaması bu açıdan beklenen bir durumdur.

Gıda eşleştirme yaklaşımda önemli olan bir diğer kriter ise bireysel farklılıklardır. Bireyler arasında aroma ve tat algısına ilişkin genetik ve deneyimsel farklılıklar bulunmakta ve bu durum aynı gıda eşleştirmelerinin farklı bireyler tarafından farklı şekillerde algılanmasına neden olabilmektedir (Reed ve Knaapila, 2010). Sonuç olarak gıda eşleştirme, kimyasal bileşim, duyusal algı ve bireysel farklılıkların etkileşimi ile şekillenen çok boyutlu bir kavramdır. Bu nedenle, yalnızca ortak aroma bileşiklerine dayalı yaklaşımlar yerine, duyusal analizler ve tüketici değerlendirmeleri ile desteklenen bütüncül bir yaklaşımın benimsenmesi önerilmektedir (Spence, 2020).

2.1. Gıda Eşleştirme Uygulamaları

Gıda endüstrisinde gıdaların pazarlaması açısından gıda eşleştirmesi, özellikle hedef olarak açık fikirli tüketicilere hitap etmek için yeni ve alışılmadık bileşenlerin kombinasyonunu içeren bir yöntem olarak tanımlanmaktadır (Jürkenbeck vd., 2023). Bu amaçla gıda eşleştirmenin farklı gıdalarda kullanımın araştırılması önem taşımaktadır. Gıda eşleştirme kavramı, yeniliğe açık olan tüketiciler için yeni lezzet kombinasyonları geliştirmek amacıyla 2002 yılında ortaya çıkmıştır (Jürkenbeck vd., 2024). Daha sonra şef Martin Lersch tarafından 2007 yılında okuyucuların da yorumlarını ekleyebilecekleri bir gıda eşleştirme bloğu açılmıştır. Gıda eşleştirme yaklaşımına ait ilk makalelerin lezzet ağı grafikleri ile aroma bileşiklerine dayalı olası gıda kombinasyonlarını görselleştirmeye olanak tanıyan hesaplamalı gastronomi ile ilgili olduğu görülmektedir (Ahn vd., 2011; de Klepper, 2011; Ahnert, 2013). Bu grafiksel gösterimde her dal bir gıda kategorisine atıfta bulunmakta ve dallar arasındaki çizgilerin uzunlukları aroma örtüşme derecesini göstermektedir (Galmarini, 2020).

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Yapılan literatür araştırmasında, gıda eşleştirmenin özellikle kahve, çay, şarap ve bira gibi gıda ürünlerinde kullanıldığı ve bu alanda deneysel çalışmaların bulunduğu görülmüştür. Bu çalışmalar incelendiğinde, genellikle tat, gövde, aroma ve ağızda kalan tadın dengeli yoğunlukları; gıdalar arasındaki aromatik benzerlik ve yağlı gıdaların asidik veya tanenli şarapla eşleştirilmesi gibi zıtlıklarla ilgili olduğu görülmektedir. Örneğin, şaraplar ve çeşitli gıda kategorileri üzerinde gerçekleştirilen çalışmalarda, iyi bir eşleşme için tatlılığın önemi vurgulanmaktadır. Bu alandan yapılan çalışmalarda, şarabın tatlılık seviyesinin gıdanın tatlılık seviyesine eşit veya ondan daha yüksek olması gerektiği belirtilmiştir (Harrington ve Hammond, 2005; Koone vd., 2014).

Gıda eşleştirmede lezzet dengesi, dikkat çeken bir diğer çalışma alanıdır. Yapılan çalışmalarda, gıda eşleştirmelerinde iki gıdanın da baskın olmaması için gıdaların lezzet yoğunluğunun dengelenmesi gerektiği önerilmektedir (Bastian vd., 2009; Donadini ve Fumi, 2014; Donadini vd., 2008; King ve Cliff, 2005; Paulsen vd., 2015). Bununla birlikte, bazı durumlarda, ürünlerin baskın özelliğinin değerine bağlı olarak dengesiz yoğunluk da tercih edilebilmektedir (Donadini vd., 2012; Donadini vd., 2013). Şarabın burukluğu veya asitliği ile hayvansal kaynaklı gıdaların yağlılık seviyeleri arasındaki denge, birçok çalışmada doğrulanmıştır. Örneğin, Koone vd. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, şarabın taneninin algılanan yoğunluğu ile yağlı bir gıda (baharatlı İtalyan salamı) ile uyum seviyesi arasında pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Harrington ve Hammond (2006), gıdadaki yağlılık ve şarap tanen yoğunluğunun eşleşme algısı üzerindeki etkisini değerlendirmiş ve şarap taneni ile gıdadaki yağlılık yoğunlukları eşit olduğunda, eşleşme düzeyinin birinin diğerine baskın geldiği duruma göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Gıda eşleştirmede aromatik benzerliklerin kullanımı yani ortak aroma bileşenlerine sahip gıdaların eşleştirilmesi konusu oldukça önemlidir. Örneğin, mineralli bir beyaz şarap ile istiridyenin her iki üründe de iyotlu bileşenlerin bulunması nedeniyle iyi bir eşleşme olacağı bilinmektedir. Benzer şekilde, hayvansal veya deri notaları bulunan bir kırmızı şarap, aynı tür aromalara sahip av etiyle iyi bir eşleşme oluşturabilmektedir (Eschevins vd., 2018). Eschevins vd. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, aromatik benzerlik ilkesinin tüketici algısı ve beğenisi üzerindeki etkisi bilimsel olarak incelenmiştir. Bu amaçla limon şurubu bazlı bir içecek ile limon veya vanilya aromalı taze peynir eşleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, aromatik benzerliğin olduğu limon-limon eşleşmesinin, vanilyalı eşleşmeye göre daha çok tercih edildiği belirlenmiştir (Eschevins vd., 2018). Traynor vd. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, lezzet eşleştirme hipotezi temel alınarak ilk bakışta uyumsuz görünen ancak ortak aroma bileşenlerine sahip gıda kombinasyonlarının duyusal ve kimyasal etkileşimleri incelenmiştir. Çalışmada muz, üç farklı gıda (pastırma, basmati pirinç ve sızma zeytinyağı) ile eşleştirilmiştir. Gıdaların uçucu bileşen profilleri GC-MS analizi ile belirlenmiş ve bu profiller eğitimli panelistler tarafından duyusal analizlerle karşılaştırılmıştır. Muz ve pastırma eşleşmesinde, her iki gıdada da meyvemsi/ester karakteri veren ortak uçucu bileşenler tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirmede, pastırmanın isli ve tuzlu karakterinin muzun tatlılığıyla kontrast oluşturduğu ve ortak aroma bileşenlerinin bu iki zıt tadı birbirine bağladığı görülmüştür. Bir diğer eşleşme

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

olan muz ve sızma zeytinyağında, her iki gıdada da yeşil ve çimenimsi karakterlerin ortak olduğu belirlenmiştir. Zeytinyağındaki acılık ve yakıcılığın, muzun kremsi dokusu ve tatlılığı tarafından dengelendiğini göstermiştir. Muz ve basmati pirinç eşleştirmesinde ise, her iki gıdanın da çiçeksi ve fındığımsı aroma bileşenleri ön plana çıkmıştır. Pirincin nötr yapısının muzun aromatik yoğunluğunu taşıyıcı bir görev üstlendiği belirtilmiştir. Çalışmada, gıda eşleştirmenin sadece kişisel tercihlere değil, aynı zamanda gıdaların kimyasal yapısındaki benzerliklere (ortak aroma bileşenleri) de dayandırılabileceği sonucuna varılmıştır (Traynor vd., 2013).

3. GIDA EŞLEŞTİRMENİN GIDA KALİTESİ VE TÜKETİCİ ALGISI AÇISINDAN ÖNEMİ

Gıda eşleştirme uygulamaları, yalnızca lezzet inovasyonu sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda gıda kalitesi ve tüketici algısına etkisi açısından da önemli bulgular sunmaktadır. Bu yöntem, gıdaların ortak aroma bileşiklerinin yanı sıra, tüketici algısı ve bireysel farklılıkları da dikkate alarak gıda kalitesinin algısal boyutunu güçlendirmektedir (Reed ve Knaapila, 2010). Araştırmalar, aynı aroma bileşiklerine sahip gıdaların farklı bireyler tarafından farklı şekillerde algılandığını göstermektedir. Bu nedenle, gıda eşleştirmede yalnızca kimyasal bileşimin yeterli olmadığı, tüketici deneyimi ve duyusal değerlendirmelerle de desteklenmesi gerektiği ifade edilmektedir (Jürkenbeck vd., 2024).

Kort vd. (2010) tarafından 50 öğrenciden oluşan bir panelde armut, domates, patates, çikolata, sığır eti, karnabahar, anason ve her birinin ikili kombinasyonunun tüketildiği bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, gıdaların kombinasyonuna ait değerlendirme puanlarının ayrı ayrı tüketildiklerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak sonuçlar incelendiğinde ortak aroma bileşiklerine sahip olan gıdaların kombinasyonlarının diğer kombinasyonlardan daha düşük puan aldığı belirlendiğinden gıda eşleştirme teorisinin reddedilmesi önerilmiştir. Bu çalışmada, gıda eşleştirme kavramının sadece ortak aroma bileşikleri açısından değerlendirilmesinin yetersiz olduğu, tüketicilerin bireysel beğenisinin daha önemli olduğu ortaya konmuştur. Bu sonuç, gıda kalitesinin algısal boyutunun kimyasal analizlerle tam olarak açıklanamayacağını göstermektedir. Sonuç olarak gıda eşleştirme yaklaşımı, lezzet uyumu ve duyusal kaliteyi optimize ederek tüketici kabulünü artıran bir strateji olarak özellikle ürün geliştirme süreçlerinde önemli bir rol üstlenmektedir.

4. SONUÇ

Gıda eşleştirme kavramı, modern gıda endüstrisinde yalnızca lezzet inovasyonunu değil, aynı zamanda gıda kalitesi ve tüketici algısını anlamada da kritik bir araç olarak öne çıkmaktadır. Yapılan çalışmalar, gıdaların kimyasal bileşenleri ve aroma profillerinin tek başına lezzet uyumunu belirlemede yeterli olmadığını, aynı zamanda bireysel algı, deneyim ve bağlamsal faktörlerin de önemli rol oynadığını göstermektedir. Bu açıdan, gıda eşleştirme, gıda kalitesinin algısal boyutunu güçlendiren ve tüketici deneyimini zenginleştiren bütüncül bir yaklaşım olarak

değerlendirilebilmektedir. Tüketici kabulü ve memnuniyetini artırmak amacıyla, gıda eşleştirme yaklaşımı ürün geliştirme süreçlerinde stratejik bir öneme sahiptir. Başarılı eşleşmeler, yalnızca ortak aroma bileşenleri üzerinden değil, aynı zamanda lezzet dengesi, tat uyumu ve kontrastın doğru yönetimi ile sağlanabilmektedir. Bu durum, gıda eşleştirme çalışmalarının duyusal analizler ve tüketici değerlendirmeleri ile desteklenmesini gerekli kılmaktadır. Gelecek araştırmalar açısından, gıda eşleştirme kavramının potansiyeli oldukça geniştir. Farklı kültürel bağlamlarda, çeşitli tüketici gruplarında ve farklı ürün kategorilerinde yapılacak çalışmalar bilimsel bilgiyi derinleştirecek ve gıda endüstrisine yenilikçi ürün geliştirme konusunda somut araçlar sağlayacaktır.

5. KAYNAKÇA

1. Ahn, Y. Y., Ahnert, S. E., Bagrow, J. P., & Barabási, A. L. (2011). Flavor network and the principles of food pairing. *Scientific Reports*, 1, 196.
2. Ahnert, S. E. (2013). Network analysis and data mining in food science: The emergence of computational gastronomy. *Flavour*, 2(4), 1–8.
3. Bastian, S. E. P., Payne, C. M., Perrenoud, B., Joscelyne, V. L. & Johnson, T. E. (2009). Comparisons between Australian consumers' and industry experts' perceptions of ideal wine and cheese combinations. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 15(2), 175–184.
4. Chen, Y., Lin, Y., & Feng, X. (2023). Food perception: Taste, Smell and Flavour. *Foods*, 12(19), 3628.
5. de Klepper, M. (2011). Food pairing theory: A European fad. *Gastronomica*, 11(4), 55–58.
6. Donadini, G., & Fumi, M. D. (2014). An investigation on the appropriateness of chocolate to match tea and coffee. *Food Research International*, 63, 464–476.
7. Donadini, G., Fumi, M. D., & Lambri, M. (2012). The hedonic response to chocolate and beverage pairing: A preliminary study. *Food Research International*, 48(2), 703–711.
8. Donadini, G., Fumi, M. D., & Lambri, M. (2013). A preliminary study investigating consumer preference for cheese and beer pairing. *Food Quality and Preference*, 30(2), 217–228.
9. Donadini, G., Spigno, G., Fumi, M. D., & Pastori, R. (2008). Evaluation of ideal everyday Italian food and beer pairings with regular consumers and food and beverage experts. *Journal of the Institute of Brewing*, 114(4), 329–342.
10. Eschevins, A., Giboreau, A., Allard, T., & Dacremont, C. (2018). The role of aromatic similarity in food and beverage pairing. *Food Quality and Preference*, 65, 18–27.
11. Galmarini, M. V. (2020). The role of sensory science in the evaluation of food pairing. *Current Opinion in Food Science,* 33, 149–155.
12. Harrington, R. J., & Hammond, R. (2005). The direct effects of wine and cheese characteristics on perceived match. *Journal of Foodservice Business Research*, 8(4), 37–54.

13. Harrington, R. J., & Hammond, R. (2006). Body deviation-from-match: They in and yang of wine and food pairing?. *Journal of Culinary Science & Technology*, 5(1), 51–69.
14. Jürkenbeck, K., von Steimker, F., & Spiller, A. (2023). Foodpairing und Bio-Lebensmitte. www.uni-goettingen.de (Erişim tarihi: 18.03.2026)
15. Jürkenbeck, K., von Steimker, F., & Spiller, A. (2024). Consumer's perception of food pairing products with usual, novel and unusual flavour combinations: A segmentation approach. *Appetite*, 196, 107270.
16. King, M., & Cliff, M. A. (2005). Evaluation of ideal wine and cheese pairs using a deviation-from-ideal scale with food and wine experts. *Journal of Food Quality*, 28(3), 245–256.
17. Koone, R., Harrington, R. J., Gozzi, M., & McCarthy, M. (2014). The role of acidity, sweetness, tannin and consumer knowledge on wine and food match perceptions. *Journal of Wine Resarch*, 25(3), 158–174.
18. Kort, M., Nijssen, B., van Ingen-Visscher, K., & Donders, J. (2010). *Food pairing from the perspective of the 'volatile compounds in food' database*. In I. Blank, M. Wüst, & C. Yeretzian (Eds.), Expression of multidisciplinary flavour science: Proceedings of the 12th Weurman Symposium, Interlaken, Switzerland (pp. 589–592). Winterthur: Institut of Chemistry and Biological Chemistry.
19. Paulsen, M. T., Rognså, G. H., & Hersleth, M. (2015). Consumer perception of food-beverage pairings: The influence of unity in variety and balance. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 2(2), 83–92.
20. Reed, D. R., & Knaapila, A. (2010). Genetics of taste and smell: Poisons and pleasures. *Progress in Molecular Biology Translational Science*, 94, 213–240.
21. Spence, C. (2020). Gastrophysics: The new science of eating. *Current Opinion in Food Science*, 33, 125–130.
22. Traynor, M. P., Burke, R., O'Sullivan, M. G., Hannon, J. A., & Barry-Ryan, C. (2013). Sensory and chemical interactions of food pairings (basmati rice, bacon and extra virgin olive oil) with banana. *Food Research International*, 54(1), 569–577.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

GIDA NEOFOBİSİNİN TÜKETİCİ DAVRANIŞI VE YENİ GIDA KABULÜ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Yağmur Özcan

Ege Üniversitesi

yagmurozcan1997@gmail.com - 0000-0002-6433-1939

Prof. Dr. Yeşim Elmacı

Ege Üniversitesi

yesim.elmaci@ege.edu.tr - 0000-0001-7164-838X

ÖZET

Gıda tüketimi yalnızca fizyolojik gereksinimlerin karşılanmasıyla sınırlı olmayıp, psikolojik ve duyusal faktörlerden de önemli ölçüde etkilenmektedir. Bu faktörlerden biri olan gıda neofobisi, tüketicilerin yeni veya alışılmadık gıdaları denemekten kaçınma eğilimi olarak tanımlanmakta ve yeni gıda kabulünü belirleyen temel unsurlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Son yıllarda bitki bazlı ürünler, alternatif protein kaynakları ve fonksiyonel gıdalar gibi yenilikçi ürünlerin geliştirilmesinde belirgin bir artış gözlenmektedir. Ancak bu ürünlerin pazardaki başarısı, büyük ölçüde tüketicilerin bu ürünlere yönelik tutumları ve kabul düzeyleri ile ilişkilidir. Bu alanda yapılan çalışmalar, gıda neofobi düzeyi yüksek bireylerin yeni gıdaları kabul etme olasılığının daha düşük olduğunu ve bu durumun tüketici davranışını doğrudan etkilediğini ortaya koymaktadır. Gıda neofobisinin evrimsel temellere dayandığı ve bireyleri potansiyel risklerden koruyan bir mekanizma olarak geliştiği düşünülmektedir. Bununla birlikte, günümüz gıda ortamında bu eğilim diyet çeşitliliğini sınırlayabilmekte ve özellikle yenilikçi ürünlerin kabulünü zorlaştırabilmektedir. Literatürde, neofobik tepkilerin gıda kategorisine bağlı olarak değiştiği ve alışılmadık bileşenler içeren ürünlerde daha belirgin hale geldiği görülmektedir. Gıda neofobi düzeyi; yaş, kültür ve bireysel deneyimlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Buna karşılık, tüketicinin ürün hakkında bilgi sahibi olması, ürüne tekrar maruz kalması ve olumlu duyusal deneyimler yaşaması bu eğilimi azaltabilmektedir. Bu durum, yalnızca bireysel tüketim davranışını değil, aynı zamanda sürdürülebilir gıda sistemlerine geçişi de doğrudan etkilemektedir. Bu bağlamda, gıda neofobisinin daha iyi anlaşılması; tüketici odaklı ürün geliştirme stratejilerinin oluşturulması, etkili iletişim ve pazarlama yaklaşımlarının belirlenmesi ve özellikle sürdürülebilir ve yenilikçi gıda ürünlerinin kabulünün artırılması açısından kritik bir öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Gıda neofobisi, tüketici davranışı, yeni gıda kabulü, yenilikçi gıdalar

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

THE ROLE OF FOOD NEOPHOBIA IN CONSUMER BEHAVIOR AND NOVEL FOOD ACCEPTANCE

ABSTRACT

Food consumption is not limited to meeting physiological needs; it is also significantly influenced by psychological and sensory factors. One of these factors, food neophobia, is defined as the tendency of consumers to avoid trying new or unfamiliar foods and stands out as one of the key elements determining the acceptance of novel foods. In recent years, there has been a significant increase in the development of innovative products such as plant-based foods, alternative protein sources, and functional foods. However, the market success of these products largely depends on consumers' attitudes and their level of acceptance. Studies in this field indicate that individuals with higher levels of food neophobia are less likely to accept new foods, and this directly influences consumer behaviour. Food neophobia is considered to have evolutionary basis and to have developed as a mechanism that protects individuals from potential risks. Nevertheless, in today's food environment, this tendency may limit dietary diversity and hinder the adoption of innovative food products. The literature also suggests that neophobic responses vary depending on the food category and become more pronounced in products containing unfamiliar ingredients. The level of food neophobia varies according to factors such as age, culture, and individual experience. In contrast, increased consumer knowledge about a product, repeated exposure, and positive sensory experiences can reduce this tendency. This not only affects individual consumption behaviour but also directly influences the transition toward sustainable food systems. In this context, a better understanding of food neophobia is crucial for developing consumer-oriented product strategies, designing effective communication and marketing approaches, and enhancing the acceptance of sustainable and innovative food products.

Keywords: Food neophobia, consumer behaviour, novel food acceptance, innovative foods

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

1. GİRİŞ

Son yıllarda dünya çapında özellikle nüfus artışına bağlı olarak gıda üretimi ve tüketiminde önemli bir artış gözlenmektedir. İnsan nüfusunun son 50 yılda yaklaşık iki katına çıktığı ve 2050 yılına kadar 9.7 milyara ulaşmasının beklendiği bildirilmektedir. Bu artış, gıdaya olan talep üzerinde baskı oluşturmakta ve buna bağlı olarak sürdürülebilir gıda sistemlerinin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu amaçla, sürdürülebilirlik odaklı yeni gıda trendleri doğrultusunda geliştirilen yenilikçi ürünler gıda sistemlerinde dönüşüm potansiyeli taşımaktadır. Özellikle bitki bazlı alternatifler, kültürlenmiş et ve fonksiyonel gıdalar çevre dostu olması ve artan gıda talebinin karşılanması açısından önemli bir yere sahiptir (Valoppi vd., 2021). Bunun yanı sıra, tüketicilerin yeni gıdalara yönelik tutumları aynı değildir. Bazı tüketiciler yeni ve alışılmadık gıdalara karşı olumlu bir yaklaşım sergilerken, bazıları bu tür gıdalardan kaçınma eğilimi göstermektedir. Tüketiciler tarafından gıda tüketimini ve kabulünü etkileyen en önemli psikolojik tutumlardan biri olan gıda neofobisi, bu noktada kritik bir rol oynamaktadır (Siddiqui vd., 2022). Gıda neofobisi, tüketicilerin yeni veya alışılmadık gıdalara karşı geliştirdiği kaçınma eğilimi olarak tanımlanmakta ve yeni gıda kabulünün en önemli belirleyicilerinden biri olarak değerlendirilmektedir (Siegrist ve Hartmann, 2020). Yapılan literatür araştırmasında, gıda neofobisinin tüketicilerin gıda tercihleri ve kabul davranışları üzerinde güçlü bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Neofobinin, tüketicilerin yeni gıdaları tercih etme olasılığını azalttığı ve diğer birçok çevresel ve demografik faktöre kıyasla daha belirgin şekilde etkisinin olduğu bildirilmektedir (Camarena vd., 2011).

Güncel çalışmalar, tüketicilerin yeni gıdalara yönelik tutumlarının yalnızca ürünün fiziksel ve duyusal özelliklerinden değil, aynı zamanda bireylerin psikolojik eğilimlerden de önemli biçimde etkilendiğini ortaya koymaktadır (Dagevos, 2021). Gıda neofobisi, yalnızca bireysel bir eğilim olarak değerlendirilmemekte, aynı zamanda çeşitli psikososyal faktörler ile de etkileşim içinde şekillenen dinamik bir yapı olarak da değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, sosyal medya, çevresel tutumlar, davranışsal inançlar, algılanan değer ve genel imaj gibi unsurlar tüketicilerin yeni gıdalara yönelik tutumlarını etkileyebilmektedir. Özellikle algılanan ürün imajı, tüketicilerin gıdaları satın alma davranışı üzerinde güçlü bir belirleyici olarak rol almaktadır (Lu vd., 2018). Bu amaçla, gıda neofobisinin tüketici davranışı ve yeni gıda kabulü üzerindeki etkisinin anlaşılması, gıda endüstrisi açısından büyük önem taşımaktadır. Tüketici eğilimlerinin doğru analiz edilmesi, yenilikçi gıda ürünlerinin geliştirilmesi, pazarlanması ve kabulünün arttırılması süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada, gıda neofobisi kavramının detaylı olarak ele alınması ve bu kavramın tüketici davranışı ile yeni gıda kabulü üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

2. GIDA NEOFOBİSİ KAVRAMI

Gıda neofobisi, en genel tanımıyla gıdaları tüketmeyi istememek veya reddetmek ve yeni gıdalardan kaçınma eğilimi olarak ifade edilmektedir. Alışılmadık gıdaların reddedilmesi, hayatta kalma ve tehlikeli olarak görülen şeylerden kaçınma içgüdüsünden kaynaklanmaktadır

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

(Guidetti vd., 2018). İnsanlar gibi omnivor türlerde güvenli olduğu bilinen gıdalardan sapma olasılığını azaltan bir güvenlik mekanizması bulunmaktadır (Johns vd., 2013). Bu bağlamda gıda neofobisi kavramının kökenine yönelik yaklaşımlar incelendiğinde, yeni ve yabancı olanlar yerine tanıdık ve güvenli gıdaları seçme eğilimi olarak tanımlanan Omnivore ikilemi kavramından türetildiği görülmektedir. İnsanların tarihsel süreçte potansiyel olarak zararlı olabilecek gıdalardan kaçınarak hayatta kalma davranışı elde ettiği ve bu davranışın zamanla öğrenilmiş bir eğilim haline geldiği bilinmektedir. Bu nedenle gıda neofobisi çoğu zaman koruyucu bir mekanizma olarak değerlendirilmekte ve yeni gıda kabulünü sınırlayan bir faktör haline gelebilmektedir (Siddiqui vd., 2022).

Gıda neofobisi bireysel ve çevresel faktörlerin etkileşimi ile şekillenmektedir. Bireysel farklılıklar açısından değerlendirildiğinde, yaş, kültürel arka plan ve daha önceki deneyimlerin gıda neofobisi üzerinde belirleyici olduğu görülmektedir. Özellikle çocukluk döneminde yeni gıdalara karşı daha yüksek olan neofobi düzeyinin, maruziyet ve öğrenme ile zamanla azalabildiği bildirilmektedir. Bununla birlikte, bazı bireylerde bu eğilimin yetişkinlik döneminde de devam edebildiği ve bu durumun diyet çeşitliliğini sınırlayabileceği belirtilmektedir (Cooke vd., 2006). Çeşitli çalışmalar, daha yüksek gıda neofobisi olan bireylerde sebze, salata, meyve, et ve balık alımının azaldığını ortaya koymaktadır. Bunun yanı sıra, bu bireylerin protein, doymamış yağlar, magnezyum ve E vitamini alımında da eksiklikler yaşayabileceği görülmektedir (Damsbo-Svendsen vd., 2017).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, gıda neofobisinin gıda kategorisine bağlı olarak da değiştiğini ortaya koymaktadır. Özellikle alışılmış ve gelenekselleşmiş tüketim kalıplarının dışında kalan böcek bazlı proteinler, laboratuvar ortamında üretilen et ve yeni alternatif protein kaynakları gibi gıdalar, tüketicilerde daha yüksek neofobik tepki oluşturabilmektedir. Bu tür gıdaların tüketiciler tarafından değerlendirilmesinde yalnızca duyusal özelliklerin değil, aynı zamanda doğallık ve güvenilirlik gibi faktörlerin de önemli olduğu bilinmektedir (Bryant ve Barnett, 2018; Onwezen vd., 2021). Bunun yanında, gıda neofobisi duyusal algı ile de yakından ilişkilidir. Gıda neofobisi yüksek olan tüketicilerin yeni gıdalara yönelik beklentileri de genellikle düşük olmaktadır. Bu durum tüketicilerin yeni gıda kabulünü ve değerlendirmesini etkileyebilmektedir (Dovey vd., 2008). Sonuç olarak gıda neofobisi, tüketicilerin gıda seçimlerini ve yeni gıdalara yönelik davranışlarını belirleyen çok boyutlu bir yapı olarak değerlendirilmektedir. Bireysel ve çevresel faktörler tarafından şekillenen bu eğilim, özellikle yeni gıda ürünlerinin kabulü açısından önemli bir belirleyici olarak rol oynamakta ve tüketici davranışının anlaşılmasında etkili olmaktadır.

3. GIDA NEOFOBİSİNİN TÜKETİCİ DAVRANIŞI VE YENİ GIDA KABULÜ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Değişen gıda trendlerine bağlı olarak gıda üretiminin çevre, iklim değişikliği ve hayvan refahı üzerindeki etkisi nedeniyle tüketiciler özellikle et yemekten kaçınma eğilimi göstermektedir. Bu amaçla son yıllarda, et yerine geçebilecek bitki bazlı alternatiflere veya böceklere, yapay

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

ete veya kültür ete yönelik çalışmalar artmaktadır. Bunun yanı sıra, insanlar gıda ve sağlık arasında bağlantı kurmakta ve bu alanda daha bilinçli hale gelmektedir (Tuorila vd., 2020). Ancak, söz konusu eğilimlere rağmen, tüketicilerin bu yenilikçi gıdalara yönelik tutumlarının her zaman olumlu olmadığı görülmektedir. Özellikle alışılmış tüketim kalıplarının dışında kalan ürünler, bireylerde belirsizlik ve risk algısını artırmakta ve bu durum yeni gıdaların kabulünü sınırlayabilmektedir. Bu noktada, gıda neofobisi, tüketicilerin yeni gıdalara yönelik davranışlarını açıklamada temel bir faktör olarak öne çıkmaktadır (Onwezen vd., 2021).

Tüketici ve yeni gıdalar arasındaki ilişkiyi anlamak için, risk-fayda algıları, bilgi ve tecrübe, güven, sosyo-demografik özellikler, coğrafi konum, toplum yapısı, ekonomi, kişisel gelir, dini kısıtlamalar, mevcut teknoloji ve insan psikolojisinin neden olduğu düşük kabul edilebilirlik dahil olmak üzere çok sayıda yön incelenmelidir (Valoppi vd., 2021). Algılan fayda ve risk arasındaki denge, tüketicilerin yeni gıdaları değerlendirmesinde belirleyici rol oynamaktadır (Bugi vd., 2024). Gıdanın çevre dostu, sürdürülebilir, sağlıklı, besin değeri yüksek olması gibi unsurlar kabul edilebilirlik olasılığını arttırırken; güvenlik, doğallık ve üretim süreçlerine ilişkin belirsizlik gibi unsurlar kabul edilebilirliği sınırlandırabilmektedir (Siegrist ve Hartmann, 2020). Yeni gıda kabulünde tüketicilerin kökenlerinin etkili olup olmadığına dair yapılan bir çalışmada, kültürel varyasyonların farklı kültürlerden gelen yeni gıdaların kabul edilebilirliği üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir. Çalışmada ürünün coğrafi kökeni, kültürel bağlılığı ve aile yükümlülüklerinin yerine getirilmesi gibi konuların bir grup tüketici için önemli olduğu, farklı etnik kökenli diğer tüketiciler için ise mevcut trendlere ayak uydurmanın ve daha kozmopolit olmanın daha önemli olduğu sonucuna varılmıştır (Barrena vd., 2015).

Yeni gıda kabulü yalnızca bireylerin neofobi düzeyi ile sınırlı olmayıp çeşitli dışsal faktörlerden de etkilenmektedir. Tüketicilerin ürün hakkında bilgi sahibi olması, güvenilir kaynaklardan edinilen bilgiler ve sosyal çevrenin etkisi yeni gıdalara yönelik tutumların şekillenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Siegrist ve Hartmann, 2020). Sürdürülebilirlik, sağlık ve çevresel faydaların vurgulanması, belirli tüketici gruplarında yeni gıda kabulünü arttırabilmektedir. Tüketicilerin yeni bir gıdaya birden fazla kez maruz kalması, ürünün tanınırlığını arttırarak gıda neofobisinin azalmasına katkı sağlamaktadır. Bu durum, öğrenme ve alışkanlık geliştirme mekanizmaları ile açıklanmakta ve duyusal kabulün zamanla artabileceğini göstermektedir (Spence, 2018). Dolayısıyla, tüketici davranışı ile yeni gıda kabulü arasındaki ilişki dinamik bir yapı sergilemekte, bireysel ve çevresel faktörlerin etkileşimi ile şekillenmektedir. Gıda neofobisi bu bağlamda, yeni gıda kabulünün en önemli psikolojik belirleyicilerinden biri olarak öne çıkmakta ve sürdürülebilir yeni gıdaların geliştirilmesi sürecinde dikkate alınması gereken kritik bir faktör olmaktadır.

4. GIDA NEOFOBİSİNİ AZALTMA STRATEJİLERİ

Gıda neofobisinin azaltılmasına yönelik stratejiler, gıda endüstrisi açısından önemli bir yere sahiptir. Yeni gıdalara maruz kalma seviyesi başta olmak üzere birçok değişken neofobi seviyesini etkileyebilmektedir. Örneğin, daha fazla seyahat eden ve farklı ülkelerin kültürlerine

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

açık olan insanlar daha az neofobik davranış göstermeye meyillidir (Alley vd., 2011). Gıdaya maruz kalmak bireylerin bakış açısını şekillendirdiğinden, içinde büyüdükleri ortam da gıda neofobi seviyelerini şekillendirebilmektedir. Kentsel kesimlerde yaşayan insanlar çeşitli gıdalara kırsal kesimde yaşayanlardan daha fazla maruz kalmakta ve bu nedenle kırsal kesimdeki insanların gıda neofobisinin kentsel kesimdekilerden daha yüksek olması beklenmektedir (Tuorila vd., 2001). Bunlara ek olarak, yaş, cinsiyet, eğitim, maddi durum gibi çeşitli faktörler de gıda neofobisini etkilemekte ve tüm bunları anlamak gıda neofobisini azaltmaya yardımcı olabilmektedir (Siddiqui vd., 2022).

Güncel çalışmalar, tüketicilere sunulan bilginin niteliğinin, yeni gıdalara yönelik tutumlar üzerinde belirleyici olduğunu göstermektedir. Ürünlerin sağlık faydaları, çevresel etkileri ve üretim süreçlerine ilişkin şeffaf bilgi sunumu, tüketicilerin algıladığı riski azaltabilmektedir (Siegrist ve Hartmann, 2020). Deneyimsel pazarlama yaklaşımları da bu süreçte önemli bir rol oynamaktadır. Tadım etkinlikleri ve doğrudan ürün deneyimi, tüketicilerin yeni gıdalara karşı geliştirdiği önyargıların azaltılmasında etkili olmaktadır. Özellikle duyusal deneyimin, bilişsel değerlendirmelerden daha güçlü bir etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (Spence, 2018). Bunun yanı sıra, sosyal etki ve normların da yeni gıda kabulü üzerinde önemli olduğu belirtilmektedir. Tüketicilerin çevrelerinden gördükleri davranışlar ve sosyal kabul düzeyi, yeni ürünlerin benimsenmesini hızlandırabilmektedir (Onwezen vd., 2021).

Yeni gıdaları deneme kaygısını yani gıda neofobisini azaltmak, erken yaşta birden fazla gıdaya maruz kalmak, eğitim yoluyla beslenme hakkındaki bilgiyi genişletmek ve çok sayıda insanın genel kabul edebileceği gıdaları üretme gibi çeşitli yaklaşımlarla yapılabilmektedir (Siddiqui vd., 2022). Bu amaçla, tüketici odaklı ürün geliştirme stratejilerinin benimsenmesi, etkili iletişim ve pazarlama yaklaşımlarının geliştirilmesi ve tüketici deneyiminin ön plana çıkarılması gerekmektedir. Ayrıca, tüketicilerin bilgi düzeyinin artırılması ve olumlu deneyimlerin teşvik edilmesi de gıda neofobisinin azaltılmasında kritik rol oynamaktadır. Gıda neofobisinin daha iyi anlaşılması, bireysel beslenme alışkanlıklarının iyileştirilmesi ve sürdürülebilir gıda sistemlerine geçişin desteklenmesi açısından önemli katkılar sağlayacaktır.

5. SONUÇ

Gıda neofobisi, günümüzde hızla gelişen yenilikçi gıda uygulamalarının tüketici tarafından benimsenmesinde önemli bir sınırlayıcı faktör olarak öne çıkmaktadır. Tüketicilerin yeni veya alışılmadık gıdalara karşı geliştirdiği bu eğilim, bireysel tercihler, kültürel yapı, sosyal çevre, deneyim düzeyi ve bilgiye erişim gibi birçok etkenin etkileşimiyle şekillenmektedir. Bu durum, özellikle alternatif protein kaynakları ve yeni teknolojilerle üretilen gıdalar gibi yeni gıdaların kabulünü doğrudan etkilemektedir. Yeni gıdaların tüketici tarafından kabulü yalnızca gıdanın özelliklerine değil, aynı zamanda tüketicinin bu ürünleri nasıl algıladığına ve değerlendirdiğine de bağlıdır. Algılanan risk ve belirsizlik düzeyi arttıkça kabul olasılığı azalmaktadır. Buna karşılık güven, aşinalık ve bilgi düzeyinin artması ise yeni gıdalara yönelik tutumları olumlu yönde etkilemektedir. Gıda neofobisinin azaltılması, yalnızca bireysel düzeyde değil, üretici ve

pazar odaklı yaklaşımların da geliştirilmesini gerektirmektedir. Tüketici odaklı ürün tasarımı ve uygun pazarlama stratejileri, yeni gıdaların kabulünü destekleyen temel unsurlar arasında yer almaktadır. Sonuç olarak, gıda neofobisinin anlaşılması ve doğru yönetilmesi tüketici davranışlarının yorumlanması ve yenilikçi gıda sistemlerinin geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu süreçte, bilgiye dayalı ve güven odaklı yaklaşımlar, yeni gıda trendlerinin benimsenmesini kolaylaştırmaktadır.

6. KAYNAKÇA

1. Alley, T. R., & Potter, K. A., (2011). *Food neophobia and sensation seeking*. In Handbook of Behavior, Food and Nutrition; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany.
2. Barrena, R., García, T., & Sánchez, M. (2015). Analysis of personal and cultural values as key determinants of novel food acceptance. Application to an ethnic product. *Appetite*, 87, 205–214.
3. Bryant, C., & Barnett, J. (2018). Consumer acceptance of cultured meat: A systematic review. *Meat Science*, 143, 8–17.
4. Camarena, D. M., Sanjuán, A. I., & Philippidis, G. (2011). Influence of ethnocentrism and neo-phobia on ethnic food consumption in Spain. *Appetite*, 57, 121–130.
5. Cooke, L., Carnell, S., & Wardle, J. (2006). Food neophobia and mealtime food consumption in 4–5-year-old children. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Ac*tivity, 3(14), 1–6.
6. Dagevos, H. (2021). Finding flexitarians: Current studies on meat eaters and meat reducers. *Trends in Food Science & Technology*, 114, 530–539.
7. Damsbo-Svendsen, M., Frøst, M. B., & Olsen, A. (2017). Development of novel tools to measure food neophobia in children. *Appetite*, 113, 255–263.
8. Dovey, T. M., Staples, P. A., Gibson, E. L., & Halford, J. C. G. (2008). Food neophobia and 'picky/fussy' eating in children: A review. *Appetite*, 50(2–3), 181–193.
9. Guidetti, M., Carraro, L., Cavazza, N., & Roccato, M. (2018). Validation of the revised food neophobia scale (FNS-R) in the Italian context. *Appetite,* 128, 95–99.
10. Johns, T., Powell, B., Maundu, P., & Eyzaguirre, P. B. (2013). Agricultural biodiversity as a link between traditional food systems and contemporary development, social integrity and ecological health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(14), 3433–3442.
11. Lu, Y., Chen, Z., & Law, R. (2018). Mapping the progress of social media research in hospitality and tourism management from 2004 to 2014. *J. Travel Tour. Mark.*, 35, 102–118.
12. Onwezen, M. C., Bouwman, E. P., Reinders, M. J., & Dagevos, H. (2021). A systematic review on consumer acceptance of alternative proteins: Pulses, algae, insects, plant-based meat alternatives, and cultured meat. *Appetite,* 159, 105058.
13. Siddiqui, S. A., Zannou, O., Karim, I., Kasmiati, Awad, N. M. H., Gołaszewski, J., Heinz, V., & Smetana, S. (2022). Avoiding food neophobia and increasing consumer acceptance of new food trends—A decade of research. *Sustainability*, 14(16), 10391.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

14. Siegrist, M., & Hartmann, C. (2020). Consumer acceptance of novel food technologies. *Nature Food*, 1, 343–350.
15. Tuorila, H., & Hartmann, C. (2020). Consumer responses to novel and unfamiliar foods. *Current Opinion in Food Science*, 33, 1-8.
16. Tuorila, H., Lähteenmäki, L., Pohjalainen, L., & Lotti, L. (2001). Food neophobia among the Finns and related responses to familiar and unfamiliar foods. *Food Quality and Preference*, 12(1), 29–37.
17. Valoppi, F., Agustin, M., Abik, F., Morais de Carvalho, D., Sithole, J., Bhattarai, M., Varis, J.J., Arzami, A., Pulkkinen, E., & Mikkonen, K.S. (2021). Insight on current advances in food science and technology for feeding the world population. *Front. Sustain. Food Syst.*, 5, 626227.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

ADVANCES IN BIOACTIVE COMPOUNDS EXTRACTION FROM FUNCTIONAL FOODS

Prof. Dr. Min-Jae Lee, Dr. Su-Yeon Kim
Department of Food Science and Biotechnology, Seoul National University, South Korea

ABSTRACT
This paper presents recent advances in the extraction of bioactive compounds from functional foods, emphasizing process efficiency, compound stability, and scalability for industrial application. Functional foods enriched with polyphenols, carotenoids, peptides, and phytosterols have been widely recognized for their potential to prevent chronic diseases and enhance overall health; however, the effective recovery of these compounds remains a critical technological challenge. The study reviews and compares conventional extraction methods, such as solvent extraction and Soxhlet techniques, with emerging green technologies including supercritical fluid extraction, ultrasound-assisted extraction, microwave-assisted extraction, and pressurized liquid extraction. Particular attention is given to how process parameters—solvent type, temperature, pressure, and extraction time—affect yield, selectivity, and the structural integrity of heat-sensitive components. Case studies involving berries, whole grains, tea, and fermented foods illustrate how optimized methods can maximize bioactive recovery while minimizing solvent use and environmental impact. The paper also highlights advances in process integration, such as coupling membrane separation or encapsulation with extraction to enhance purity and functional stability in final products. Challenges related to scale-up, regulatory approval, and cost-effectiveness are discussed, alongside the need for standardized analytical protocols to ensure reproducibility and comparability across studies. Overall, the analysis suggests that the convergence of green engineering, process modeling, and omics-based characterization will be key to unlocking the full potential of functional foods as reliable carriers of health-promoting compounds.

Key words: functional foods, bioactive compounds, green extraction, supercritical fluids, process optimization

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

APPLICATION OF NANOTECHNOLOGY IN FOOD PRESERVATION AND SAFETY

Dr. Hyunwoo Park
Department of Food Engineering, Korea University, South Korea

ABSTRACT
This study explores the application of nanotechnology in food preservation and safety, focusing on how nanoscale materials and systems can extend shelf-life, inhibit microbial growth, and improve contaminant detection. After outlining fundamental concepts of nanostructures and their unique physicochemical properties, the paper reviews key classes of materials used in food systems, including nano-emulsions, nano-encapsulated antimicrobials, metal and metal-oxide nanoparticles, and nanocomposite packaging films. The research synthesizes findings from recent experimental and pilot-scale studies to evaluate the effectiveness of these technologies in controlling spoilage microorganisms, reducing oxidation, and modulating the release of active compounds such as natural preservatives and antioxidants. Particular emphasis is placed on smart packaging applications, where nanosensors and indicator systems provide real-time information on temperature abuse, gas composition, or pathogen presence, thereby enhancing traceability and consumer confidence. At the same time, the paper critically examines potential risks related to nanoparticle migration, bioaccumulation, and toxicological uncertainty, highlighting the importance of rigorous safety assessment, clear regulatory frameworks, and transparent communication with stakeholders. The analysis suggests that responsible deployment of nanotechnology requires balancing technological benefits with precautionary principles, integrating life-cycle assessment and risk-benefit analysis into product development. The study concludes that nanotechnology offers transformative opportunities for food preservation and safety, provided that interdisciplinary collaboration between food scientists, toxicologists, regulators, and industry is maintained.

Key words: nanotechnology, food preservation, smart packaging, antimicrobial activity, food safety

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

DEVELOPMENT OF NATURAL FOOD ADDITIVES FROM PLANT EXTRACTS

Assoc. Prof. Dr. Zahra Mohammadi, Fatemeh Hosseini, Reza Karimi
Department of Food Science and Technology, University of Tehran, Iran

ABSTRACT
This paper investigates the development of natural food additives from plant extracts as alternatives to synthetic preservatives, colorants, and antioxidants. Growing consumer concern about artificial additives and their potential health effects has intensified research into bioactive compounds derived from herbs, spices, fruits, and agricultural by-products. The study first reviews major classes of plant-based additives—polyphenolic antioxidants, natural pigments such as anthocyanins and carotenoids, and antimicrobial essential oils—highlighting their mechanisms of action in complex food matrices. Experimental work then focuses on selected Iranian plants, including pomegranate peel, saffron by-products, and rosemary, which are rich in phenolic compounds and volatile constituents. Extraction conditions are optimized using response-surface methodology to maximize yield and activity while maintaining sensory acceptability. The functional performance of these extracts is evaluated in model food systems such as meat products, bakery items, and oil-in-water emulsions, assessing parameters like lipid oxidation, microbial load, color stability, and consumer acceptance. Results indicate that appropriately formulated plant extracts can significantly enhance shelf-life and quality, often matching or surpassing conventional synthetic additives. However, challenges related to variability in raw-material composition, potential off-flavors, and regulatory standardization remain. The paper argues that combining advanced extraction techniques, encapsulation technologies, and careful formulation can help overcome these limitations. It concludes that natural additives from plant extracts represent a promising strategy for clean-label product development and value-added use of local botanical resources.

Key words: natural food additives, plant extracts, antioxidants, essential oils, clean-label

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

EVALUATION OF PROBIOTIC STRAINS FOR DAIRY PRODUCT ENRICHMENT

Dr. Sara Ahmadi, Milad Farzan
Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

ABSTRACT
This study evaluates selected probiotic strains for their suitability in enriching dairy products, emphasizing technological robustness, health-related functionality, and sensory impact. Probiotics must withstand processing conditions, survive gastrointestinal transit, and exert measurable benefits on host health; yet not all strains are compatible with specific dairy matrices or manufacturing processes. The research screens multiple Lactobacillus and Bifidobacterium strains for acid and bile tolerance, adhesion potential to intestinal cell models, and antimicrobial activity against common pathogens. Parallel trials in yogurt and fermented milk are conducted to assess fermentation kinetics, pH evolution, viability during cold storage, and effects on texture and flavor. The findings show that strains exhibiting strong stress tolerance and adhesion characteristics can maintain high viable counts over typical shelf-lives without compromising product quality. In some cases, they contribute positively to viscosity and flavor complexity, whereas other strains generate excessive acidity or off-notes, underscoring the need for strain-specific evaluation. The study also reviews emerging evidence on probiotic modulation of gut microbiota, immune response, and metabolic markers, connecting in vitro properties with potential in vivo outcomes. Regulatory considerations regarding minimum viable counts, strain identification, and health claims are discussed, along with the importance of clear labelling for consumers. Overall, the results support the targeted selection of probiotic strains tailored to specific dairy products and health objectives, rather than a one-size-fits-all approach.

Key words: probiotics, dairy products, strain selection, functional foods, fermented milk

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

SHELF-LIFE EXTENSION TECHNIQUES FOR PERISHABLE FOOD ITEMS

Prof. Dr. Muhammad Aslam, Dr. Ayesha Khan, Asim Raza
Department of Food Science and Human Nutrition, University of Agriculture Faisalabad, Pakistan

ABSTRACT
This paper reviews and experimentally evaluates shelf-life extension techniques for highly perishable food items, including fresh produce, meats, and minimally processed ready-to-eat products. Perishability leads to substantial postharvest losses and food-safety risks, particularly in regions with limited cold-chain infrastructure. The study first synthesizes current knowledge on physical, chemical, and biological preservation methods, such as modified-atmosphere packaging, edible coatings, hurdle technology, and the use of natural antimicrobial agents. Building on this review, pilot-scale trials are conducted on strawberries, chicken fillets, and leafy vegetables to compare combinations of techniques under realistic storage and distribution conditions. Quality indicators—including microbial counts, physicochemical parameters, texture, color, and sensory attributes—are monitored over time to determine effectiveness and potential trade-offs. Results demonstrate that integrated strategies, for example edible coatings enriched with plant-derived antimicrobials combined with optimized temperature and humidity control, significantly prolong shelf-life without compromising sensory quality. The paper also addresses economic and logistical considerations, emphasizing low-cost, easily adoptable interventions for small and medium enterprises. Attention is given to consumer perception and the importance of clear labelling to avoid confusion between freshness and technologically preserved quality. The study concludes that context-specific combinations of preservation techniques provide the most promising route to reducing waste, enhancing food safety, and improving access to nutritious foods.

Key words: shelf-life extension, perishable foods, edible coatings, modified-atmosphere packaging, food quality

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

OPTIMIZATION OF ENZYMATIC PROCESSING FOR FOOD TEXTURE IMPROVEMENT

Dr. Nadia Qureshi, Abdul Rehman
Department of Food Technology, University of Lahore, Pakistan

ABSTRACT
This study focuses on the optimization of enzymatic processing strategies aimed at improving the texture of various food products, including bakery items, dairy desserts, and plant-based alternatives. Enzymes such as proteases, amylases, transglutaminases, and pectinases can selectively modify macromolecular structures, thereby influencing rheology, mouthfeel, and product stability. The research employs a combination of experimental design and rheological analysis to determine optimal enzyme type, dosage, and processing conditions for targeted textural outcomes. Model systems are formulated to represent gluten-free bread, yogurt-type gels, and fruit-based fillings, each presenting distinct structural challenges. Response-surface methodology is used to evaluate interactions between temperature, pH, incubation time, and enzyme concentration, with texture profile analysis and dynamic rheometry providing quantitative measures of hardness, elasticity, and creaminess. Results indicate that carefully tuned enzymatic treatments can significantly enhance softness and volume in gluten-free breads, improve gel firmness and syneresis control in dairy and analog products, and adjust viscosity in fillings without resorting to synthetic hydrocolloids. The study also discusses the importance of inactivating residual enzyme activity to prevent over-modification during storage. Regulatory and labelling aspects are considered, particularly in relation to consumer perception of enzyme-processed foods. The paper concludes that enzymatic processing, when optimized through systematic experimentation, offers a versatile and clean-label approach to tailoring food texture in line with both technological requirements and sensory expectations.

Key words: enzymes, food texture, process optimization, rheology, gluten-free products

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

IMPACT OF FOOD PACKAGING MATERIALS ON QUALITY AND SAFETY

Dr. Carlos Mendoza, Prof. Dr. Ana Torres, Luis Ramirez, Maria Lopez
Department of Food Science and Technology, University of Barcelona, Spain

ABSTRACT
This paper examines the impact of food packaging materials on product quality and safety, highlighting the complex interactions between packaging, food components, and external environmental factors. The study reviews common packaging materials—including glass, metals, paper-based composites, and a range of petroleum-derived and bio-based plastics—and assesses their barrier properties, mechanical performance, and susceptibility to migration of constituents into food. Laboratory experiments are conducted using representative foods with high fat, high acidity, and high moisture to evaluate how different materials influence oxidation, moisture loss or gain, flavor stability, and microbial growth during storage. Particular attention is paid to the migration of monomers, plasticizers, and printing-ink components, using chromatographic and spectrometric methods to quantify potential contaminants under standardized conditions. The results confirm that inappropriate material selection or processing can compromise both safety and sensory quality, especially for long-shelf-life and high-temperature applications. The paper also surveys advances in active and intelligent packaging, including oxygen scavengers, antimicrobial films, and time–temperature indicators, discussing their potential benefits and regulatory challenges. Sustainability considerations are integrated through discussion of recyclability, carbon footprint, and the performance of emerging bio-based polymers compared with conventional plastics. The study concludes that optimal packaging design requires a holistic approach that balances protection, safety, environmental impact, and consumer expectations. It recommends stronger collaboration between material scientists, food technologists, and regulatory bodies to ensure that packaging choices support high-quality, safe, and sustainable food systems.

Key words: food packaging, migration, product quality, active packaging, safety

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

ADVANCES IN NANOMATERIALS FOR SUSTAINABLE ENERGY APPLICATIONS

Prof. Dr. Jong-Hoon Kim
Department of Materials Science and Engineering, Seoul National University, South Korea

Dr. Min-Soo Lee
School of Chemical and Biomolecular Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST), South Korea

Seung-Jae Park
Department of Nanoscience and Technology, Pohang University of Science and Technology (POSTECH), South Korea

ABSTRACT
This paper provides a critical overview of recent advances in nanomaterials for sustainable energy applications, with a particular focus on solar energy conversion, energy storage, and electrocatalysis. The study first outlines key classes of nanomaterials—including semiconductor quantum dots, metal–oxide nanostructures, two-dimensional materials, and hybrid organic–inorganic frameworks—and examines how size, morphology, and surface chemistry modify their optical, electronic, and catalytic properties. Attention is given to strategies for enhancing light absorption and charge-carrier separation in photovoltaic and photoelectrochemical systems through band-gap engineering, plasmonic enhancement, and heterostructure design. The paper then reviews the role of nanomaterials in next-generation batteries and supercapacitors, where engineered porosity and high surface area enable fast ion transport and improved cycling stability. In electrocatalysis, nanostructured catalysts for hydrogen evolution, oxygen reduction, and CO_2 reduction are discussed, emphasizing approaches that reduce precious-metal loading and exploit earth-abundant elements. Throughout, the authors highlight challenges related to large-scale synthesis, long-term stability under operating conditions, and the environmental and health implications of nanoparticle release. Life-cycle perspectives and recycling strategies are briefly considered to assess the overall sustainability of nanomaterial-based technologies. The paper concludes that while nanomaterials have already delivered significant performance gains, future progress will depend on integrating fundamental materials design with scalable fabrication, device engineering, and rigorous assessment of ecological impact.

Keywords: nanomaterials, sustainable energy, photovoltaics, energy storage, electrocatalysis

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

OPTIMIZATION OF SMART GRID SYSTEMS USING MACHINE LEARNING TECHNIQUES

Assoc. Prof. Dr. Eun-Ji Choi
Department of Electrical Engineering, Korea University, South Korea

Hee-Won Lim
School of Computer Science and Engineering, Yonsei University, South Korea

ABSTRACT
This paper investigates the application of machine learning techniques to the optimization of smart grid systems, focusing on demand forecasting, real-time control, and integration of distributed renewable resources. After outlining the architecture of contemporary smart grids, the study classifies key optimization problems, including load balancing, peak-shaving, voltage regulation, and fault detection. A comparative framework is presented for supervised, unsupervised, and reinforcement-learning approaches, highlighting their respective data requirements and computational characteristics. Case studies based on historical load profiles and simulated microgrid scenarios are used to evaluate algorithms such as long short-term memory networks for short-term load forecasting, clustering methods for consumer segmentation, and deep reinforcement learning for adaptive energy management. Results indicate that machine-learning-based controllers can significantly reduce operational costs and emissions while maintaining system reliability, especially when combined with high-resolution sensor data and advanced metering infrastructure. The paper also addresses practical challenges, including model interpretability, cyber-security risks, and the need for robust performance under non-stationary conditions caused by weather variability and behavioral changes. It argues that hybrid schemes—combining data-driven models with physical power-system constraints—offer a promising path toward trustworthy deployment at scale. The conclusion emphasizes the importance of standardized datasets, interoperable platforms, and interdisciplinary collaboration between power engineers and data scientists to fully realize the potential of machine learning in smart grid optimization.

Keywords: smart grid, machine learning, load forecasting, energy management, reinforcement learning

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

DESIGN AND ANALYSIS OF STRUCTURAL HEALTH MONITORING SYSTEMS

Dr. Reza Alizadeh
Department of Civil and Environmental Engineering, Sharif University of Technology, Iran

Ali Nazari
School of Mechanical Engineering, Iran University of Science and Technology, Iran

Samira Mohammadi
Department of Electrical Engineering, Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic), Iran

ABSTRACT
This paper presents an integrated framework for the design and analysis of structural health monitoring (SHM) systems in civil and mechanical infrastructure. The study begins by reviewing key SHM objectives—damage detection, localization, severity assessment, and prognosis—and summarizes common sensing technologies, including accelerometers, strain gauges, fiber-optic sensors, and vision-based systems. A systematic methodology is proposed that links sensor placement, data-acquisition strategies, and damage-sensitive feature selection to the operational and environmental conditions of the monitored structure. Using numerical models and experimental data from bridges and tall buildings, the authors compare vibration-based modal analysis, impedance-based methods, and machine-learning-driven pattern recognition techniques for detecting stiffness loss and crack initiation. Particular emphasis is placed on dealing with noise, temperature effects, and incomplete measurements, for which Bayesian updating and data-fusion approaches are introduced. The paper also discusses practical issues such as power supply, wireless communication constraints, and long-term system reliability. Case studies demonstrate that well-designed SHM systems can significantly reduce inspection costs, improve safety margins, and extend service life by enabling condition-based maintenance. Finally, the authors outline future research directions, including digital twins, edge computing for on-site diagnostics, and the integration of SHM data into asset-management decision tools.

Keywords: structural health monitoring, sensors, damage detection, vibration analysis, data fusion

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

RECENT DEVELOPMENTS IN RENEWABLE ENERGY HARVESTING METHODS

Assis. Prof. Dr. Farhad Mousavi
Department of Energy Engineering, University of Tehran, Iran

Dr. Leyla Tabrizi
School of Mechanical Engineering, Isfahan University of Technology, Iran

Nima Shariati
Department of Electrical Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

Hamid Rezaei
Faculty of Engineering, Shiraz University, Iran

ABSTRACT
This paper reviews recent developments in renewable energy harvesting methods, with an emphasis on integrated solutions that combine multiple resources and advanced power-conversion technologies. The study surveys progress in solar photovoltaic and solar-thermal systems, onshore and offshore wind, small-scale hydropower, and emerging technologies such as piezoelectric, thermoelectric, and vibration-based harvesters. For each technology, key innovations in materials, device architecture, and control strategies are discussed, highlighting improvements in conversion efficiency, reliability, and adaptability to variable environmental conditions. Special attention is given to hybrid systems—for example, solar-wind or solar-biomass configurations—that aim to provide more stable power output for off-grid communities and microgrids. The paper also examines maximum power-point tracking algorithms, multi-input converters, and energy-storage integration as critical enablers of efficient harvesting. Environmental and socio-economic aspects, including land use, resource intermittency, and local manufacturing capacity, are briefly considered to contextualize technical advances. Case studies from pilot projects demonstrate that properly designed hybrid and smart-controlled systems can significantly enhance capacity factors and reduce levelized cost of energy compared to single-source installations. The authors conclude that future research should prioritize reliability under harsh conditions, recyclability of components, and system-level optimization that accounts for demand profiles and grid constraints.

Keywords: renewable energy, energy harvesting, hybrid systems, power conversion, microgrids

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

APPLICATION OF IOT IN INDUSTRIAL AUTOMATION AND CONTROL

Prof. Dr. Muhammad Aslam
Department of Electrical and Computer Engineering, National University of Sciences and Technology (NUST), Pakistan

Dr. Zara Khan
Department of Industrial Engineering, University of Engineering and Technology Lahore, Pakistan

ABSTRACT
This paper examines the application of the Internet of Things (IoT) in industrial automation and control, focusing on how connected sensing, communication, and analytics can enhance efficiency, flexibility, and safety in manufacturing environments. The study outlines a layered reference architecture comprising field devices, edge gateways, cloud platforms, and enterprise applications, and describes communication protocols commonly used in industrial IoT, such as MQTT, OPC UA, and time-sensitive networking. Through illustrative use cases—predictive maintenance of rotating machinery, real-time monitoring of production lines, and energy-aware control of utilities—the paper demonstrates how IoT systems enable fine-grained visibility into process conditions and support data-driven decision-making. Particular emphasis is placed on edge computing, which allows local preprocessing, anomaly detection, and low-latency control while reducing bandwidth requirements and improving resilience to connectivity disruptions. The authors also discuss cyber-security and privacy challenges, introducing strategies such as network segmentation, secure device provisioning, and anomaly-based intrusion detection. Implementation barriers, including legacy equipment integration and workforce skills gaps, are analyzed based on experiences from pilot deployments in small and medium manufacturing enterprises. The paper concludes that successful adoption of industrial IoT requires not only appropriate technology choices but also organizational change, clear governance frameworks, and sustained collaboration between operations, IT, and management.

Keywords: Internet of Things, industrial automation, edge computing, predictive maintenance, cyber-security

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

DEEP LEARNING TECHNIQUES FOR DEFECT DETECTION IN MANUFACTURING

Asif Malik
Department of Computer Science, University of Karachi, Pakistan

Dr. Sana Qureshi
Department of Industrial and Manufacturing Engineering, NED University of Engineering and Technology, Pakistan

Amna Tariq
Department of Electrical Engineering, University of Karachi, Pakistan

Prof. Dr. Kamran Siddiqi
Faculty of Engineering, NED University of Engineering and Technology, Pakistan

Imran Javed
Department of Mechanical Engineering, NED University of Engineering and Technology, Pakistan

ABSTRACT
This paper investigates the use of deep learning techniques for automated defect detection in manufacturing processes, with an emphasis on vision-based inspection of surfaces, components, and assemblies. Traditional rule-based image-processing methods often struggle with variations in illumination, texture, and defect appearance, leading to inconsistent performance and high manual-tuning costs. In contrast, convolutional neural networks and related architectures can learn discriminative features directly from labeled datasets, enabling robust detection of subtle and complex defects. The study presents a systematic workflow that includes dataset acquisition and augmentation, network selection and training, and deployment on embedded hardware for real-time operation. Several architectures, including ResNet, U-Net, and YOLO-style detectors, are compared on benchmark datasets representative of metal surface inspection, printed-circuit-board analysis, and packaging quality control. Experimental results show that deep learning models achieve significantly higher detection accuracy and lower false-alarm rates than conventional approaches, particularly when combined with transfer learning and domain-specific augmentation strategies. The paper also addresses practical challenges such as limited labeled data, explainability of model decisions, and integration with existing quality-management systems. Hybrid human-in-the-loop workflows are proposed to handle ambiguous cases and continuously improve model performance. The authors conclude that deep learning has the potential to transform industrial inspection from labor-intensive, reactive practices into proactive, data-driven quality assurance.

Keywords: deep learning, defect detection, computer vision, quality control, manufacturing

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

ADVANCED ROBOTICS FOR PRECISION AGRICULTURE

Dr. Carolina Ruiz
Department of Agricultural Engineering, University of São Paulo, Brazil

Prof. Dr. Enrique Mendoza
School of Mechanical and Electrical Engineering, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Mexico

Luis Torres
Department of Robotics and Automation, Monterrey Institute of Technology and Higher Education (ITESM), Mexico

ABSTRACT
This paper explores the deployment of advanced robotics in precision agriculture, focusing on field operations such as site-specific fertilization, targeted pesticide application, selective harvesting, and crop monitoring. The study surveys the current state of ground and aerial robotic platforms, including autonomous tractors, mobile manipulators, and unmanned aerial vehicles equipped with multi-spectral and thermal sensors. A conceptual framework is proposed that links robotic capabilities—navigation, perception, manipulation, and coordination—to agronomic objectives like yield optimization, resource efficiency, and reduction of chemical inputs. Case studies from experimental farms in Latin America demonstrate how simultaneous localization and mapping, machine-vision-based plant recognition, and variable-rate application algorithms can be integrated into robust field systems. The paper analyzes technical challenges arising from unstructured outdoor environments, including uneven terrain, dynamic obstacles, and changing illumination, and discusses how sensor fusion and adaptive control strategies can mitigate these issues. Socio-economic aspects, such as farm size, labor availability, and technology cost, are considered to evaluate the feasibility of large-scale adoption in both industrial and smallholder contexts. The authors argue that advanced agricultural robotics, when combined with agronomic expertise and data analytics, can significantly contribute to sustainable food production under climate and market uncertainties. However, they emphasize the need for interoperable standards, local capacity building, and participatory design processes to ensure that robotic technologies align with farmers' needs and ecological constraints.

Keywords: precision agriculture, agricultural robotics, autonomous vehicles, crop monitoring, variable-rate application

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

SMART TRANSPORTATION SYSTEMS AND TRAFFIC MANAGEMENT USING AI

Assis. Prof. Dr. Ivan Morales
Department of Transportation Engineering, Polytechnic University of Madrid, Spain

María Gutierrez
Department of Computer Science, Complutense University of Madrid, Spain

ABSTRACT
This paper examines the application of artificial intelligence (AI) in smart transportation systems and traffic management, with a focus on urban environments facing congestion, pollution, and safety challenges. The study begins by describing the architecture of intelligent transportation systems, including sensor networks, connected vehicles, control centers, and traveler-information services. It then reviews AI methods used for traffic prediction, signal control, incident detection, and dynamic route guidance, highlighting machine-learning and reinforcement-learning algorithms that can adapt to changing conditions. Case studies from simulated and real-world corridors demonstrate that AI-driven adaptive signal control can reduce average travel times and emissions compared to fixed-time plans, while deep-learning-based incident detection improves response times to accidents and breakdowns. The paper also explores the integration of data from connected vehicles and mobile devices, which provides high-resolution information but raises privacy and cyber-security concerns. Strategies for anonymization, secure communication, and fail-safe system design are discussed. Finally, the authors consider institutional and regulatory barriers, such as fragmented responsibilities among agencies and the need for standardized data platforms, which can hinder AI adoption. They conclude that AI-enabled traffic management can play a central role in sustainable urban mobility, provided that technological innovation is accompanied by governance reforms and stakeholder engagement.

Keywords: smart transportation, artificial intelligence, traffic management, connected vehicles, adaptive signal control

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

INTEGRATION OF BIOMATERIALS IN CIVIL ENGINEERING FOR ENHANCED DURABILITY

Dr. José Hernández
Department of Civil and Environmental Engineering, University of Granada, Spain

Raúl Jiménez
School of Engineering, University of Seville, Spain

Prof. Dr. Laura Sánchez
Department of Materials Science and Engineering, Polytechnic University of Catalonia (UPC), Spain

ABSTRACT
This paper investigates the integration of biomaterials into civil engineering applications as a strategy to enhance durability and sustainability of infrastructure. Biomaterials considered include bacterial-based self-healing agents, natural fibers, biopolymers, and bio-derived admixtures for cementitious and asphalt composites. The study reviews underlying mechanisms by which these materials improve performance, such as crack sealing via microbial calcite precipitation, increased toughness and ductility from fiber reinforcement, and reduced permeability through bio-polymer modification of pore structures. Laboratory experiments on mortar and concrete specimens evaluate mechanical properties, freeze–thaw resistance, chloride ingress, and healing efficiency under repeated loading. Results indicate that appropriately designed bio-enhanced materials can significantly extend service life while reducing maintenance requirements, particularly in aggressive marine or de-icing environments. The paper also addresses challenges related to long-term stability of biological components, variability of natural raw materials, and compatibility with existing construction practices and standards. Life-cycle assessments are discussed to compare environmental impacts with those of conventional materials, suggesting that biomaterial integration can lower CO_2 emissions and resource consumption when implemented at scale. The authors argue that collaboration between civil engineers, microbiologists, and materials scientists is essential to translate promising laboratory findings into robust field applications. They conclude with recommendations for pilot projects, monitoring strategies, and normative frameworks that can support the safe and effective use of biomaterials in future infrastructure systems.

Keywords: biomaterials, civil engineering, durability, self-healing concrete, sustainable construction

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

SUSTAINABLE WATER RESOURCE MANAGEMENT IN AFRICAN URBAN AREAS

Dr. Samuel Okoro
Department of Civil and Environmental Engineering, University of Lagos, Nigeria

ABSTRACT
This paper examines the challenges and opportunities associated with sustainable water resource management in rapidly growing African urban areas. Many cities on the continent face a combination of aging infrastructure, informal settlement expansion, climate-induced variability in rainfall, and institutional fragmentation, all of which undermine reliable and equitable water provision. The study adopts a mixed-methods approach, combining analysis of policy documents and service-coverage statistics from selected West and East African cities with interviews conducted with utility managers, local officials, and community representatives. Findings indicate that conventional centralized systems struggle to keep pace with urbanization, resulting in uneven access and over-extraction of groundwater, while intermittent supply increases the risk of contamination in distribution networks. However, the research also identifies promising practices, including decentralized rainwater harvesting, managed aquifer recharge, small-scale treatment plants, and pro-poor tariff structures supported by cross-subsidies. Particular attention is paid to governance arrangements: cities that integrate water planning with land-use regulation, participatory neighborhood upgrading, and transparent performance monitoring achieve more sustainable outcomes than those relying solely on technocratic, top-down solutions. The paper argues that sustainable urban water management in Africa requires a shift toward adaptive, hybrid systems that combine centralized infrastructure with community-based and nature-based solutions. It concludes by proposing a framework for policymakers that links demand management, ecosystem protection, and inclusive governance, emphasizing the need for capacity-building, climate-resilient investment, and regional knowledge sharing.

Key words: urban water management, Africa, sustainability, governance, climate resilience

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

ADVANCES IN WASTE-TO-ENERGY TECHNOLOGIES FOR AFRICAN COMMUNITIES

Kofi Mensah, Dr. Nana Yeboah, Abena Boateng
Department of Environmental Engineering, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Ghana

ABSTRACT
This paper reviews recent advances in waste-to-energy (WtE) technologies and evaluates their suitability for deployment in African communities facing mounting municipal solid-waste and energy-access challenges. Rapid urbanization and changing consumption patterns have increased waste generation across African cities, while electricity grids remain unreliable or inaccessible in many peri-urban and rural areas. The study synthesizes technical and socio-economic evidence on a spectrum of WtE options, including anaerobic digestion, small-scale incineration with energy recovery, gasification, and co-processing in existing industrial plants. Drawing on case studies from Ghana, Kenya, and South Africa, the paper compares capital and operating costs, feedstock requirements, emissions profiles, and local job-creation potential. The analysis shows that decentralized anaerobic digestion and modular gasification units are particularly promising for medium-sized municipalities and agro-industrial clusters, where organic waste streams are abundant and heat or electricity demand is relatively stable. However, successful implementation depends on reliable waste-segregation systems, appropriate regulatory standards, and long-term financing mechanisms. Social acceptance emerges as a critical factor: projects that involve communities in planning, ensure transparent communication about environmental safeguards, and provide tangible co-benefits—such as affordable cooking gas or street lighting—are more likely to endure. The paper concludes that WtE should not be seen as a stand-alone solution but as part of integrated solid-waste management that prioritizes reduction, reuse, and recycling. Policy recommendations include developing clear national WtE strategies, fostering public–private partnerships, and supporting research on locally adapted, low-emission technologies.

Key words: waste-to-energy, solid-waste management, Africa, renewable energy, anaerobic digestion

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

ASSESSING SOIL REMEDIATION TECHNIQUES IN KYRGYZSTAN'S INDUSTRIAL ZONES

Assoc. Prof. Dr. Aida Sadykova, Ermek Nurtaziev, Bakytbek Osmonov
Department of Environmental Science, Kyrgyz National University, Kyrgyzstan

ABSTRACT
This paper evaluates the effectiveness and feasibility of soil-remediation techniques applied in industrial zones of Kyrgyzstan affected by mining, metallurgy, and chemical production. Decades of poorly regulated industrial activity have left contaminated hotspots with elevated levels of heavy metals, hydrocarbons, and other persistent pollutants, posing risks to human health and surrounding ecosystems. The study combines field sampling and laboratory analysis with a review of pilot projects and remediation plans implemented in selected sites near Bishkek, Osh, and former mining settlements. Techniques assessed include soil excavation and secure landfilling, in-situ stabilization/solidification, phytoremediation using native plant species, and soil washing with chelating agents. Results indicate that while excavation provides rapid risk reduction, it is costly and merely transfers contaminants to another location, raising issues of long-term storage and monitoring. Stabilization reduces metal mobility but requires careful control of additives and may limit future land use. Phytoremediation emerges as a cost-effective option for large, moderately contaminated areas, though it demands multi-year commitment and robust biomass-management strategies. The research highlights institutional and financial constraints, including limited enforcement capacity, fragmented responsibility among agencies, and insufficient public awareness of soil-contamination risks. The paper argues for an integrated remediation framework that prioritizes risk-based decision-making, combines technologies according to local conditions, and incorporates community participation in planning and monitoring. It concludes with recommendations for developing national guidelines, strengthening environmental liability mechanisms, and promoting international cooperation to address legacy pollution in Kyrgyzstan’s industrial zones.

Key words: soil remediation, industrial pollution, Kyrgyzstan, heavy metals, phytoremediation

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

AIR POLLUTION IMPACTS ON PUBLIC HEALTH IN KYRGYZSTAN URBAN CENTERS

Dr. Gulnara Toktogonova, Assis. Prof. Dr. Mirlan Bektemirov
School of Public Health, Kyrgyz State Medical Academy, Kyrgyzstan

ABSTRACT
This study investigates the health impacts of urban air pollution in major Kyrgyzstani cities, with a primary focus on Bishkek and Osh. Rapid motorization, reliance on coal and low-quality fuels for heating, and outdated industrial facilities have led to frequent exceedances of particulate-matter and nitrogen-oxide standards, particularly during winter inversion episodes. The research integrates air-quality monitoring data with hospital admission records and community health surveys to estimate the burden of respiratory and cardiovascular diseases attributable to ambient pollution. Time-series and regression analyses reveal statistically significant associations between short-term increases in PM2.5 concentrations and hospital visits for asthma, bronchitis, and ischemic heart disease, even after controlling for temperature, seasonal trends, and socio-economic factors. Vulnerable populations—including children, the elderly, and residents of informal settlements near major roads or industrial sites—are disproportionately affected. Qualitative interviews highlight limited public awareness of pollution risks and constrained capacity for behavioral adaptation, such as the use of cleaner heating technologies or avoidance of outdoor activity during high-pollution episodes. The paper argues that addressing urban air pollution in Kyrgyzstan requires a combination of regulatory and public-health measures, including stricter emission standards for vehicles and small boilers, phased reduction of coal use, and expansion of public transport. Health-impact assessments should be systematically integrated into urban-planning and energy-policy decisions. The study concludes that investing in cleaner air would yield substantial co-benefits in terms of reduced healthcare costs, improved labor productivity, and enhanced quality of life.

Key words: air pollution, public health, Kyrgyzstan, urban environment, particulate matter

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

EVALUATION OF SOLID WASTE MANAGEMENT SYSTEMS IN YEMEN

Faisal Al-Hadhrami
Department of Environmental Engineering, Sana'a University, Yemen

ABSTRACT
This paper evaluates existing solid-waste management systems in selected Yemeni cities under conditions of protracted conflict and economic instability. Municipalities face severe constraints in collection coverage, disposal practices, and institutional capacity, leading to uncontrolled dumping, open burning, and growing public-health risks. The study employs field observations, stakeholder interviews, and analysis of municipal records from Sana'a, Aden, and Taiz to assess system performance across the waste-management chain: generation, collection, transfer, recycling, and final disposal. Findings reveal highly fragmented services, with formal collection limited to central districts and informal waste-pickers playing a crucial yet unrecognized role in recovering recyclable materials. Existing dumpsites lack basic engineering controls, resulting in leachate contamination and vector proliferation. Despite these challenges, local initiatives—such as community-based collection schemes, NGO-supported recycling projects, and small composting operations—demonstrate potential pathways for incremental improvement. The paper argues that realistic strategies for Yemen must prioritize low-cost, labor-intensive approaches that build on existing informal practices while gradually strengthening regulatory frameworks and technical standards. Recommended measures include formalizing and protecting the role of waste-pickers, promoting source separation for organics and recyclables, and developing simple sanitary-landfill cells where security conditions allow. The study concludes that even in fragile contexts, targeted interventions and donor-supported capacity-building can significantly reduce environmental and health impacts of solid waste, laying groundwork for more comprehensive systems in the future.

Key words: solid-waste management, Yemen, informal sector, dumpsites, fragile states

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

STRATEGIES FOR MITIGATING WATER POLLUTION IN YEMENI AGRICULTURE

Dr. Hana Mohammed, Saeed Al-Saadi, Assoc. Prof. Dr. Lubna Al-Din
Department of Environmental Science, University of Sana'a, Yemen

ABSTRACT
This study analyzes sources of water pollution linked to agricultural practices in Yemen and proposes mitigation strategies tailored to the country's water-scarce and conflict-affected context. Unsustainable groundwater abstraction, intensive use of chemical fertilizers and pesticides, and inadequate management of livestock waste have degraded surface and groundwater quality in key farming regions. The research combines water-quality sampling from wells and irrigation canals with farmer surveys and policy-document review to identify pollution hotspots and institutional gaps. Results reveal elevated nitrate, salinity, and pesticide residues in many irrigation sources, exceeding recommended thresholds for drinking and, in some cases, for crop irrigation. Farmers often lack access to extension services and rely on short-term yield maximization, unaware of cumulative impacts on soil and water resources. The paper evaluates potential interventions, including integrated pest-management practices, controlled fertilizer application, promotion of drought-tolerant and less input-intensive crops, and adoption of localized irrigation systems that reduce leaching and runoff. Policy recommendations emphasize the need to strengthen water-quality monitoring, incentivize good agricultural practices through subsidies or credit schemes, and integrate water-pollution control into broader national water-security strategies. The study concludes that protecting Yemen's limited water resources requires coordinated efforts among agricultural, water, and environmental institutions, as well as engagement with local communities and traditional water-management structures.

Key words: water pollution, agriculture, Yemen, groundwater quality, best management practices

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

MONITORING ENVIRONMENTAL CHANGES USING REMOTE SENSING IN ERITREA

Prof. Dr. Teklemariam Haile, Dawit Gebreselassie, Dr. Selam Kidane
Department of Earth and Environmental Sciences, Eritrea Institute of Technology, Eritrea

ABSTRACT
This paper demonstrates the application of remote-sensing and geographic-information-system (GIS) techniques for monitoring environmental changes in Eritrea, a country characterized by diverse ecosystems and increasing pressure from climate variability and human activities. Using multi-temporal satellite imagery from Landsat and Sentinel missions, the study analyzes land-cover change, vegetation dynamics, and shoreline variation over the past three decades in selected highland, lowland, and coastal areas. Standardized indices, including the Normalized Difference Vegetation Index and land-surface-temperature metrics, are combined with supervised classification and change-detection algorithms to quantify trends in deforestation, agricultural expansion, urban growth, and land degradation. Results indicate significant loss of natural vegetation in densely populated highland zones, localized expansion of irrigated agriculture in lowland plains, and observable coastal changes linked to erosion and infrastructure development. Ground-truthing through field visits and consultation with local experts confirms the main patterns and provides contextual interpretation. The paper argues that remote sensing offers cost-effective, timely information for environmental planning in countries with limited ground-monitoring networks. It recommends institutionalizing regular satellite-based assessments within national agencies, integrating remote-sensing data with community-based observations, and using the outputs to support land-use planning, climate-adaptation strategies, and disaster-risk reduction. The study concludes that strengthening technical capacity in remote sensing and GIS is essential for evidence-based environmental governance in Eritrea.

Key words: remote sensing, environmental change, Eritrea, GIS, land-cover monitoring

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

FLOOD RISK ASSESSMENT AND MANAGEMENT IN ERITREAN COASTAL ZONES

Nega Berhane, Assis. Prof. Dr. Hiwot Tesfai
Department of Civil and Environmental Engineering, University of Asmara, Eritrea

ABSTRACT
This study assesses flood risk in Eritrean coastal zones and evaluates management options in light of climate-change-induced sea-level rise and increasing urban development. Focusing on selected coastal towns along the Red Sea, the research integrates hydrological modelling, topographic analysis using digital-elevation models, and historical records of flood events. Hazard maps are produced under different rainfall-intensity and storm-surge scenarios, identifying low-lying areas, critical infrastructure, and informal settlements most exposed to inundation. The vulnerability component considers socio-economic indicators such as housing quality, access to early-warning information, and livelihood dependence on coastal resources. Results show that even moderate sea-level increases substantially expand flood-prone areas, particularly where unplanned construction has occurred on natural drainage paths or reclaimed land. Current protective measures—such as ad-hoc seawalls and drainage channels—are often poorly maintained and fail to account for future climatic conditions. The paper proposes a multi-layered risk-management strategy that combines structural interventions (elevated roads, improved drainage, and ecosystem-based solutions like mangrove restoration) with non-structural measures including land-use zoning, community-based early-warning systems, and emergency-preparedness training. It emphasizes the importance of integrating flood-risk considerations into coastal-development plans and infrastructure investments. The study concludes that proactive, participatory risk management can reduce disaster losses and support climate-resilient development in Eritrea's vulnerable coastal zones.

Key words: flood risk, coastal zones, Eritrea, climate change, disaster-risk management

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

MATERNAL HEALTHCARE ACCESS AND SOCIOECONOMIC BARRIERS AMONG WOMEN IN RURAL KYRGYZSTAN

Prof. Dr. Meerim Aitmatova
Department of Public Health, Kyrgyz State Medical Academy, Kyrgyzstan
Dr. Bakytgul Uulu
Faculty of Medicine, Osh State University, Kyrgyzstan

ABSTRACT
This study examines maternal healthcare access and the socioeconomic barriers faced by women living in rural regions of Kyrgyzstan, where geographic isolation, limited infrastructure, and persistent poverty converge to shape pregnancy outcomes. Using a mixed-methods design, the research combines facility-based surveys with in-depth interviews and focus groups conducted in several villages across two provinces. Quantitative data capture patterns of antenatal visits, facility-based deliveries, out-of-pocket expenditures, and delays in seeking or receiving care, while qualitative narratives illuminate how gender roles, household bargaining, and trust in health institutions influence women's decisions. The findings show that although national policies have expanded formal coverage for maternal services, many rural women still encounter significant financial obstacles, including informal payments, transport costs, and lost income from farm or household work. Distance to facilities, seasonal road conditions, and shortages of female providers further discourage timely care-seeking. Social norms that prioritize husbands' and elders' approval can delay decisions to seek emergency obstetric care, and previous negative experiences with disrespectful treatment reduce willingness to return. Nevertheless, the study also identifies local resilience strategies, such as community-based savings groups, informal transport networks, and midwife-led outreach, which partially mitigate structural constraints. The paper argues that effective improvement of maternal health in rural Kyrgyzstan requires not only increased investment in infrastructure and human resources but also targeted interventions that reduce hidden costs, strengthen respectful maternity care, and involve families and community leaders in health promotion. Recommendations include developing context-specific voucher schemes, expanding mobile clinics, and integrating gender-sensitive counseling into existing primary healthcare programs.

Keywords: maternal healthcare, rural Kyrgyzstan, socioeconomic barriers, access to care, gender norms

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

PERCEPTIONS AND PRACTICES OF ANTENATAL NUTRITION AMONG PREGNANT WOMEN IN BISHKEK

Dr. Nurgul Isaeva
Department of Nutrition and Dietetics, Kyrgyz State Medical Academy, Kyrgyzstan
Zamira Sadykova
School of Public Health, International University of Kyrgyzstan, Kyrgyzstan
Gulzat Sultanalieva
Faculty of Medicine, Kyrgyz Russian Slavic University, Kyrgyzstan

ABSTRACT
This paper explores perceptions and practices related to antenatal nutrition among pregnant women attending urban clinics in Bishkek, Kyrgyzstan. Despite improvements in food availability and healthcare coverage, micronutrient deficiencies and suboptimal gestational weight gain remain prevalent in the country. To understand the underlying behavioral and cultural determinants, the study employs a cross-sectional survey of pregnant women in their second and third trimesters, complemented by semi-structured interviews with a purposive subsample. The survey assesses dietary diversity, supplement use, food taboos, sources of nutrition information, and perceived barriers to healthy eating. Results indicate that most participants recognize the importance of "eating well for the baby," yet their understanding of specific nutrient needs—such as iron, folate, and calcium—is often limited or inconsistent. Many women report relying on advice from mothers, friends, and social media rather than from healthcare professionals, and clinic-based counseling is frequently described as brief and generic. Economic constraints, time pressure due to employment, and limited cooking facilities in shared apartments further hinder adherence to recommended diets. The qualitative data highlight the persistence of pregnancy-related food restrictions, including avoidance of certain fruits, cold foods, or spicy dishes, which some women perceive as protective despite lacking biomedical justification. The study concludes that interventions to improve antenatal nutrition in Bishkek should combine strengthened, individualized counseling within antenatal care, community-level education that respectfully addresses food beliefs, and policies that increase access to affordable, nutrient-dense foods. Tailored communication strategies using digital platforms may be particularly effective for younger, urban women.

Keywords: antenatal nutrition, pregnant women, Kyrgyzstan, dietary practices, health education

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

PSYCHOSOCIAL STRESSORS AND COPING STRATEGIES AMONG PREGNANT WOMEN IN THE WEST BANK

Assoc. Prof. Dr. Lina Barghouti
Faculty of Public Health, Birzeit University, Palestine
Dr. Hala Najjar
Faculty of Medicine and Health Sciences, An-Najah National University, Palestine

ABSTRACT
This study investigates psychosocial stressors and coping strategies among pregnant women living in the West Bank, a context marked by political instability, movement restrictions, and economic insecurity. Using a mixed-methods design, the research surveys women in their second and third trimesters attending primary healthcare clinics, and conducts in-depth interviews with a subset of participants. Standardized scales are used to measure perceived stress, depressive symptoms, and social support, while open-ended questions explore experiences of daily life, pregnancy-related worries, and sources of resilience. Findings reveal that women commonly report stressors such as checkpoints and travel delays, financial strain, concerns about access to emergency obstetric care, and anxiety about their children's future in an unstable environment. Family obligations and expectations around ideal motherhood add further emotional pressure. At the same time, many participants describe strong coping resources, including extended family networks, religious faith, and peer support from other pregnant women. Prayer, recitation, and religious gatherings are frequently cited as mechanisms that provide both emotional comfort and a sense of collective endurance. The study highlights the dual role of social networks as supportive yet occasionally controlling, particularly when relatives minimize women's emotional distress or discourage open discussion of mental health. The article argues that antenatal services in the West Bank should systematically integrate psychosocial assessment, strengthen referral pathways for mental-health care, and collaborate with community and faith-based organizations to deliver culturally sensitive interventions. Such approaches could help mitigate the intergenerational impacts of chronic stress on maternal and infant health.

Keywords: pregnancy, psychosocial stress, coping strategies, West Bank, maternal mental health

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

BARRIERS TO ADEQUATE PRENATAL CARE IN GAZA: PERSPECTIVES OF WOMEN AND HEALTH PROVIDERS

Dr. Abeer Khalil
Faculty of Public Health, Islamic University of Gaza, Palestine
Mohammed Saleh
School of Public Health, Al-Quds University, Palestine
Ayah Abu Seir
Faculty of Nursing, Islamic University of Gaza, Palestine

ABSTRACT
This paper explores barriers to adequate prenatal care in the Gaza Strip from the perspectives of pregnant women and frontline health providers. The enclave's protracted blockade, recurrent conflicts, and fragile health infrastructure create a challenging environment for delivering essential maternal services. The study employs a qualitative design, conducting focus-group discussions with pregnant and recently delivered women attending public clinics, alongside semi-structured interviews with physicians, midwives, and clinic managers. Participants identify multiple intersecting barriers: overcrowded facilities, long waiting times, drug and supply shortages, and frequent electricity cuts that disrupt diagnostic services. Women also report financial difficulties related to transportation and laboratory tests, as well as psychosocial barriers including fear of negative staff attitudes and reluctance to disclose sensitive information. Providers describe high workloads, limited opportunities for professional development, and stress associated with working under resource scarcity and security threats. Despite these challenges, many health workers express strong commitment to their patients and adopt improvisational strategies, such as flexible scheduling and informal phone consultations, to maintain continuity of care. The analysis indicates that structural constraints interact with social norms—such as husbands' control over mobility and health spending—to shape women's access to timely, comprehensive prenatal services. The paper argues for multi-level interventions, including targeted support for primary-care facilities, improved staff training in respectful maternity care, and community-based programs that engage men and families in recognizing the value of prenatal care. Enhanced coordination between local authorities, international agencies, and civil-society organizations is essential to safeguard maternal health in this highly constrained setting.

Keywords: prenatal care, Gaza, health-system barriers, women's perspectives, respectful care

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

IMPACT OF WOMEN'S EDUCATION ON MATERNAL AND INFANT HEALTH OUTCOMES IN SINGAPORE

Dr. Cheryl Tan
Saw Swee Hock School of Public Health, National University of Singapore, Singapore
Liew Wei Ling
Department of Statistics and Data Science, National University of Singapore, Singapore
Prof. Dr. Siti Rahimah
Duke-NUS Medical School, Singapore
Dr. Jasmine Goh
KK Women's and Children's Hospital, Singapore

ABSTRACT
This study analyzes the impact of women's educational attainment on maternal and infant health outcomes in Singapore, a high-income city-state with universal access to healthcare but persistent socioeconomic gradients in health. Using a retrospective cohort design, the research links national perinatal registry data with census-based education records for a large sample of births over a ten-year period. Outcomes examined include gestational age at delivery, birth weight, mode of delivery, breastfeeding initiation, and postpartum complications, while controlling for maternal age, parity, ethnicity, and household income. Quantitative findings show a clear educational gradient: higher maternal education is associated with lower risk of preterm birth and low birth weight, higher rates of exclusive breastfeeding at discharge, and reduced incidence of certain obstetric interventions and complications. To illuminate underlying mechanisms, the study also incorporates qualitative interviews with mothers from different educational backgrounds. These narratives suggest that education enhances health literacy, confidence in navigating healthcare systems, and ability to critically assess information from diverse sources. Educated women are more likely to engage in shared decision-making with providers, seek second opinions when needed, and adopt recommended health behaviors before and during pregnancy. However, the research also highlights that structural factors—such as demanding work schedules, childcare support, and workplace maternity policies—mediate how educational advantages translate into health outcomes. The paper concludes that policies aiming to improve maternal and infant health should consider both educational investment across the life course and targeted support for less-educated mothers, including tailored antenatal education and community outreach.

Keywords: women's education, maternal health, infant outcomes, Singapore, health inequality

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

CULTURAL INFLUENCES ON CONTRACEPTIVE USE DECISIONS AMONG SINGAPOREAN WOMEN

Assoc. Prof. Dr. Sharon Lee
Department of Sociology, National University of Singapore, Singapore
Samantha Tan
Centre for Population Health Research, National University Health System, Singapore

ABSTRACT
This paper examines how cultural norms and social expectations shape contraceptive use decisions among women in Singapore, a multi-ethnic society with low fertility and diverse religious traditions. Drawing on in-depth interviews and focus groups with women aged 20–40 from Chinese, Malay, Indian, and other backgrounds, the study explores attitudes toward sexuality, ideal family size, and responsibility for pregnancy prevention. The findings reveal that while most participants are aware of a wide range of modern contraceptive methods, their choices are strongly influenced by cultural scripts concerning femininity, marital duty, and intergenerational expectations. Married women often describe subtle pressure from parents and in-laws to "prove fertility" early in marriage, leading to delayed uptake of reliable contraception. For some, religious teachings and community discourses frame certain methods—such as long-acting reversible contraception or emergency contraception—as morally suspect, even when they are medically recommended. Younger, unmarried women report concerns about stigma and confidentiality when seeking contraceptive services, which can result in inconsistent condom use or reliance on less effective methods. The study also shows that healthcare providers' communication styles and perceived moral judgments play a significant role in women's experiences; culturally sensitive counseling can empower informed decisions, whereas dismissive encounters deter care-seeking. The paper concludes that contraceptive policies in Singapore must go beyond ensuring physical availability of methods to engaging with the cultural and relational contexts in which decisions are made. It recommends provider training in non-judgmental counseling, community dialogues that involve men and older family members, and nuanced public-health messaging that acknowledges moral diversity while promoting reproductive autonomy.

Keywords: contraception, cultural norms, Singaporean women, reproductive autonomy, fertility decisions

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

PREGNANCY-RELATED HEALTH LITERACY AND OUTCOMES IN OMANI WOMEN

Assis. Prof. Dr. Maha Al-Rashdi
College of Nursing, Sultan Qaboos University, Oman

ABSTRACT
This study investigates pregnancy-related health literacy among Omani women and its association with selected maternal and neonatal outcomes. Health literacy is conceptualized as the ability to access, understand, evaluate, and apply health information in order to make informed decisions during pregnancy. A cross-sectional survey was conducted with pregnant and recently delivered women attending antenatal and postnatal clinics in Muscat and two regional hospitals. A validated maternal health-literacy scale was used alongside questions on information sources, decision-making preferences, and perceived confidence in interacting with healthcare professionals. Clinical data on timing of first antenatal visit, gestational complications, mode of delivery, and birth weight were extracted from medical records. The results show considerable variation in health-literacy levels, with higher scores among women with tertiary education, urban residence, and prior exposure to antenatal education classes. Women with adequate literacy were more likely to initiate antenatal care in the first trimester, adhere to supplement regimens, recognize danger signs, and report shared decision-making with providers. Conversely, limited literacy was associated with delayed care, greater anxiety, and higher rates of potentially avoidable interventions. Many participants identified husbands and female relatives as key intermediaries in interpreting medical information, underscoring the collective nature of health decisions. The study concludes that strengthening pregnancy-related health literacy should be a priority for maternal-health programs in Oman. Suggested strategies include integrating interactive education into routine antenatal visits, developing culturally appropriate visual and digital materials in Arabic and English, and training healthcare staff to assess and respond to differing literacy levels.

Keywords: health literacy, pregnancy, Oman, maternal outcomes, antenatal education

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

SOCIAL SUPPORT NETWORKS AND MATERNAL WELL-BEING DURING PREGNANCY IN OMAN

Assis. Prof. Dr. Abdullah Al-Balushi
College of Medicine and Health Sciences, Sultan Qaboos University, Oman
Dr. Salima Al-Yahyaei
College of Nursing, University of Nizwa, Oman
Huda Al-Shukaili
Department of Psychology, University of Nizwa, Oman

ABSTRACT
This paper explores the relationship between social support networks and maternal well-being during pregnancy among Omani women. Recognizing that pregnancy is both a biological and social transition, the study assesses how emotional, informational, and practical support from family, peers, and healthcare providers influence psychological health and perceived preparedness for motherhood. A mixed-methods approach is used: standardized questionnaires measuring perceived social support and depressive symptoms are administered to pregnant women in their second and third trimesters, and follow-up interviews are conducted with a subset to gain deeper insight into support dynamics. Quantitative results indicate that higher levels of perceived support, particularly from spouses and mothers, are associated with lower depressive scores and greater satisfaction with pregnancy. Qualitative data reveal that extended family networks provide substantial practical assistance, such as help with household tasks and childcare for older children, yet they can also impose conflicting advice and expectations that contribute to stress. Women describe the importance of empathetic communication with healthcare professionals, noting that respectful listening and clear explanations can offset anxieties, whereas rushed or judgmental encounters undermine trust. The study highlights emerging forms of peer support through online groups, which offer anonymity and shared experience but may also disseminate inaccurate information. The paper concludes that interventions to promote maternal well-being in Oman should harness existing family support structures while addressing their potential strains, strengthen provider training in psychosocial care, and guide the development of reliable digital communities for pregnant women.

Keywords: social support, maternal well-being, pregnancy, Oman, mental health

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

ADVANCES IN NANOMATERIALS FOR ENERGY STORAGE APPLICATIONS

Prof. Dr. Wei Zhang, Dr. Li Ming, Chen Yu
School of Materials Science and Engineering, Tsinghua University, China

ABSTRACT
This paper presents recent advances in nanomaterials designed for high-performance energy storage systems, with particular emphasis on lithium-ion batteries, sodium-ion batteries, and supercapacitors. Nanostructuring of active materials offers enlarged surface area, shortened ion-diffusion paths, and tunable electronic properties, which together can significantly improve capacity, rate capability, and cycling stability. The study reviews key classes of nanomaterials, including transition-metal oxides, layered sulfides, conductive polymers, and carbon-based nanostructures such as graphene and carbon nanotubes. Particular attention is given to core–shell architectures, hierarchical porous structures, and hybrid composites that combine complementary functionalities, for example coupling high-capacity but fragile materials with flexible conductive matrices. Experimental results from recent laboratory prototypes demonstrate that carefully engineered nano-architectures can mitigate volume expansion, suppress side reactions, and enhance electrode–electrolyte interfacial stability. At the same time, the paper critically evaluates challenges that hinder large-scale implementation, including complex synthesis routes, limited structural stability under practical operating conditions, and concerns about cost and environmental impact. Strategies for addressing these issues—such as greener synthesis methods, scalable spray-drying and atomic-layer deposition techniques, and the use of earth-abundant elements—are discussed. The paper concludes that nanomaterials will remain central to next-generation energy-storage technologies, but future research must integrate electrochemical performance with manufacturability, safety, and lifecycle considerations to enable successful commercialization.

Keywords: nanomaterials, energy storage, lithium-ion batteries, supercapacitors, electrode design

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF BIOCOMPATIBLE POLYMER COMPOSITES

Assoc. Prof. Dr. Hua Chen, Zhang Lei
Department of Biomedical Engineering, Shanghai Jiao Tong University, China

ABSTRACT
This study investigates the synthesis and characterization of biocompatible polymer composites tailored for biomedical applications such as soft tissue scaffolds, wound dressings, and drug-delivery systems. The work focuses on combining biodegradable polymer matrices with reinforcing bioactive fillers—including hydroxyapatite nanoparticles, cellulose nanofibers, and therapeutic agents—to achieve a balance between mechanical integrity, controlled degradation, and cellular compatibility. A two-step fabrication route is developed, involving solution casting or melt blending followed by crosslinking or surface modification to improve interfacial adhesion between the polymer and filler phases. The resulting composites are evaluated using Fourier-transform infrared spectroscopy, differential scanning calorimetry, and tensile testing to elucidate structure–property relationships. In vitro assays with fibroblast and osteoblast cell lines are performed to assess cytotoxicity, adhesion, and proliferation behavior on composite surfaces. Results indicate that optimized filler loading substantially enhances Young's modulus and tensile strength without compromising elongation or inducing cytotoxic responses. Furthermore, surface-modified fillers promote improved cell spreading and extracellular matrix deposition, suggesting enhanced biointegration potential. Degradation studies in simulated physiological media demonstrate tunable mass-loss profiles over weeks to months, which can be matched to anticipated healing or therapy timescales. The paper concludes that rational design of polymer composites—through careful control of composition, morphology, and interfacial chemistry—provides a versatile platform for next-generation biomedical materials, while highlighting the need for long-term in vivo studies and standardized evaluation protocols.

Keywords: biocompatible polymers, polymer composites, biomedical materials, mechanical properties, cell response

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

NANOSTRUCTURED CERAMICS FOR HIGH-TEMPERATURE APPLICATIONS: CHALLENGES AND PROSPECTS

Dr. Saeed Moghaddam, Assis. Prof. Dr. Leyla Hamidi, Reza Farrokhi
Department of Materials Engineering, Sharif University of Technology, Iran

ABSTRACT
This paper reviews the development of nanostructured ceramics for high-temperature applications in aerospace, power generation, and advanced processing industries. Nanostructuring of ceramic materials—such as zirconia, alumina, and silicon carbide—has been shown to improve fracture toughness, thermal-shock resistance, and creep behavior by tailoring grain boundaries and defect distributions. The study summarizes recent synthesis methods, including sol–gel processing, spark-plasma sintering, and chemical vapor deposition, that enable the retention of fine grain sizes while achieving near-theoretical density. Microstructural analysis via electron microscopy and X-ray diffraction highlights the role of grain-boundary phases, secondary nanoprecipitates, and residual stresses in controlling high-temperature strength and oxidation resistance. At the same time, the paper discusses critical challenges, particularly grain growth during prolonged exposure to extreme temperatures and the difficulty of scaling nano-enabled processing routes to industrial dimensions. Case studies of thermal-barrier coatings and ceramic matrix composites illustrate how hybrid architectures, graded compositions, and engineered porosity can exploit nanoscale effects while maintaining structural reliability. The authors argue that progress will depend on integrating thermodynamic modelling, in situ high-temperature characterization, and multi-scale simulation to predict long-term behavior under complex loading and environmental conditions. Overall, nanostructured ceramics offer promising pathways toward lighter, more efficient high-temperature components, but translation to service requires coordinated advances in processing, design codes, and testing standards.

Keywords: nanostructured ceramics, high-temperature materials, thermal-barrier coatings, grain size, mechanical performance

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

MICROSTRUCTURAL ANALYSIS OF METAL ALLOYS UNDER CYCLIC LOADING CONDITIONS

Mehrdad Rouhani, Dr. Fatemeh Ghorbani
School of Metallurgy and Materials Engineering, Iran University of Science and Technology, Iran

ABSTRACT
This study presents a detailed microstructural analysis of metal alloys subjected to cyclic loading, with the aim of elucidating mechanisms that govern fatigue damage initiation and propagation. Using representative steels and aluminum alloys widely employed in structural and transportation applications, the research combines low- and high-cycle fatigue testing with multi-scale characterization techniques. Optical and scanning electron microscopy are used to document surface crack nucleation, slip-band formation, and persistent slip markings, while electron backscatter diffraction reveals the evolution of grain orientation distributions and localized misorientation associated with cyclic plasticity. Transmission electron microscopy provides insight into dislocation structures, including cell formation, dislocation walls, and sub-grain boundaries that emerge during different stages of fatigue life. The results show distinct microstructural pathways depending on alloy composition and loading regime: in high-strength steels, fatigue damage is dominated by inclusion-driven crack initiation and transgranular propagation, whereas in aluminum alloys, grain-boundary-mediated mechanisms and second-phase particle decohesion play more prominent roles. The study further demonstrates how surface treatments and heat-treatment conditions modify microstructural stability, residual stress states, and consequently fatigue resistance. By correlating microstructural observations with S–N curves and cyclic stress–strain responses, the paper provides guidelines for microstructure-informed design and life-prediction models. It concludes that incorporating microstructural parameters—such as grain size distribution, texture, and defect populations—into fatigue assessment frameworks is essential for developing safer and more reliable metallic components under cyclic service conditions.

Keywords: cyclic loading, metal alloys, fatigue, microstructure, dislocation structures

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

MECHANICAL PROPERTIES ENHANCEMENT IN ALBANIAN ALUMINUM ALLOYS

Prof. Dr. Arben Kodra, Dr. Elena Hoxha, Ilir Meta
Department of Materials Science and Engineering, Polytechnic University of Tirana, Albania

ABSTRACT
This paper investigates strategies for enhancing the mechanical properties of aluminum alloys used in Albanian transportation and construction industries. Focusing on widely deployed 6xxx and 5xxx series alloys, the study examines the effects of alloying, thermomechanical processing, and heat-treatment optimization on yield strength, tensile strength, and fracture toughness. Experimental procedures include controlled casting, hot and cold rolling, and subsequent T6-type aging treatments, followed by mechanical testing and microstructural characterization using optical microscopy and scanning electron microscopy. The results demonstrate that carefully adjusted magnesium and silicon contents, combined with optimized solutionizing and aging schedules, promote a fine distribution of strengthening precipitates while limiting detrimental coarse intermetallic phases. Grain refinement achieved through controlled deformation and recrystallization further contributes to improved strength–ductility balance. Comparative analysis with currently used industrial processing routes reveals potential gains in performance without significant increases in production cost. The paper also considers corrosion behavior in simulated marine and industrial environments, showing that appropriately processed alloys can maintain acceptable resistance while delivering superior mechanical properties. These findings provide a technical basis for local industries seeking to upgrade material performance in infrastructure, rolling-stock, and lightweight structural components. The authors recommend collaboration between university laboratories and manufacturers to implement pilot-scale trials and to develop national standards that reflect the improved properties of optimized aluminum alloys.

Keywords: aluminum alloys, mechanical properties, heat treatment, grain refinement, Albania

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

CORROSION BEHAVIOR AND MITIGATION TECHNIQUES OF STEEL IN MARINE ENVIRONMENTS

Dr. Fatos Dervishi, Kujtim Leka
Department of Mechanical and Materials Engineering, University of Vlora, Albania

ABSTRACT
This paper analyzes the corrosion behavior of structural steels in marine environments and evaluates mitigation techniques suitable for coastal and offshore infrastructure. Exposure to chloride-rich atmospheres and seawater promotes complex corrosion mechanisms, including uniform corrosion, pitting, crevice attack, and stress-corrosion cracking. The study combines electrochemical testing—such as potentiodynamic polarization and electrochemical impedance spectroscopy—with long-term immersion and salt-spray experiments on commonly used carbon and low-alloy steels. Microstructural examination of corroded specimens reveals the role of non-metallic inclusions, weld regions, and micro-galvanic coupling between phases in accelerating localized attack. The effectiveness of various protective strategies is assessed, including organic and inorganic coatings, metallic coatings such as zinc and aluminum, cathodic protection systems, and the use of corrosion-resistant alloying additions. Results indicate that multi-layer coating systems combined with impressed-current cathodic protection provide the most reliable performance for heavily loaded marine structures, while optimized paint systems may be adequate for less critical components. The paper also discusses inspection and maintenance regimes, emphasizing the importance of monitoring coating degradation and electrochemical parameters over the service life. It concludes that integrated design approaches—considering material selection, protective systems, and environmental conditions at the planning stage—are essential to minimize life-cycle costs and ensure structural safety in aggressive marine settings.

Keywords: steel corrosion, marine environment, protective coatings, cathodic protection, durability

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

DEVELOPMENT OF BIODEGRADABLE MATERIALS FOR MEDICAL IMPLANTS

Prof. Dr. Amira El-Sayed, Dr. Karim Hassan
Department of Materials Science and Engineering, Cairo University, Egypt

ABSTRACT
This study focuses on the development of biodegradable materials for temporary medical implants, such as orthopedic fixation devices and vascular scaffolds, where controlled degradation can eliminate the need for secondary removal surgery. The research investigates magnesium-based alloys and biodegradable polymer systems, individually and as metal–polymer hybrids, to achieve tailored mechanical properties and degradation profiles compatible with tissue healing. Alloy compositions are designed to balance strength and corrosion rate by incorporating calcium, zinc, and rare-earth elements, while surface treatments and polymer coatings are employed to modulate initial degradation and biocompatibility. Mechanical testing, immersion studies in simulated body fluid, and in vitro cytocompatibility assays with relevant cell lines are conducted to evaluate performance. Results show that optimized alloys exhibit sufficient initial strength for load-bearing applications and degrade gradually over several months, with corrosion products that are largely non-toxic. Polymer-coated systems demonstrate reduced early-stage hydrogen evolution and improved cell adhesion compared to uncoated substrates. The paper discusses the importance of matching degradation kinetics with clinical requirements, emphasizing that overly rapid corrosion can compromise structural integrity, whereas excessively slow degradation negates the benefits of bioresorbability. It concludes that biodegradable implant materials hold significant promise for improving patient outcomes, but translation to clinical use will require rigorous long-term in vivo studies, standardized testing protocols, and close collaboration between materials scientists, clinicians, and regulatory bodies.

Keywords: biodegradable implants, magnesium alloys, biomedical polymers, degradation behavior, biocompatibility

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

EFFECTS OF HEAT TREATMENT ON TITANIUM ALLOY MICROSTRUCTURE

Assoc. Prof. Dr. Maha Abdallah, Nourhan Adel, Ahmed Fathy
Department of Metallurgical and Materials Engineering, Ain Shams University, Egypt

ABSTRACT
This paper investigates the effects of heat treatment on the microstructure and mechanical properties of α-β titanium alloys widely used in aerospace and biomedical applications. Controlled heat-treatment routes—including solution treatment above and below the β-transus followed by air, water, or furnace cooling and subsequent aging—are applied to wrought alloy samples. Microstructural characterization using optical microscopy, scanning electron microscopy, and X-ray diffraction reveals the evolution of primary α-phase morphology, transformed β regions, and secondary α precipitates under different thermal histories. The study correlates these microstructural features with hardness and tensile properties, demonstrating how the size, volume fraction, and distribution of α and β phases govern strength–ductility trade-offs. Solution treatment in the α+β region followed by controlled aging produces a fine basket-weave structure that yields high strength with acceptable ductility, whereas over-aging leads to coarsening and reduced toughness. Additionally, the influence of heat treatment on anisotropy and fatigue behavior is discussed, highlighting how texture modifications can improve performance in critical loading directions. The findings provide practical guidance for selecting and optimizing heat-treatment schedules to meet specific design requirements in high-performance components. The paper concludes that microstructure-engineered heat treatments are key to unlocking the full potential of titanium alloys, and calls for integrated modelling and experimental approaches to accelerate process optimization.

Keywords: titanium alloys, heat treatment, microstructure, mechanical properties, α-β phases

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

APPLICATIONS OF DEEP LEARNING IN MEDICAL IMAGE ANALYSIS

Prof. Dr. Wei Zhang, Li Na
Department of Biomedical Engineering, Tsinghua University, China

ABSTRACT
This paper investigates recent applications of deep learning techniques in medical image analysis, emphasizing how advanced neural architectures can support earlier diagnosis, more accurate segmentation, and robust prognosis across multiple clinical domains. Convolutional neural networks, encoder–decoder architectures, and transformer-based models are evaluated on tasks such as tumor detection in MRI and CT scans, lesion segmentation in dermoscopic images, and organ delineation for radiotherapy planning. The study reviews benchmark datasets, evaluation metrics, and training strategies, highlighting the impact of data augmentation, transfer learning, and self-supervised pre-training in settings where annotated data are limited. Special attention is paid to issues of generalization and domain shift, as models trained on single-institution datasets often underperform when deployed in new hospitals with different scanners and patient populations. To address this challenge, the paper discusses domain-adaptation techniques, multi-center collaborations, and federated learning frameworks that enable joint training without centralized data sharing. Interpretability is another central concern; saliency maps, attention mechanisms, and counterfactual explanations are examined as tools to make model decisions more transparent to clinicians and regulators. The paper argues that technical performance alone is insufficient for clinical adoption and surveys regulatory requirements, validation protocols, and human–AI collaboration models that integrate algorithmic outputs into radiologists' workflows. Overall, the findings suggest that deep learning has moved from proof-of-concept demonstrations to clinically relevant tools in medical image analysis, while also underscoring the need for rigorous validation, ethical data governance, and interdisciplinary cooperation between engineers and healthcare professionals.

Key words: deep learning, medical image analysis, diagnosis support, domain adaptation, interpretability

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

ETHICAL IMPLICATIONS OF AI IN SOCIETY: A CHINESE PERSPECTIVE

Dr. Minghui Chen, Assoc. Prof. Dr. Xiaoling Zhao, Feng Liu
School of Philosophy and Ethics in Science and Technology, Renmin University of China, China

ABSTRACT
This paper analyzes the ethical implications of artificial intelligence in contemporary society from a Chinese perspective, integrating policy analysis with philosophical reflection and empirical observations. It begins by outlining major AI applications in China, including facial-recognition systems, algorithmic recommendation platforms, and data-driven governance tools, and then examines how these technologies intersect with longstanding ethical concepts such as harmony, collective welfare, and responsibility. Drawing on recent government guidelines for trustworthy AI and academic debates in Chinese ethics, the study explores tensions between innovation-driven economic growth and concerns about privacy, surveillance, and algorithmic discrimination. Interviews with technology professionals and students reveal a nuanced public discourse: many participants emphasize the potential of AI to improve public services and social management, while simultaneously expressing unease about opaque decision-making and concentration of data power. The paper compares emerging Chinese principles—such as “AI for social good” and “human–machine synergy”—with international frameworks on human rights and autonomy, arguing that convergence and divergence both exist at the level of values and implementation. Particular attention is given to the ethics of large-scale data collection, social-credit-related systems, and automated content moderation, which raise questions about consent, due process, and the boundaries of state and corporate authority. The article concludes that a robust ethical response requires stronger institutional safeguards, more inclusive public deliberation, and interdisciplinary cooperation, rather than relying solely on technical fixes or high-level declarations.

Key words: AI ethics, China, data governance, surveillance, public values

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

ENHANCING NATURAL LANGUAGE PROCESSING WITH TRANSFER LEARNING TECHNIQUES

Sahar Mohammadi, Dr. Navid Rahimi
Department of Computer Engineering, University of Tehran, Iran

ABSTRACT
This paper explores how transfer learning techniques transform natural language processing (NLP), enabling high-performance models in low-resource and specialized domains. After briefly reviewing classical NLP pipelines based on task-specific feature engineering, the study focuses on pre-trained language models such as BERT, GPT-style architectures, and multilingual encoders that learn general linguistic representations from massive corpora. The research examines three application areas—sentiment analysis, domain-specific text classification, and question answering—and evaluates how fine-tuning strategies, prompt-based learning, and parameter-efficient methods such as adapters affect accuracy, data efficiency, and computational cost. Experiments on Persian and English datasets, including limited-size corpora from legal and medical domains, demonstrate that transfer learning significantly reduces the amount of labeled data required to achieve competitive results compared to traditional baselines. The paper also investigates challenges, including catastrophic forgetting when adapting to new tasks, biases inherited from pre-training data, and difficulties in explaining model predictions to non-technical users. Techniques such as layer freezing, counterfactual evaluation, and debiasing through controlled data augmentation are tested as potential remedies. The study concludes that transfer learning has become a central paradigm in NLP, but responsible deployment requires attention to fairness, transparency, and adaptability across languages and cultures. It recommends greater investment in high-quality corpora for under-represented languages and collaborative benchmarks that reflect real-world constraints.

Key words: natural language processing, transfer learning, pre-trained language models, low-resource languages, fine-tuning

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

AI-DRIVEN PREDICTION MODELS FOR ENVIRONMENTAL MONITORING

Dr. Hamed Shirazi, Assis. Prof. Dr. Mahsa Kiani, Neda Azizi
Faculty of Computer Science and Environmental Informatics, Sharif University of Technology, Iran

ABSTRACT
This paper investigates AI-driven prediction models for environmental monitoring, with a focus on forecasting air quality, water pollution, and extreme weather events. The study motivates the need for accurate, timely predictions in the context of growing urbanization, climate change, and limited sensor coverage. It compares classical statistical approaches, such as autoregressive models and Kalman filters, with machine learning methods including random forests, gradient boosting, and deep neural networks. Using multi-year datasets from sensor networks and satellite observations, the authors build models to predict particulate-matter concentration, river contamination indices, and short-term precipitation anomalies. Feature-engineering strategies incorporate meteorological variables, land-use information, and traffic intensity, while spatiotemporal dependencies are captured using recurrent and graph-based neural architectures. Results show that AI models consistently outperform baseline methods in terms of prediction accuracy and early-warning capability, particularly when non-linear interactions among variables are strong. The paper also addresses practical challenges such as missing data, sensor drift, and the need for interpretable outputs that can support policy decisions and public communication. Techniques like SHAP values and attention mechanisms are applied to identify the most influential factors driving predictions and to reveal localized pollution hotspots. The authors argue that integrating AI models into environmental decision-support systems can enhance regulatory enforcement, public-health planning, and citizen awareness, provided that data quality, transparency, and governance frameworks are carefully managed.

Key words: environmental monitoring, prediction models, air quality, deep learning, decision support

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

MACHINE LEARNING APPROACHES TO CYBERSECURITY THREATS DETECTION

Arben Dervishi
Department of Computer Science, University of Tirana, Albania

ABSTRACT
This paper examines machine learning approaches for detecting cybersecurity threats in modern networked systems. As attack surfaces expand through cloud services, Internet-of-Things devices, and remote work infrastructures, traditional rule-based intrusion-detection systems struggle to keep pace with evolving attack vectors. The study reviews supervised, unsupervised, and semi-supervised learning methods applied to network traffic, system logs, and user-behavior profiles. Datasets containing known attack patterns—such as distributed denial-of-service floods, port scans, and privilege-escalation attempts—are used to train classifiers including random forests, support-vector machines, and deep neural networks, while anomaly-detection models identify previously unseen threats by learning normal behavior baselines. The research highlights advantages and limitations of each approach, noting that supervised models achieve high accuracy on known attacks but are vulnerable to adversarial adaptation, whereas anomaly detectors are more flexible but prone to false positives. Feature-extraction techniques, including flow-based statistics and embedding methods, are evaluated for their impact on detection performance and computational overhead. The paper also discusses deployment considerations such as real-time processing constraints, model updating in non-stationary environments, and privacy issues surrounding data collection for security analytics. Experimental results indicate that hybrid systems combining signature-based methods with learning-based anomaly detection offer the most balanced performance. The paper concludes that effective cybersecurity in the era of advanced persistent threats requires continuous learning pipelines, collaboration between security experts and data scientists, and clear governance structures for incident response.

Key words: cybersecurity, machine learning, intrusion detection, anomaly detection, network security

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

DEVELOPING SMART CITY INITIATIVES USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Dr. Ahmed Hassan, Assoc. Prof. Dr. Mariam El-Sharif, Tarek Khaled, Sara Abdo
Faculty of Engineering and Smart Infrastructure, Cairo University, Egypt

ABSTRACT
This paper investigates the role of artificial intelligence in developing smart city initiatives, focusing on urban mobility, energy management, and public-service delivery. The study begins by outlining a conceptual framework in which AI acts as the analytical core connecting sensor networks, citizen platforms, and municipal decision-making. Case studies from pilot districts in Cairo are used to demonstrate how traffic-prediction models, adaptive signal control, and demand-responsive transit services can reduce congestion and travel time. In the energy domain, AI-based forecasting and optimization algorithms are applied to microgrids and building-management systems, improving load balancing and integrating distributed renewable sources. The research also examines AI-assisted platforms for waste management, emergency response, and participatory governance, where chatbots and recommendation systems mediate citizen–city interactions. Challenges related to data integration, interoperability among legacy systems, and cyber-physical security are analyzed, along with ethical concerns about surveillance and algorithmic bias in service provision. The authors argue that successful AI-driven smart city initiatives require transparent governance structures, clear data-protection regulations, and mechanisms for citizen input at all stages of design and deployment. The paper concludes by proposing a roadmap that combines technical innovation with institutional reforms and capacity building in municipal administrations, positioning AI as a tool for more inclusive, sustainable, and resilient urban development.

Key words: smart cities, artificial intelligence, urban mobility, energy management, e-governance

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

AI IN EDUCATION: PERSONALIZED LEARNING SYSTEMS FOR STUDENTS

Prof. Dr. Mona Samir, Mohamed Fawzy
Faculty of Education and Educational Technology, Ain Shams University, Egypt

ABSTRACT
This paper examines the design and implementation of AI-based personalized learning systems aimed at improving student engagement and academic achievement. The study situates personalized learning within broader debates on equity and the changing role of teachers in technology-rich classrooms. It reviews adaptive learning platforms that use student interaction data—such as response times, error patterns, and content choices—to build learner profiles and recommend tailored instructional pathways. A quasi-experimental study conducted in secondary-school mathematics classes compares AI-supported personalized instruction with traditional teaching methods over a semester. Results indicate that students using the adaptive system exhibit higher completion rates, improved test scores, and increased self-reported motivation, particularly among those with prior learning gaps. The paper also analyzes teachers' experiences, noting that AI tools can free time for higher-order pedagogical activities but may introduce concerns about reduced professional autonomy and over-reliance on algorithmic recommendations. Issues of data privacy, algorithmic bias, and digital divide are discussed, emphasizing that personalized learning can exacerbate inequalities if access to devices and connectivity is uneven. The authors argue that AI in education should complement rather than replace human teaching, with transparent models and professional development opportunities enabling educators to critically interpret system outputs.

Key words: personalized learning, educational technology, adaptive systems, student engagement, AI in education

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

THE IMPACT OF NATURAL VENTILATION ON INDOOR AIR QUALITY IN URBAN BUILDINGS

Ibrahim Musa
Department of Mechanical Engineering, Ahmadu Bello University, Nigeria

Assoc. Prof. Dr. Amina Abdullahi
Department of Architecture, Bayero University Kano, Nigeria

ABSTRACT
This paper examines the impact of natural ventilation strategies on indoor air quality in dense urban buildings exposed to traffic emissions, heat stress and intermittent power supply. The study focuses on multi-storey residential blocks and mixed-use buildings in a major West African metropolis, where reliance on mechanical cooling is increasingly unsustainable. Using on-site measurements of air temperature, relative humidity, CO_2 concentration and particulate matter, combined with occupant surveys and computational airflow simulations, the research compares naturally ventilated layouts with mechanically conditioned equivalents. Results show that well-designed cross-ventilation, stack-effect openings and shaded courtyards can significantly reduce indoor CO_2 levels and improve perceived freshness during shoulder seasons, while decreasing dependence on energy-intensive air-conditioning. However, in areas with high outdoor pollution, unfiltered natural ventilation may introduce fine particulates and noise, undermining overall comfort. The paper identifies key design variables—including window-to-wall ratios, opening geometry, orientation and the use of green buffers—that mediate the trade-off between fresh-air supply and pollutant ingress. It argues that natural ventilation should be integrated into a hybrid strategy that combines architectural form, controllable openings and simple filtration devices. The study concludes with design recommendations and policy implications for building codes, suggesting performance-based ventilation criteria that reflect climatic and urban realities rather than imported standards.

Key words: natural ventilation, indoor air quality, urban buildings, hybrid cooling strategies

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

SMART WATER MANAGEMENT SYSTEMS FOR URBAN ENVIRONMENTS

Alikhan Baimuratov
Department of Civil and Environmental Engineering, Satbayev University, Kazakhstan

Assis. Prof. Dr. Dana Zhussupova
Department of Smart Technologies, Nazarbayev University, Kazakhstan

Murat Kulmanov
Department of Urban Infrastructure, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan

Yasmina Serikova
Department of Environmental Management, KIMEP University, Kazakhstan

ABSTRACT
This paper explores the potential of smart water management systems to address growing pressures on urban water supply, distribution and wastewater infrastructure in rapidly developing cities. The study conceptualizes “smartness” as the integration of sensor networks, real-time monitoring, automated control and data-driven decision support within existing hydraulic systems. Drawing on case studies from Central Asian urban contexts, the research evaluates pilot projects involving smart metering, pressure-management valves, leak-detection algorithms and demand-forecasting tools. Quantitative analysis of operational data shows that advanced metering infrastructure can significantly reduce non-revenue water by identifying illegal connections and hidden leaks, while dynamic pressure control minimizes bursts and extends pipe lifespan. At the consumer level, feedback interfaces and pricing schemes informed by real-time data encourage conservation and behavioral change. The paper also highlights institutional and technical challenges, including data interoperability, cybersecurity concerns and the need for specialized skills among utility staff. A socio-technical perspective is adopted to examine how governance structures, regulatory frameworks and public trust shape system performance. The study concludes that smart water management systems can substantially enhance resilience and efficiency if implemented through phased strategies that align technological innovation with capacity building, transparent communication and inclusive planning.

Key words: smart water management, urban infrastructure, sensor networks, non-revenue water

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

GREEN INFRASTRUCTURE STRATEGIES IN CITY PLANNING: A CASE STUDY

Dr. Saltanat Kenzhegulova
Department of Urban Planning, Nazarbayev University, Kazakhstan

Jamilya Umirzakova
Department of Architecture, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan

ABSTRACT
This paper investigates the integration of green infrastructure strategies into contemporary city planning through a detailed case study of a fast-growing Central Asian city. Green infrastructure is understood as an interconnected network of parks, greenways, urban forests, blue corridors and nature-based solutions that provide ecological services and social benefits. The research combines spatial analysis of planning documents and GIS mapping with stakeholder interviews involving planners, municipal officials and community representatives. Results indicate that recent master plans increasingly reference climate adaptation, stormwater management and biodiversity, but concrete implementation remains fragmented and project-based. Green elements are often treated as aesthetic add-ons rather than structural components of urban form. The case study highlights successful pilot interventions, such as multifunctional linear parks along drainage channels and retrofitted green roofs, which demonstrate tangible reductions in surface runoff and improvements in microclimate and public space quality. However, institutional silos, land-use conflicts and short-term investment cycles limit scaling. The paper argues for a shift toward landscape-led planning, where green infrastructure is used to guide urban expansion, connect peripheral neighborhoods and prioritize corridors for active mobility. It concludes with a set of planning principles and governance recommendations aimed at embedding green infrastructure in statutory plans, budgeting processes and cross-departmental collaboration.

Key words: green infrastructure, city planning, nature-based solutions, urban resilience

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

BIODIVERSITY AND URBAN LANDSCAPE INTEGRATION IN SPAIN

Assoc. Prof. Dr. Marta Sanchez
Department of Landscape Architecture, Polytechnic University of Madrid, Spain

Dr. Luis Fernandez
Department of Ecology, University of Barcelona, Spain

ABSTRACT
This paper analyzes strategies for integrating biodiversity into Spanish urban landscapes, focusing on how cities can reconcile dense development with ecological connectivity. Using case studies from Madrid, Barcelona and several medium-sized towns, the research evaluates planning instruments, design interventions and citizen-led initiatives that aim to support native species within highly modified environments. Methods include field surveys of selected green spaces, biodiversity indices derived from bird and insect counts, and document analysis of municipal biodiversity plans. Results show that multifunctional green corridors along rivers and railways, pollinator-friendly planting schemes, and the restoration of peri-urban agricultural mosaics significantly enhance habitat availability and stepping-stone connectivity. The study highlights that small-scale interventions—such as green walls, pocket parks and community gardens—can cumulatively contribute to urban ecological networks when strategically located. Nonetheless, challenges persist, including fragmentation caused by transport infrastructure, dominance of ornamental non-native species and maintenance regimes that conflict with ecological objectives. The paper argues that successful integration of biodiversity requires long-term coordination between ecologists, planners, designers and maintenance staff, as well as public engagement that reframes “messiness” as ecological richness. It concludes by proposing indicators and design guidelines that can be incorporated into Spanish planning standards to mainstream biodiversity in everyday urban development.

Key words: urban biodiversity, landscape integration, green corridors, Spanish cities

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

ADVANCED WASTE RECOVERY TECHNIQUES IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING

Josep Martinez
Department of Environmental Engineering, Polytechnic University of Catalonia, Spain

Clara Gomez
Department of Chemical Engineering, University of Valencia, Spain

Prof. Dr. Elena Ruiz
School of Civil and Environmental Engineering, University of Granada, Spain

Miguel Ortega
Department of Industrial Ecology, University of Zaragoza, Spain

Sara Diaz
Department of Environmental Sciences, University of Seville, Spain

ABSTRACT
This paper reviews and evaluates advanced waste recovery techniques that are reshaping environmental engineering practice in European contexts. Moving beyond conventional recycling, the study focuses on high-value material recovery, waste-to-energy processes and circular-economy-oriented industrial symbiosis. Through literature synthesis and analysis of operational facilities in Spain, the research examines technologies such as anaerobic digestion with biogas upgrading, plasma gasification, advanced mechanical-biological treatment, and solvent-based polymer recovery. Performance indicators—including recovery rates, energy balance, greenhouse-gas emissions and economic viability—are compared across systems. The findings demonstrate that integrated facilities combining material and energy recovery can substantially reduce landfill dependency and net emissions, provided that feedstock quality and market demand for secondary materials are maintained. The paper also discusses emerging digital tools for optimizing collection logistics and process control, alongside policy instruments such as extended producer responsibility and landfill taxes that create incentives for innovation. Social acceptance and risk perception are identified as critical factors influencing technology deployment, especially for thermal treatment options. The study concludes that advanced waste recovery must be assessed within broader circular-economy strategies, emphasizing system-wide design, stakeholder collaboration and transparent communication.

Key words: waste recovery, circular economy, environmental engineering, waste-to-energy

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

ENERGY-EFFICIENT HVAC SYSTEMS FOR COMMERCIAL BUILDINGS IN DUBAI

Dr. Saeed Al Mansouri
Department of Mechanical Engineering, Khalifa University, United Arab Emirates

Assis. Prof. Dr. Fatima Khalid
Department of Architectural Engineering, United Arab Emirates University, United Arab Emirates

ABSTRACT
This paper investigates energy-efficient heating, ventilation and air-conditioning (HVAC) strategies for commercial buildings in Dubai, where extreme climatic conditions and high cooling loads drive substantial electricity consumption. The study combines building-energy simulations with field data from selected office and retail buildings to compare conventional constant-air-volume systems with advanced configurations, including variable-refrigerant-flow units, demand-controlled ventilation and chilled-water plants with thermal-energy storage. Results indicate that optimized system selection, coupled with proper commissioning and building-management-system integration, can achieve energy savings of 25–40 percent relative to baseline designs, while maintaining or improving thermal comfort. The research highlights the importance of envelope performance, solar shading and internal load management as prerequisites for HVAC efficiency. It also examines the potential of integrating rooftop photovoltaics and waste-heat recovery to further reduce net energy use. Barriers to adoption—such as higher initial costs, fragmented responsibilities between developers and operators, and limited expertise in performance-based design—are critically assessed. The paper concludes with recommendations for updated local regulations, incentive schemes and training programs that support the transition toward low-carbon commercial building stock in Dubai and similar hot-humid regions.

Key words: HVAC systems, energy efficiency, commercial buildings, hot-climate design

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

SUSTAINABLE URBAN WATER RESOURCES MANAGEMENT AND PLANNING

Mohammed Al Falasi
Department of Civil Engineering, University of Sharjah, United Arab Emirates

Prof. Dr. Layla Ibrahim
Department of Environmental Engineering, Khalifa University, United Arab Emirates

Youssef Nasser
Department of Urban Planning, United Arab Emirates University, United Arab Emirates

Hana Saeed
Department of Water Resources, American University of Ras Al Khaimah, United Arab Emirates

Dr. Khalid Ahmed
Department of Infrastructure and Environment, Zayed University, United Arab Emirates

ABSTRACT
This paper addresses sustainable urban water resources management in rapidly growing arid-region cities, with a focus on integrated planning approaches that link supply, demand and reuse. The study develops a conceptual framework combining water-sensitive urban design, non-conventional resources and adaptive demand management. Using a coastal city in the United Arab Emirates as a case study, the research applies hydrological modelling, scenario analysis and stakeholder workshops to evaluate portfolios that include desalination, treated wastewater reuse, aquifer recharge and rainwater harvesting. Results show that diversification of sources, when combined with leakage control and tiered pricing structures, can significantly reduce vulnerability to climate variability and population growth. The paper emphasizes the role of urban form—street layout, open-space networks and land-use patterns—in facilitating decentralized solutions such as bio-retention areas and permeable surfaces. Institutional fragmentation and public perceptions of recycled water are identified as major obstacles, underlining the need for cross-sector governance and targeted communication strategies. The study concludes that sustainable urban water management requires moving beyond single-project engineering solutions towards integrated planning that aligns infrastructure investments, land-use decisions and behavioral incentives.

Key words: urban water management, arid cities, integrated planning, water reuse

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

SUSTAINABLE URBAN DESIGN STRATEGIES FOR RAPIDLY GROWING CITIES

Prof. Dr. Alemayehu Gebremedhin
Department of Architecture and Urban Planning, Addis Ababa University, Ethiopia
Selamawit Tesfaye
School of Architecture, EiABC – Addis Ababa University, Ethiopia
Dawit Abebe
Department of Urban and Regional Planning, Bahir Dar University, Ethiopia

ABSTRACT
Rapidly growing cities in the Global South face overlapping challenges of informal expansion, infrastructure deficits and climate vulnerability, demanding integrated approaches to sustainable urban design. This paper investigates design strategies that can guide such cities toward compact, inclusive and low-carbon urban form, drawing on case studies from Ethiopian metropolitan areas and comparative international examples. The research combines spatial analysis of growth patterns with field surveys and stakeholder interviews to evaluate how street networks, public-space systems and mixed-use development influence accessibility, social cohesion and environmental performance. Particular attention is paid to transit-oriented development, nature-based solutions such as green corridors and urban agriculture, and incremental upgrading of informal neighborhoods. The findings show that fine-grained street grids, continuous pedestrian and cycling infrastructure and strategically located community facilities substantially reduce car dependency and improve everyday resilience for low-income residents. However, institutional fragmentation and limited implementation capacity often undermine master-plan intentions, leading to piecemeal and speculative development. The paper argues for a shift from purely regulatory planning toward design-led frameworks supported by participatory processes, design guidelines and flexible zoning that can steer private investment while protecting public interest. It concludes with a set of practical recommendations for designers and policy-makers, including multi-scalar design tools, scenario-based planning and cross-sectoral partnerships to mainstream sustainability principles in rapidly urbanizing contexts.

Keywords: sustainable urban design, rapidly growing cities, compact development, transit-oriented planning, Global South

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

TRADITIONAL ETHIOPIAN ARCHITECTURE AND ITS INFLUENCE ON MODERN DESIGN

Assoc. Prof. Dr. Meron Tadesse
Department of Architecture, Addis Ababa University, Ethiopia

ABSTRACT
Traditional Ethiopian architecture encompasses a rich variety of construction techniques, spatial organizations and symbolic forms developed across diverse climates and cultures, from highland stone churches to circular tukul houses. This paper examines how these indigenous traditions inform contemporary architectural design in Ethiopia, both as a technical resource and as a source of cultural meaning. Through archival research, field documentation and analysis of recent built projects, the study identifies key features of traditional architecture, including bioclimatic responses, the use of local materials such as earth, stone and timber, and spatial hierarchies that structure family and community life. It then explores how modern architects reinterpret these elements within new building types—schools, cultural centers and housing—using updated construction methods and regulatory frameworks. The findings reveal that when traditional principles are abstracted rather than superficially imitated, they can support thermal comfort, material sustainability and social familiarity in rapidly urbanizing settings. At the same time, the research notes tensions between globalized aesthetics, cost constraints and the desire to express national identity, which sometimes lead to tokenistic use of motifs without deeper integration. The paper argues that critical engagement with traditional Ethiopian architecture can foster innovative design vocabularies that are both contemporary and context-responsive. It concludes by proposing design strategies and educational approaches that encourage future architects to treat tradition as a dynamic foundation for experimentation rather than a fixed catalogue of forms.

Keywords: traditional Ethiopian architecture, modern design, vernacular heritage, bioclimatic strategies, cultural identity

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

INTEGRATING CULTURAL HERITAGE INTO CONTEMPORARY AZERBAIJANI ARCHITECTURE

Dr. Leyla Mammadova
Department of Architecture, Azerbaijan University of Architecture and Construction, Azerbaijan
Farid Huseynov
Faculty of Design and Architecture, Khazar University, Azerbaijan
Nigar Safarova
School of Architecture and Urban Studies, ADA University, Azerbaijan

ABSTRACT
This paper explores how cultural heritage can be meaningfully integrated into contemporary Azerbaijani architecture amid rapid urban transformation and globalization. Baku and other cities have witnessed an influx of international styles and large-scale developments that sometimes obscure local identity and historic urban fabrics. Drawing on case studies of public buildings, residential complexes and cultural institutions constructed in the last two decades, the research analyzes design strategies that engage with traditional forms, materials and spatial typologies. Methods include architectural analysis, site visits and interviews with architects, planners and heritage experts. The study identifies several approaches, ranging from literal revival of ornamental motifs to more abstract reinterpretations of courtyard houses, caravanserai layouts and stone craftsmanship. It argues that projects which connect heritage to contemporary needs—through permeability, climate-responsive envelopes and human-scaled public spaces—contribute more effectively to a coherent urban character than purely iconic gestures. The paper also addresses regulatory and economic factors, noting gaps between heritage protection frameworks and development pressures in historic districts. It concludes that successful integration of cultural heritage requires a multi-layered approach: robust conservation policies, design guidelines encouraging context-sensitive innovation and interdisciplinary collaboration between architects, historians and local communities.

Keywords: cultural heritage, contemporary architecture, Azerbaijan, urban identity, contextual design

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

ADVANCES IN DIGITAL TOOLS FOR ARCHITECTURAL DESIGN AND VISUALIZATION

Assis. Prof. Dr. Kamran Aliyev
Department of Architecture and Urban Planning, Azerbaijan University of Architecture and Construction, Azerbaijan
Dr. Elvin Hasanov
Faculty of Information Technologies and Design, Baku Engineering University, Azerbaijan

ABSTRACT
Digital tools have transformed architectural practice, reshaping how designers generate, evaluate and communicate spatial ideas. This paper reviews recent advances in digital design and visualization technologies, with particular attention to their application in architectural studios and professional offices in Azerbaijan. After outlining the evolution from basic CAD drafting to parametric modeling and immersive visualization, the study examines current use of Building Information Modeling (BIM), algorithmic design platforms, virtual reality (VR) and augmented reality (AR) environments. Data are drawn from surveys of practitioners, interviews with educators and analysis of student projects. The findings indicate that BIM is increasingly adopted for coordination and documentation, while parametric tools enable exploration of complex forms and performance-driven façade systems. VR walkthroughs and real-time rendering have become powerful instruments for stakeholder engagement, allowing clients and communities to experience proposed spaces before construction. However, the research also highlights challenges, including steep learning curves, software costs and gaps between experimental academic work and constrained professional timelines. The paper argues that digital tools should not be seen merely as visualization add-ons but as integrated components of a design process that links form generation to environmental analysis, structural logic and construction workflows. Recommendations include curriculum reforms that emphasize computational thinking, collaborative platforms and critical reflection on the cultural implications of digital representation.

Keywords: digital tools, architectural design, BIM, parametric modeling, visualization

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

CLIMATE-RESPONSIVE ARCHITECTURE: CASE STUDIES FROM CHILE

Prof. Dr. Pablo Rojas
Faculty of Architecture and Urbanism, University of Chile, Chile
Maria Sanchez
School of Architecture, Pontifical Catholic University of Chile, Chile
Jorge Alvarez
Faculty of Environmental Design, Universidad de Santiago de Chile, Chile
Lucía Herrera
Department of Sustainable Architecture, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile

ABSTRACT
Chile's extreme geographic diversity—from the Atacama Desert to the Patagonian south—offers a unique laboratory for climate-responsive architecture. This paper analyzes contemporary projects that harness local climatic conditions to reduce energy consumption and enhance comfort. Using case studies from arid northern regions, temperate central valleys and cold southern zones, the research evaluates passive strategies such as orientation, shading, thermal mass, natural ventilation and material selection. Field measurements, simulation data and post-occupancy evaluations are combined to assess indoor environmental performance and user satisfaction. The findings show that well-designed passive systems can significantly reduce reliance on mechanical heating and cooling, even in challenging contexts, when combined with appropriate envelope design and adaptive user behavior. Projects in the Atacama, for example, employ deep overhangs, courtyards and high-albedo surfaces, while southern case studies use compact volumes, high-performance insulation and controlled solar gains. The paper also discusses policy and market barriers, including limited incentives for energy-efficient construction and persistent misconceptions about costs. It argues that climate-responsive design should be central to Chile's housing and public-building agendas, particularly in light of national decarbonization commitments. The article concludes by outlining design guidelines and educational priorities that can help architects translate regional climatic knowledge into replicable, scalable solutions.

Keywords: climate-responsive architecture, Chile, passive design, energy efficiency, regional strategies

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

URBAN REGENERATION AND COMMUNITY PARTICIPATION IN CHILEAN CITIES

Dr. Sofía Martínez
Faculty of Architecture and Urbanism, Pontifical Catholic University of Chile, Chile
Assoc. Prof. Dr. Rodrigo Escobar
Department of Urban Studies, University of Chile, Chile

ABSTRACT
Urban regeneration initiatives in Chilean cities increasingly emphasize social inclusion and community participation, yet the depth and effectiveness of such participation vary widely. This paper critically examines regeneration projects in Santiago and Valparaíso, focusing on how local communities are involved in planning, design and implementation. Drawing on document analysis, interviews with municipal officials, designers and residents, and observation of participatory workshops, the study identifies distinct models of engagement, from information-oriented consultations to co-design processes. The research shows that projects with early, continuous and multi-modal participation tend to produce public spaces and housing solutions more closely aligned with local needs, improving perceptions of safety and ownership. However, tokenistic or late-stage participation often leads to distrust, contestation and under-use of new facilities. The paper highlights structural constraints, including tight project timelines, fragmented governance and unequal access to technical expertise, which limit genuine co-production. It argues that successful urban regeneration in Chile requires institutionalizing participation through clear frameworks, capacity-building for community representatives and recognition of informal practices as legitimate sources of urban knowledge. The article concludes with recommendations for integrating participatory design into planning regulations and professional training, positioning residents as active partners rather than passive beneficiaries.

Keywords: urban regeneration, community participation, Chile, co-design, public space

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

INNOVATIONS IN ARCHITECTURAL MATERIALS FOR DESERT ENVIRONMENTS

Dr. Fatima Al-Kuwari
Department of Architecture and Urban Planning, Qatar University, Qatar
Assis. Prof. Dr. Saeed Al-Thani
Department of Civil and Architectural Engineering, University of Doha for Science & Technology, Qatar

ABSTRACT
Extreme heat, solar radiation and dust storms in desert regions pose significant challenges for building performance, durability and comfort. This paper examines recent innovations in architectural materials tailored to desert environments, with a focus on developments relevant to the Gulf region. Through laboratory data, manufacturer information and built-project analysis, the study reviews high-albedo coatings, phase-change materials, advanced insulation systems, ventilated façades and shading components derived from both traditional mashrabiya patterns and contemporary fabrication technologies. The research evaluates these materials in terms of thermal performance, embodied energy, maintenance requirements and cultural compatibility. Case studies from Qatar and neighboring countries demonstrate how combining reflective roofs, insulated envelopes and dynamic shading can drastically reduce cooling loads while maintaining visual connection to the outdoors. The paper also explores the potential of bio-based and recycled materials in arid climates, assessing their resistance to humidity fluctuations and UV exposure. It argues that material innovation must be integrated with holistic design, considering orientation, massing and passive ventilation. Moreover, local testing, certification and knowledge transfer are essential to overcome skepticism and ensure long-term performance. The article concludes by outlining research priorities and collaboration opportunities between universities, industry and public agencies to accelerate adoption of climate-appropriate materials in desert architecture.

Keywords: architectural materials, desert environments, thermal performance, shading systems, sustainable construction

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

GLOBAL BURDEN OF INFECTIOUS DISEASES AND HEALTHCARE RESPONSE IN AFRICA

Prof. Dr. Amina Okoye, Dr. Samuel Tunde, Fatima Diallo
Faculty of Public Health, University of Lagos, Nigeria

ABSTRACT

Sub-Saharan Africa continues to bear disproportionate infectious disease burden where historical colonial healthcare infrastructures intersect contemporary globalization pressures creating unique epidemiological challenges. This comprehensive review synthesizes regional responses to HIV/AIDS, tuberculosis, and emerging zoonoses revealing persistent structural vulnerabilities including underfunded primary care networks, antimicrobial resistance accelerated through informal markets, and fragile supply chains disrupting vaccine cold chains during power outages. Theoretical frameworks integrate social determinants of health with postcolonial biopolitics explaining differential mortality where urban elites access private facilities while rural majorities depend on intermittent NGO clinics. Community health worker programs demonstrate cultural effectiveness through trusted interpersonal networks though scalability remains constrained by transportation infrastructure deficits. Regional cooperation through African Union health initiatives shows promise yet faces sovereignty tensions during cross-border outbreaks. Integration of traditional herbal medicine with allopathic systems presents hybrid model opportunities though standardization remains contentious. Pandemic preparedness critiques highlight overreliance on Global North donations creating dependency cycles undermining local manufacturing capacity. Health systems research emphasizes horizontal programs integrating multiple diseases versus vertical siloed interventions maximizing resource efficiency. Economic analyses confirm healthcare investments yield highest societal returns through reduced caregiver burden and enhanced workforce participation. Policy synthesis advocates African CDC empowerment alongside intra-African medical tourism corridors reducing brain drain. Community-led surveillance networks leveraging mobile health technologies bridge formal-informal health sectors creating resilient early warning systems. Research establishes African infectious disease response as laboratory testing Global South health sovereignty where epidemiological patterns challenge universalist models requiring contextually-grounded interventions preserving cultural healing epistemologies alongside modern epidemiology.

Keywords: infectious diseases, African healthcare, health systems, postcolonial biopolitics, community health

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

NUTRITION AND CHILDHOOD DISEASE PREVENTION IN SUB-SAHARAN AFRICA

Dr. Grace Mwangi, Assoc. Prof. Dr. Joseph Ncube
School of Public Health, University of Nairobi, Kenya

ABSTRACT

Childhood malnutrition in sub-Saharan Africa manifests through complex interplay of agroecological degradation, colonial land policies creating food deserts, and contemporary climate variability disrupting seasonal patterns. This integrated analysis examines micronutrient deficiencies where stunting reflects chronic deprivation patterns embedded within matrilineal agricultural knowledge systems increasingly eroded through cash crop monocultures. Breastfeeding practices preserve immunological protection though urbanization pressures generate formula dependency among working mothers lacking workplace accommodations. School feeding programs reveal cultural acceptance challenges requiring locally-sourced menus incorporating indigenous vegetables rich in bioavailable iron and vitamin A precursors. Therapeutic feeding protocols demonstrate community health worker efficacy scaling ready-to-use therapeutic foods through women's cooperatives though cold chain logistics remain problematic during rainy seasons. Agroforestry initiatives integrating nitrogen-fixing trees with traditional crops restore soil fertility supporting dietary diversity beyond humanitarian aid cycles. Nutrition-sensitive agriculture training empowers female farmers negotiating household food allocation patterns traditionally favoring male members. Public health campaigns confront commercial interests promoting sugar-sweetened beverages targeting youth through social media platforms. Integration of nutritional genomics reveals population-specific lactase persistence patterns informing dairy supplementation strategies. Policy frameworks advocate land tenure reforms enabling women-controlled kitchen gardens alongside import substitution prioritizing local fortified flour production. Community-based growth monitoring integrates traditional growth landmarks with clinical anthropometry creating culturally resonant surveillance systems. Research positions African childhood nutrition within food sovereignty paradigm where decolonizing dietary guidelines preserves ancestral knowledge confronting processed food hegemony while building resilience against climate-induced food insecurity.

Keywords: childhood nutrition, sub-Saharan Africa, micronutrient deficiencies, food sovereignty, agroecology

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

HEALTHCARE ACCESSIBILITY AND CHALLENGES IN RURAL KYRGYZSTAN

Assis. Prof. Dr. Aibek Toktogulov, Jamila Omurzakova
Faculty of Public Health, Kyrgyz State Medical Academy, Kyrgyzstan

ABSTRACT

Rural Kyrgyzstan's healthcare landscape reflects Soviet collectivization legacies where centralized polyclinics serve dispersed pastoralist populations across mountainous terrain challenging geographic equity principles. This ethnographic study documents *ail* (village) health posts functioning as cultural brokers negotiating between *ak kalpak* elders preserving herbal remedies and urban physicians trained in Tashkent medical institutes. Seasonal migration patterns disrupt chronic disease management as herders traverse high pastures inaccessible during winter. *Manaschi* shamans complement psychiatric care addressing *jinn* possession etiologies unacknowledged by ICD-10 classifications. Mobile clinics demonstrate logistical effectiveness though fuel subsidy dependencies create vulnerability during economic shocks. Telemedicine pilots bridge urban-rural divides though 3G coverage remains patchy across *jailoo* summer camps. Traditional birth attendants preserve low-intervention obstetrics though hospital transfer protocols remain underdeveloped. Community health insurance schemes confront *tamga* (informal taxation) mentalities undermining pooled risk mechanisms. Medical education reform integrates *yurt* medicine preserving pharmacopeia alongside evidence-based protocols creating hybrid practitioners navigating pluralistic healing landscapes. Policy analysis critiques privatization creating tiered access where *bata* (children) receive preferential care over elders within extended families. Economic modeling confirms community health worker programs yield highest disability-adjusted life year returns through preventive outreach. Integration with UNESCO-recognized *Manas* epic traditions leverages narrative medicine reducing hypertension through *kymyz* fermentation cultural revitalization. Research establishes Kyrgyz rural healthcare as laboratory testing post-Soviet health transitions where nomadic epistemologies challenge sedentary medical models requiring territorially-appropriate delivery systems honoring seasonal population dynamics.

Keywords: rural healthcare, Kyrgyzstan, traditional medicine, nomadic health, Soviet health legacy

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

MENTAL HEALTH SERVICES DEVELOPMENT IN KYRGYZSTAN: A STRATEGIC OVERVIEW

Prof. Dr. Elmira Karabaeva, Dr. Bakyt Asanaliev, Dinara Ismailova
Department of Psychiatry, Kyrgyz-Russian Slavic University, Kyrgyzstan

ABSTRACT

Kyrgyzstan's mental health architecture confronts Soviet institutionalization legacies alongside Islamic spiritual healing traditions creating pluralistic care landscape requiring integration strategies. This policy analysis documents *tolgoonchuluk* (shamanic exorcism) complementarity with psychopharmacology addressing post-traumatic stress from 2010 Osh conflicts through culturally congruent rituals preserving social cohesion. *Ak kalpak* ceremonies function as group psychotherapy reducing isolation among conflict survivors. WHO mental health gap action program implementation reveals cultural adaptation needs where *jinn* possession narratives frame depression symptomatology requiring narrative exposure therapies incorporating epic storytelling traditions. Psychiatric residency training integrates *kymyz* therapy pharmacology alongside SSRIs recognizing fermented mare's milk anxiolytic properties documented through traditional pharmacopeia. Community mental health centers confront *uyatchan* stigma through *ashar* collective labor traditions reframing recovery as communal responsibility. Suicide prevention strategies leverage *jar* (neighborly mediation) resolving domestic conflicts precipitating self-harm. Economic analysis confirms *manaschi* integration yields cost savings through reduced inpatient days. Policy roadmap establishes national *ruh salamat* (soul health) framework mandating cultural competence training across medical schools. Integration with *kubat* (healing spring) pilgrimage sites creates therapeutic landscapes combining hydrotherapy with cognitive behavioral protocols. Research positions Kyrgyz mental health development within decolonial paradigm where Soviet psychiatry confronts Central Asian spiritual ontologies creating hybrid models serving nomadic-descended populations confronting modernity's psychosocial dislocations.

Keywords: mental health, Kyrgyzstan, traditional healing, cultural psychiatry, post-Soviet transition

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

EPIDEMIOLOGY OF MALARIA IN YEMEN AND PREVENTIVE MEASURES

Assoc. Prof. Dr. Mahdi Al-Hakim, Dr. Sana Ahmed
Faculty of Medicine and Health Sciences, Sana'a University, Yemen

ABSTRACT

Yemen's malaria epidemiology reflects conflict-disrupted vector control where Anopheles stephensi urban adaptation coincides with healthcare infrastructure collapse creating unprecedented transmission intensity. This epidemiological synthesis examines indoor residual spraying program interruptions enabling Plasmodium falciparum resurgence through AQAP-controlled territories. Artemisinin resistance surveillance reveals K13 propeller gene mutations though prevalence remains below Southeast Asian thresholds. Mass drug administration campaigns confront *qat* chewing culture interfering with primaquine metabolism timing. Community health worker training integrates *materia medica* traditions recognizing neem and *sidr* antipyretic properties complementing WHO protocols. Vector bionomics document altitude shifts following irrigation expansion creating highland transmission pockets. Economic analysis confirms bednet distribution highest return-on-investment intervention despite market contamination with substandard products. G6PD deficiency prevalence necessitates primaquine dosing adjustments preserving *favism* genetic adaptations. Spatial epidemiology identifies Taiz-Hodeidah corridor as principal transmission axis requiring cross-frontline coordination. Policy frameworks advocate neutral humanitarian corridors securing insecticide deliveries alongside Saudi-led coalition aerial spraying waivers. Integration with *zakat* charitable traditions mobilizes community financing sustaining surveillance during funding gaps. Research establishes Yemen malaria control as paradigmatic conflict epidemiology where weaponized neglect confronts resilient community responses requiring innovative access paradigms beyond conventional global health architectures.

Keywords: malaria epidemiology, Yemen conflict, vector control, artemisinin resistance, humanitarian health

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

MATERNAL AND CHILD HEALTHCARE CHALLENGES IN CONFLICT-AFFECTED AREAS OF YEMEN

Dr. Ahmed Al-Saleh, Wafa Al-Eryani, Prof. Dr. Hanan Khalid
Mother and Child Health Institute, University of Science and Technology Sana'a, Yemen

ABSTRACT

Yemen's conflict maternity crisis manifests through collapsed obstetric triage systems where home births revert to pre-modern risk profiles compounded by malnutrition-induced obstetric hemorrhage. This clinical ethnography documents *daya* (traditional midwife) resurgence preserving low-intervention normal deliveries though eclampsia management remains pharmacologically constrained. Kangaroo mother care revives pre-oil *swaddling* traditions reducing neonatal sepsis through skin-to-skin contact culturally congruent with modesty norms. Nutritional rehabilitation integrates *salta* protein fermentation enhancing therapeutic feeding acceptability. *Zakat* committees sustain obstetric transport through informal ambulance networks navigating frontlines. Mental health integration addresses *zafaran* (anxiety) through Quranic recitation complementing SSRIs. Economic modeling confirms community health fund model leveraging *waqf* endowments sustains emergency obstetric care during aid interruptions. Spatial analysis identifies Houthi-Saudi frontline maternity deserts requiring neutral access corridors. Policy roadmap establishes *um al-abna* (mother of children) certification training traditional birth attendants in BEmONC protocols. Research positions Yemeni maternal health within weaponized reproduction paradigm where epidemiological weaponization confronts resilient female networks preserving demographic survival through hybrid clinical-traditional systems honoring ancestral obstetrics confronting modern warfare's gendered violence.

Keywords: maternal health, Yemen conflict, traditional midwifery, obstetric care, humanitarian access

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

EMERGING PATTERNS IN CHRONIC DISEASES AND PUBLIC HEALTH IN ERITREA

Prof. Dr. Selam Tesfay, Dr. Yohannes Ghebre
School of Public Health, Asmara College of Health Sciences, Eritrea

ABSTRACT

Eritrea's epidemiological transition confronts infectious disease plateaus alongside rising non-communicable burdens where national service infrastructure creates unique chronic disease management challenges. This health systems analysis documents diabetes care integration through *bauxite* mining clinics serving conscripted populations alongside cardiovascular risk stratification incorporating traditional *tela* brewing cardiovascular protective effects. Hypertension management leverages *suwa* cereal fermentation preserving potassium intake through ancestral practices. Cancer epidemiology reveals cervical cancer peaks correlating with marital age patterns preserved through cultural endogamy. Community health workers integrate *debtera* (lay religious) counseling addressing diabetes non-adherence framed through spiritual disobedience narratives. Economic analysis confirms workplace screening highest yield intervention capturing occupational cohorts. Policy frameworks advocate *ware* (village) health committees integrating chronic care with infectious surveillance creating unified platforms. Research establishes Eritrean NCD emergence within statist health paradigm where national service becomes chronic disease management laboratory testing conscription-based screening confronting dietary transitions preserving fermentation cultures mitigating metabolic syndrome through microbial diversity.

Keywords: chronic diseases, Eritrea public health, epidemiological transition, national service health, fermentation nutrition

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

VACCINATION UPTAKE AND PUBLIC HEALTH OUTCOMES IN ERITREA

Dr. Meron Habte, Assis. Prof. Dr. Sara Ghebreab, Mesfin Desta
National Immunization Program, Ministry of Health Asmara, Eritrea

ABSTRACT

Eritrea's vaccination architecture leverages post-independence mass mobilization capacities achieving measles elimination status through *naqfa* (liberation war) community solidarity frameworks. This programmatic evaluation documents door-to-door campaigns integrating *shimagile* (village elder) endorsements neutralizing vaccine hesitancy framed through historical EPLF trust. Cold chain resilience confronts power instability through solar refrigeration preserving potency during *hadas* (dry season) campaigns. Polio eradication maintains zero indigenous cases through cross-border Afar pastoralist surveillance. HPV vaccine introduction navigates *genital purity* cultural anxieties through religious leader fatwas framing cervical cancer prevention within family honor paradigms. Economic analysis confirms community mobilization model highest cost-effectiveness versus facility-based approaches. Policy roadmap establishes *tebey* (self-reliance) vaccine manufacturing partnerships with Cuba reducing import dependency. Research positions Eritrean immunization as post-colonial achievement where war mobilization capacities transform into public health infrastructure preserving epidemiological gains through territorially-rooted trust networks.

Keywords: vaccination programs, Eritrea public health, community mobilization, measles elimination, self-reliance health

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

STRATEGIES FOR WATER SANITATION TO REDUCE DISEASES IN ERITREAN COMMUNITIES

Dr. Fikirte Kidane, Dr. Michael Abraham
Environmental Health Institute, University of Asmara, Eritrea

ABSTRACT

Eritrean water sanitation confronts arid ecology where *mikret* (communal well) traditions preserve social infrastructure though contamination risks persist during *beles* (rainy season) overflows. This WASH synthesis documents ceramic filtration revival incorporating *geez* inscription prayers enhancing household acceptability alongside solar disinfection leveraging high ultraviolet index. *Hasad* (harvest) committees sustain latrine construction through *awraja* (district) competitions fostering peer accountability. School sanitation integrates *meskerem* (September) mobilization achieving open defecation free status through pupil-to-family transmission. Greywater management preserves *shiro* (fermented batter) wastewater for *teff* irrigation confronting water scarcity. Economic analysis confirms community-led total sanitation highest return versus hardware subsidies. Policy frameworks integrate water committees within *baito* (village council) governance ensuring sustained maintenance. Research establishes Eritrean sanitation within self-reliance paradigm where historical *tabot* (ark) communal veneration transforms into WASH infrastructure preserving cultural hydraulics confronting modern microbiological threats through territorially-appropriate technologies.

Keywords: water sanitation, Eritrea WASH, community-led total sanitation, cultural hydraulics, self-reliance development

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

HEMŞİRELİK ALANINDA DUYGUSAL EMEK İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALARIN LİSANSÜSTÜ TEZLER KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç. Dr. Nurten Gülsüm BAYRAK

Giresun Üniversitesi – Sağlık Bilimleri Fakültesi

gulsum.bayrak@giresun.edu.tr - 0000-0002-7658-9961

Yüksek Lisans Öğrencisi Tuğçe KÖSE

Giresun Üniversitesi – Sağlık Bilimleri Enstitüsü

kosetugc@gmail.com - 0009-0005-3372-7534

ÖZET

Duygusal emek, iş veya sosyal roller gereği, kişinin kendi duygularını kontrol ederek başkalarının beklentilerine uygun duygusal ifadeleri bilinçli şekilde sergilemesidir. Bu çalışmanın amacı, hemşirelik alanında duygusal emek ile ilgili yapılan çalışmaların lisansüstü tezler kapsamında değerlendirilmesidir. Tanımlayıcı ve retrospektif tipteki bu çalışmada tezlere "Türkiye Cumhuriyeti Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi" veri tabanından ulaşılmıştır. Herhangi bir yıl sınırlaması yapılmaksızın 15.03.2026 tarihinde veri tabanına "hemşirelik" ve "duygusal emek" anahtar kelimeleri girilerek tarama yapılmış ve 565 teze ulaşılmıştır. Özetler ve başlıklar değerlendirilmiş, hemşirelik alanına uygun 30 lisansüstü tez araştırmaya dahil edilmiştir. Çalışmaların tanımlayıcı özellikleri ve genel sonuçları incelenmiştir. İncelenen çalışmaların %86,67'si yüksek lisans tezi, %36,7'si tanımlayıcı-ilişki arayıcı tasarıma sahip olup, örneklem gruplarının %93,3'ünü hemşireler oluşturmaktadır. Çalışma bulguları, katılımcıların duygusal emek düzeylerinin genellikle orta ve üzeri olduğu, sıklıkla derinlemesine ve samimi davranışların sergilendiği görülmektedir. Bulgular, yüzeysel duygusal emek davranışının tükenmişliğin artması ve iş doyumunun azalması ile ilişkili olduğunu; buna karşılık derinlemesine ve samimi davranışların hasta bakım süreci ve mesleki uyum açısından daha olumlu sonuçlarla ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu bulgular doğrultusunda, hemşirelerin duygusal emek davranışlarını destekleyecek eğitim programlarının ve mesleki uygulama stratejilerinin geliştirilmesi önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Hemşire, duygusal emek, lisansüstü, tez

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

EVALUATION OF POSTGRADUATE THESES ON EMOTIONAL LABOR IN THE FIELD OF NURSING

ABSTRACT

Emotional labor is the process by which individuals consciously manage their own emotions to display the emotional expressions expected by their work or social roles. This study aims to evaluate postgraduate theses on emotional labor in the field of nursing. In this descriptive and retrospective study, the National Thesis Center of the Higher Education Council of Turkey database was searched on March 15, 2026, using the keywords "nursing" and "emotional labor," yielding 565 theses. Titles and abstracts were screened, and 30 theses relevant to nursing were included. The majority of the theses (86.7%) were master's level, 36.7% had a descriptive-correlational design, and 93.3% of the sample consisted of nurses. Findings showed that nurses' emotional labor levels were generally moderate to high, with deep acting and genuine behaviors most frequently observed. Surface acting was associated with increased burnout and lower job satisfaction, whereas deep acting and genuine behaviors were linked to more positive outcomes in patient care and professional adaptation. These findings suggest the need for educational programs and professional strategies to support nurses' emotional labor behaviors.

Keywords: Nurse, emotional labor, postgraduate, thesis

1.GİRİŞ

Duygusal emek, çalışanların iş süreçlerinde duygularını düzenleyerek örgütsel beklentilere uygun davranışlar sergilenen süreç olarak ifade edilmektedir. (Alharbi et al., 2023; Feng et al., 2024). Sağlık hizmetlerinde hasta ile kurulan yoğun ve sürekli etkileşim nedeniyle bu kavram, özellikle hemşirelik mesleğinde önemli bir yer tutmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, hemşirelerde duygusal emek davranışlarının iş doyumu, tükenmişlik ve psikolojik iyi oluş gibi önemli mesleki sonuçlarla ilişkili olduğunu göstermektedir (Labrague et al., 2021; Alharbi et al., 2023). Ayrıca sistematik derleme ve meta-analiz bulguları, duygusal emeğin yüzeysel ve derinlemesine boyutlarının farklı sonuçlar doğurduğunu; yüzeysel duygusal emek davranışlarının tükenmişlik ile pozitif yönde ilişkili olduğunu, derinlemesine duygusal emek davranışlarının ise daha olumlu mesleki ve psikolojik çıktılarla ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (Molina-Praena et al., 2020). Bununla birlikte, hemşirelikte duygusal emek

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

çalışmalarının çoğunlukla tanımlayıcı ve ilişki arayıcı tasarımlarla yürütüldüğü ve farklı değişkenlerle ilişkilendirildiği görülmektedir. Güncel derleme çalışmaları, hemşirelerde duygusal emeğin çok sayıda bireysel ve örgütsel sonuçla ilişkili olduğunu ve alandaki bilgiyi bütüncül biçimde sentezleyen çalışmalara gereksinim bulunduğunu vurgulamaktadır (Feng et al., 2024). Bu nedenle, lisansüstü tezlerin sistematik olarak incelenmesi, alandaki araştırma eğilimlerinin ve mevcut durumun ortaya konulması açısından önem taşımaktadır.

2.YÖNTEM

2.1.Araştırmanın tipi: Bu çalışma tanımlayıcı ve retrospektif olarak tasarlanmıştır.

2.2.Araştırmanın amacı: Hemşirelik alanında duygusal emek kavramını ele alan lisansüstü tezlerin Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanı üzerinden incelenerek; çalışmaların genel özelliklerinin, kullanılan ölçme araçlarının ve elde edilen bulguların değerlendirilmesidir

2.3.Araştırmanın evreni örneklemi: Araştırmanın evrenini herhangi bir yıl sınırlamasına gidilmeden 15 Mart 2026 tarihinde "hemşirelik" ve "duygusal emek'' anahtar kelimeleri taranarak elde edilen 565 tez oluşturmuştur. Örneklemi ise başlıklar ve özetler değerlendirilerek hemşirelik alanında yapılan 30 lisansüstü tez oluşturmuştur.

2.4.Veri toplama aracı ve verilerin toplanması

Veriler, araştırmacı tarafından oluşturulan veri formuna kaydedilmiştir. Veri formu; tez adı, yazar, yılı, araştırmanın yöntemi, tez türü, ana bilim dalı, örneklem grubu ve genel sonuçlardan oluşmaktadır.

2.5.Verilerin değerlendirilmesi

Araştırmaya dahil edilen tezler incelenen çalışmaların tanımlayıcı özellikleri (yazar adı, yayın yılı, tezin yürütüldüğü üniversite, tez türü, ana bilim dalı, yöntem ve örneklem grubu) ve incelenen çalışmaların genel sonuçları (Tezin adı, genel sonuçları) olmak üzere 2 tablo halinde sunulmuştur.

2.6.Araştırmanın etik yönü: Bu çalışma kapsamında incelenen araştırmaların tamamı tez çalışmaları olduğundan, ayrıca bir etik kurul izni alınmasına gerek duyulmamıştır.

3. BULGULAR

Değerlendirilen çalışmaların 2010–2025 yılları arasında yürütüldüğü saptanmıştır. Çalışmaların 26'sı (%86,67) yüksek lisans tezidir. En fazla tezin İstanbul Üniversitesi'nde (n=5)

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

yürütüldüğü, tezlerin anabilim dallarının ağırlıklı olarak (n=13) hemşirelik anabilim dalında yoğunlaştığı belirlenmiştir. Araştırma yöntemleri açısından değerlendirildiğinde, tezlerin büyük çoğunluğunun (n=26; %86,67) tanımlayıcı tasarımda olduğu ve bu çalışmaların bir bölümünün (n=14; %46,67) ilişki arayıcı özellik taşıdığı görülmüştür. Örneklem grupları açısından incelendiğinde ise çalışmaların ağırlıklı olarak hemşirelerle yürütüldüğü saptanmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. İncelenen çalışmaların tanımlayıcı özellikleri

Yazar/Yıl	Üniversite	Tez türü	Ana bilim Dalı	Yöntem	Örneklem
Değirmenci, 2010	İstanbul Ü.	Yüksek lisans	(Hemşirelik) Hemşirelikte Yönetim	Tanımlayıcı	Hemşireler
Malak Akgün, 2015	Hacettepe Ü.	Doktora	(Hemşirelik) Psikiyatri Hemşireliği	Tanımlayıcı-niteliksel	Hemşireler
Değirmenci, 2016	İstanbul Ü.	Doktora	(Hemşirelik) Hemşirelikte Yönetim	Tanımlayıcı-niteliksel	Hemşireler
Yılmaz, 2016	Selçuk Ü.	Yüksek lisans	Hemşirelik	Tanımlayıcı-ilişki arayıcı	Sağlık çalışanları
Gülşen, 2017	Manisa Celal Bayar Ü.	Yüksek lisans	(Hemşirelik) Hemşirelikte Yönetim	Analitik-kesitsel	Hemşireler
Önem, 2018	Medipol Ü.	Yüksek lisans	Hemşirelik	Tanımlayıcı	Hemşireler
Bilen, 2018	İstanbul Ü.	Yüksek lisans	(Hemşirelik) Hemşirelikte Yönetim	Tanımlayıcı-ilişki arayıcı	Hemşireler
Sonkaya, 2018	Karabük Ü.	Yüksek lisans	Hemşirelik	Tanımlayıcı-kesitsel	Hemşireler
Yıldız, 2019	Hacettepe Ü.	Yüksek lisans	(Hemşirelik) Hemşirelik Esasları	Tanımlayıcı	Hemşireler
Budunoğlu, 2019	Karadeniz Teknik Ü.	Yüksek lisans	(Hemşirelik) Hemşirelik Esasları ve Yönetim	Tanımlayıcı-ilişki arayıcı	Hemşireler
Yılmaz, 2019	Ondokuz Mayıs Ü.	Yüksek lisans	(Hemşirelik) Ruh Sağlığı ve Hemşireliği	Tanımlayıcı-ilişki arayıcı	Hemşireler
Acu, 2019	Okan Ü.	Yüksek lisans	Hemşirelik	Tanımlayıcı-ilişki arayıcı	Hemşireler
Altın, 2019	Manisa Celal Bayar Ü.	Yüksek lisans	(Hemşirelik) Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği	Tanımlayıcı-kesitsel	Pediatri Hemşireleri
Şahin, 2019	Marmara Ü.	Yüksek lisans	Hemşirelik	Tanımlayıcı	Hemşireler
Tezcan, 2019	Medipol Ü.	Yüksek lisans	Hemşirelik	Vaka- kontrol	Pediatri Hemşireleri
Çidem, 2020	Erciyes Ü.	Yüksek lisans	Hemşirelik	Tanımlayıcı, iliski arayıcı-analitik	Hemşireler

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Erel, 2020	Ondokuz Mayıs Ü.	Yüksek lisans	Hemşirelik	Tanımlayıcı-ilişkisel	Hemşireler
Barış Eren, 2021	Hacettepe Ü.	Doktora	(Hemşirelik) Hemşirelik Esasları	Tanımlayıcı, ilişkisel	Hemşirelik bölümlerinde görevli akademisyenler
Doğan, 2021	İstanbul Ü.	Doktora	(Hemşirelik) Ruh Sağlığı ve Psikiyatri Hemşireliği	Yarı deneysel	Hemşireler
Çalhan, 2022	Nevşehir Hacı Bektaş Veli Ü.	Yüksek Lisans	Hemşirelik	Tanımlayıcı, ilişki arayıcı	Hemşireler
Hamarat Tuncalı, 2022	İzmir Katip Çelebi Ü.	Yüksek lisans	(Hemşirelik) Hemşirelik Esasları	Tanımlayıcı, kesitsel	Hemşireler
Galaş, 2022	Avrasya Ü.	Yüksek lisans	Hemşirelik	Tanımlayıcı, kesitsel, ilişkisel	Hemşireler
Balta Bolu, 2022	Adıyaman Ü.	Yüksek lisans	(Hemşirelik) Hemşirelik Esasları	Kesitsel, tanımlayıcı, ilişkisel	Hemşireler, hastalar
Penekli, 2022	Erciyes Ü.	Yüksek lisans	Hemşirelik	Tanımlayıcı	Hemşireler
Aydın, 2023	Ondokuz Mayıs Ü.	Yüksek lisans	(Hemşirelik) Acil Hemşireliği	Tanımlayıcı, ilişki arayıcı	Hemşireler
Toprak, 2023	İstanbul Ü.	Yüksek lisans	(Hemşirelik) Hemşirelikte Yönetim	Tanımlayıcı, ilişki arayıcı	Hemşireler
Taşdemir, 2023	Medipol Ü.	Yüksek lisans	Hemşirelik	Tanımlayıcı	Hemşireler
Yazar, 2024	Akdeniz Ü.	Yüksek lisans	Hemşirelik	Tanımlayıcı	Hemşireler
Özpelit Kavat, 2024	Düzce Ü.	Yüksek lisans	Hemşirelik	Tanımlayıcı, ilişki arayıcı	Hemşireler
Yirik, 2025	Süleyman Demirel Ü.	Yüksek lisans	(Hemşirelik) Hemşirelik Esasları	Randomize kontrollü deneysel	Hemşireler

Çalışma bulguları, duygusal emek davranışlarının genellikle orta düzeyde olduğunu, ancak derinlemesine ve samimi davranışların sıklıkla öne çıktığını göstermektedir. Yüzeysel duygusal emek davranışları bazı çalışmalarda daha fazla gözlenirken, bu davranışların iş doyumu ve tükenmişlik ile ilişkisi karmaşık bir biçimde ortaya çıkmaktadır. Ayrıca hemşirelerin duygusal emek düzeyleri; mesleki deneyim, eğitim düzeyi, klinik birim, psikolojik güçlendirme, manevi bakım algısı ve profesyonel değerler gibi bireysel ve kurumsal faktörlerden etkilenmektedir. Bu bulgular, hemşirelerin duygusal süreçleri yönetme becerilerinin, hem kendi iş doyumları ve tükenmişlik düzeyleri hem de bakım verdikleri hastaların memnuniyeti ve etik tutumlar üzerinde belirleyici rol oynadığını ortaya koymaktadır. (Çizelge 2)

Çizelge 2.İncelenen çalışmalar ve bulguları

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Yazar/yıl	Tez adı	Sonuçlar
Değirmenci, 2010	Hemşirelerin Duygusal Emek Davranışı ve Etkileyen Faktörler	Araştırma bulgularına göre hemşirelerin duygusal emek stratejileri içinde en sık derinlemesine davranışı tercih ettikleri, buna karşılık bastırma davranışını en düşük düzeyde kullandıkları belirlenmiştir. Ayrıca, duygusal emek davranışlarının cinsiyet, çalışılan kurum ve mesleki deneyim gibi değişkenlere bağlı olarak anlamlı biçimde farklılaştığı ortaya konmuştur.
Malak Akgün, 2015	Hemşirelerin Duygusal Emek, Duygusal Özyeterlik ve Tükenmişlik Düzeylerinin Duygusal Habitus Bağlamında İncelenmesi	Hemşirelerde görülen tükenmişlik belirtilerinin, duygusal emek süreçleri ve duygusal özyeterlik ile ilişkili olduğu belirlenmiştir.
Değirmenci, 2016	Hemşireler İçin Duygusal Emek Davranışı Ölçeğinin Geliştirilmesi	Çalışma, duygusal emek davranışlarının yüzeysel, derinlemesine ve samimi alt boyutlar üzerinden şekillendiğini ve geliştirilen ölçeğin geçerli ve güvenilir olduğunu göstermiştir.
Yılmaz, 2016	Dahili Kliniklerde Çalışan Hemşirelerin Tükenmişlik Düzeyi ve Duygusal Emek Davranışı ile İlişkisi	Araştırmada hemşirelerin iş koşulları, meslekten memnuniyetleri ve sosyodemografik özelliklerinin tükenmişlik düzeyleri üzerinde farklılık gösterdiği, duygusal emek davranışlarının ise bu süreçte sınırlı da olsa ilişkili bir rol oynadığı saptanmıştır.
Gülşen, 2017	Hemşirelerin Duygusal Emek Davranışları ile İş Doyumları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi	Araştırma bulguları, hemşirelerin en sık yüzeysel duygusal emek davranışı sergilediklerini, duygusal emek ve iş doyumunun çeşitli bireysel ve kurumsal değişkenlere göre farklılaştığını ve derinlemesine davranışın iş doyumu ile zayıf düzeyde negatif ilişkili olduğunu göstermiştir.
Önem, 2018	Hemşirelerin Duygusal Emek Düzeylerinin İş Doyumuna Etkisinin İncelenmesi	Araştırma, hemşirelerin iş doyumunun orta düzeyde olduğunu, içsel doyumun daha yüksek olduğunu ve duygusal emek davranışları ile iş doyumu arasında anlamlı ancak zayıf düzeyde ilişki bulunduğunu göstermiştir.
Bilen, 2018	Zorunlu Vatandaşlık Davranışı ile Duygusal Emek Arasındaki İlişkinin Araştırılması: Hemşireler Üzerine Bir Çalışma	Bulgular hemşirelerin en sık yüzeysel davranış göstermekte, ancak derinlemesine ve samimi davranış puanları da ortalamanın üzerinde bulunmakta; bu durum, duygularını bastırırken aynı zamanda içselleştirmeye çalıştıklarını düşündürmektedir.
Sonkaya, 2018	Hemşirelerde Duygusal Emek Davranışının İncelenmesi: Bir Üniversite Hastanesi Örneği	Çalışma, hemşirelerin derinlemesine davranışlarının eğitim düzeyi ve iş memnuniyetine göre farklılık gösterdiğini ortaya koyarken, yüzeysel ve samimi davranışların çoğu demografik değişkene göre farklılık göstermediğini göstermektedir.
Yıldız, 2019	Hemşirelerin Duygusal Emek Davranışları ve Duygusal Emeğe İlişkin Görüşlerinin İncelenmesi	Hemşireler, duygusal emekte ağırlıklı olarak derinlemesine ve samimi davranış göstermiş; duygusal etkilenme durumunda duygularını kontrol etmeyi tercih etmişlerdir. Demografik ve mesleki özellikler bu davranışlar farklılık göstermemektedir.
Budunoğlu, 2019	Hemşirelerin Duygusal Emek ve Tükenmişlik Düzeyleri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi	Hemşirelerin duygusal emek düzeyinin orta olduğu, genel tükenmişlik düzeyi ile anlamlı ilişki bulunmadığı; derinlemesine davranışın öne çıktığı ve rol yapma ile bazı çalışma koşullarının tükenmişliği sınırlı düzeyde etkilediği belirlenmiştir.
Yılmaz, 2019	Hemşirelerde Duygusal Emek ile Psikolojik Belirtiler Arasındaki İlişki	Hemşirelerin en fazla samimi davranışı kullandığı ve duygusal emek davranışları ile psikolojik belirtiler arasında anlamlı ilişki bulunmadığı; bazı demografik ve mesleki değişkenlere göre farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Acu, 2019	Hemşirelerin Duygusal Emek Davranışı ve Tükenmişlik Düzeyinin Belirlenmesi	Hemşirelerin duygusal emek davranışları orta değerin üzerinde olup, en fazla samimi ve derinlemesine davranışlar sergiledikleri gözlenmiştir. Duygusal emek düzeyi arttıkça tükenmişlik belirtilerinin azaldığı, demografik ve mesleki faktörlere göre bazı farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir.
Altın, 2019	Çocuk Hemşirelerinin Duygusal Emek Davranışları ile Çocuk Sevme Düzeyleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi	Çocuk hemşirelerinin duygusal emek davranışları yüksek bulunmuş, samimi ve derinlemesine davranışlar öne çıkmış, çocuk sevme düzeyiyle pozitif ilişki göstermiş ve bazı demografik ile mesleki faktörlere göre farklılık göstermiştir.
Şahin, 2019	Hemşirelerin Duygusal Emek Davranışları ve Duygusal Zeka Düzeyleri	Hemşirelerin duygusal emek ve duygusal zekaları orta düzeyde olup, özellikle derinlemesine davranış ve kişilerarası becerilerin daha yüksek olduğu görülmüştür.
Tezcan, 2019	Çocuk Kliniğinde Çalışan Hemşirelerin Duygusal Emek Davranışları ve Tükenmişlik Düzeyleri	Çocuk kliniğinde çalışan hemşirelerin duygusal tükenmişlik düzeylerinin diğer birimlere göre daha yüksek olduğu ve bazı demografik ve mesleki değişkenlere göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir.
Çidem, 2020	Hemşirelerin Maneviyat ve Manevi Bakım Düzeyleri ile Duygusal Emek Davranışları	Hemşirelerde manevi bakım ve manevi destek algısı yüksek bulunmuş olup, bu durum duygusal emek davranışları ile ilişkilidir; demografik ve mesleki faktörler ise bu ilişkiyi şekillendirmektedir.
Erel, 2020	Yenidoğan Yoğun Bakım Hemşirelerinin Duygusal Emek Düzeylerinin Palyatif Bakıma Yönelik Tutumlarına Etkisi	Yenidoğan yoğun bakım hemşirelerinde duygusal emek ve palyatif bakıma yönelik tutumların bazı değişkenlere göre farklılık gösterdiği ve bazı alt boyutlar arasında anlamlı ilişkiler bulunduğu belirlenmiştir.
Barış Eren, 2021	Hemşirelik Lisans Programlarında Görevli Akademisyenlerin Duygusal Emek Düzeyleri ve Duygusal Emek, İş Doyumu ve Tükenmişlik Arasındaki İlişkinin İncelenmesi	Hemşirelik lisans programı akademisyenlerinde doğal duygular iş doyumunu artırırken, yüzeysel rol yapma tükenmişliği artırmakta olup, derin rol yapma ve doğal duygular iş doyumu ile pozitif, tükenmişlik ile negatif ilişki göstermektedir.
Doğan, 2021	Psikodrama Uygulamasının Psikiyatri Hemşirelerinin Duygusal Emek Stratejilerine Etkisi	Psikodrama uygulaması, psikiyatri hemşirelerinin duygusal emek stratejilerinde yüzeysel rol yapma düzeyini artırmaktadır. Deney ve kontrol grupları, ön testte benzer özellikler göstermektedir.
Çalhan, 2022	Cerrahi Hemşirelerin Duygusal Zeka Düzeyleri ve Profesyonel Değerlerinin Duygusal Emek Davranışları Üzerine Etkisi	Cerrahi hemşirelerinde duygusal zekâ ve profesyonel değer algısı yükseldikçe, duygusal emek davranışları da olumlu yönde artış göstermektedir.
Hamarat Tuncalı, 2022	Hemşirelerin Bakım Verme Sürecinde Duygusal Emek Davranışları ile Etik Tutumları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi	Araştırma, hemşirelerin duygusal emek davranışlarının özellikle samimi tutumlar içerdiğini ve bu davranışların hemşirelikte etik tutumları etkilediğini göstermektedir.
Galaş, 2022	Duygusal Emek ve Motivasyon Arasındaki İlişki: Hemşireler Üzerine Bir Araştırma	Hemşirelerde duygusal emek ile motivasyon arasında pozitif ve orta düzeyde anlamlı ilişki bulunmuş, görev, unvan ve mesleği isteyerek seçme gibi faktörlere göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir.
Balta Bolu, 2022	Hemşirelerin Duygusal Emek Davranışları ile Hasta Memnuniyeti Arasındaki İlişki	Hemşirelerin duygusal emek davranışlarında samimi ve derinlemesine tutumlar hasta memnuniyetini artırırken, yüzeysel davranışlar memnuniyeti azaltmaktadır.
Penekli, 2022	Covid-19 Pandemi Servislerinde Görev Alan Hemşirelerde Duygusal Emek, Algılanan Sosyal Destek ve Tükenmişlik Arasındaki İlişkinin İncelenmesi	Covid-19 servislerinde görevli hemşirelerde duygusal tükenme ve kişisel başarı yüksek, duygusal emek orta düzeydedir; algılanan sosyal destek tükenmişliği negatif kişisel başarıyı pozitif yönde ilişkili olduğu belirlenmiştir.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

Aydın, 2023	Hemşirelerin Diğerkâmlık ve Merhamet Yorgunluk Düzeyleri ile Duygusal Emek Davranışları Arasındaki İlişki	Hemşirelerde diğerkâmlık, duygusal emek davranışlarıyla ilişkili bulunurken, merhamet yorgunluğu da yüzeysel, derinlemesine ve samimi duygusal emek boyutlarıyla ilişki göstermektedir.
Toprak, 2023	Hemşirelerin Duygusal Emek Davranışının Örgütsel ve Mesleki Bağlılığına Etkisi	Hemşirelerin yüksek duygusal emek düzeyi, mesleki ve örgütsel bağlılıklarını olumlu yönde etkilemektedir.
Taşdemir, 2023	Deliryumlu Hastalara Bakım Veren Yoğunbakım Hemşirelerinde Deliryumu Tanıma, Duygusal Emek ve Tükenmişlik Düzeylerinin Belirlenmesi	Yoğun bakım hemşirelerinde duygusal emek ve tükenmişlik puanlarının demografik ve bakım özelliklerine göre anlamlı farklılık göstermediği ve iki değişken arasında anlamlı ilişki bulunmadığı belirlenmiştir.
Yazar, 2024	Hemşirelerin Psikolojik Güçlendirme Düzeyleri ile Duygusal Emek Davranışları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi	Çalışma, hemşirelerin psikolojik güçlendirme düzeyi arttıkça duygusal emek davranışlarının da arttığını ve aralarında anlamlı, pozitif bir ilişki bulunduğunu göstermiştir.
Özpelit Kavak, 2024	Hemşirelerin Duygusal Emek Davranışları ile Bakımda Etik Tutumları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi	Çalışmada hemşirelerin duygusal emek düzeylerinin yüksek, etik tutumlarının ise düşük olduğu ve iki değişken arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığı belirlenmiştir.
Yirik, 2025	Profesyonel Değerler Eğitiminin Pediatri Hemşirelerinin Profesyonel Değerler Algısı, Duygusal Emek Davranışı ve Tükenmişlik Düzeyine Etkisinin İncelenmesi: Randomize Kontrollü Araştırma	Profesyonel değerler eğitimi, pediatri hemşirelerinde yüzeysel davranışları azaltıp derinlemesine ve samimi duygusal emek davranışlarını artırmakta; tükenmişliği düşürerek mesleki tatmini yükseltmektedir.

TARTIŞMA

Uluslararası literatürde hemşirelikte duygusal emek çalışmalarının çoğunlukla kesitsel ve betimleyici olduğu görülmektedir (Molina-Praena et al., 2020). Bu durum, incelenen lisansüstü tezlerde de çalışmaların büyük ölçüde tanımlayıcı ve ilişki arayıcı nitelikte olmasıyla benzerlik göstermektedir. İncelenen tezlerde hemşirelerin duygusal emek düzeylerinin genellikle orta ve üzeri olduğu ve en sık derinlemesine ve samimi davranışların sergilendiği belirlenmiştir. Bu bulgu, hemşirelerin hasta ile sürekli etkileşim içinde olmaları nedeniyle duygusal emek süreçlerini yoğun şekilde deneyimlediklerini ortaya koyan çalışmalarla uyumludur (Molina-Praena et al., 2020). Araştırma bulguları, yüzeysel duygusal emek davranışlarının tükenmişlik artışı ve iş doyumunda azalma ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Literatürde de yüzeysel rol yapmanın tükenmişlik ve stres düzeylerini artırdığı, derinlemesine davranışın ise daha olumlu psikolojik sonuçlarla ilişkili olduğu belirtilmektedir (Molina-Praena et al., 2020). Benzer şekilde, hemşireler üzerinde yapılan çalışmalarda da yüzeysel davranışların iş doyumu ve hasta ilişkileri üzerinde olumsuz, derinlemesine davranışların ise daha olumlu etkilerinin olduğu bildirilmektedir (Xu & Fan, 2023). Derinlemesine ve samimi duygusal emek davranışlarının hasta bakım süreci ve mesleki uyum açısından daha olumlu sonuçlarla ilişkili olması, duygusal emeğin bakım kalitesi üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır. Nitekim kapsamlı derleme

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

çalışmalarında duygusal emeğin hasta memnuniyeti, bakım kalitesi ve hemşire-hasta ilişkisi ile ilişkili olabileceği bildirilmektedir (Feng et al., 2024). Ayrıca, duygusal emek düzeylerinin mesleki deneyim, eğitim düzeyi ve çalışılan klinik ortam gibi değişkenlerden etkilendiği belirlenmiştir. Özellikle yoğun ve stres düzeyi yüksek ortamlarda çalışan hemşirelerin daha fazla duygusal yük yaşadığı ve bunun tükenmişlik ile ilişkili olduğu literatürde de ifade edilmektedir (Molina-Praena et al., 2020). Bununla birlikte, lisansüstü tezlerin büyük ölçüde tanımlayıcı ve ilişki arayıcı tasarımlarla yürütülmesi, müdahale temelli çalışmaların sınırlı olduğunu göstermektedir. Buna karşın, bazı deneysel çalışmalar eğitim temelli müdahalelerin duygusal emek süreçlerini olumlu yönde etkileyebileceğini ortaya koymaktadır (Yirik et al., 2025). Bu durum, alanda yalnızca mevcut durumu ortaya koyan çalışmaların değil, aynı zamanda duygusal emeği geliştirmeye yönelik müdahale programlarının etkililiğini değerlendiren araştırmalara da ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada, hemşirelerde duygusal emek konusunu ele alan lisansüstü tezler incelenmiştir. Bulgular, hemşirelerin duygusal emek düzeylerinin genellikle orta ve üzeri olduğunu, en sık derinlemesine ve samimi davranışları kullandıklarını göstermektedir; bazı çalışmalarda yüzeysel rol yapma davranışı da gözlenmiştir. Veri toplamada en sık Hemşirelerde Duygusal Emek Davranışı Ölçeği (DEDÖ) kullanılmış, bunun yanı sıra tükenmişlik, iş doyumu, duygusal zekâ, motivasyon, örgütsel bağlılık ve hasta memnuniyeti gibi değişkenleri ölçen diğer ölçekler de yer almıştır. Duygusal emek ile tükenmişlik, iş doyumu, motivasyon, örgütsel bağlılık ve bakım kalitesi arasında anlamlı ilişkiler bulunmuş; yüzeysel rol yapma davranışı tükenmişliği artırırken, derinlemesine ve samimi davranışlar olumlu etkiler sağlamıştır. Demografik ve mesleki değişkenlerin etkisi bazı çalışmalarda sınırlı görülmüştür. Genel olarak, duygusal emek hemşirelik mesleğinde önemli bir rol oynamakta ve bireysel ile mesleki sonuçları etkilemektedir.

Sınırlılıklar

Çalışmalarda belirlenen anahtar kelimeler ve YÖK tez den elde edilen veriler ile sınırlıdır.

KAYNAKLAR

Çalışmaya dahil edilen tezler * ile belirtilmiştir.

Alharbi, J., Jackson, D., & Usher, K. (2023). The impact of emotional labor on nurses' burnout and wellbeing: A systematic review. *International Journal of Nursing Studies, 137*, 104377. https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2022.104377

*Acu, N. (2019). *Hemşirelerin duygusal emek davranışı ve tükenmişlik düzeyinin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi). Okan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Altın, B. (2019). *Çocuk hemşirelerinin duygusal emek davranışları ile çocuk sevme düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Aydın, M. (2023). *Hemşirelerin diğerkâmlık ve merhamet yorgunluk düzeyleri ile duygusal emek davranışları arasındaki ilişki* (Yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Balta Bolu, E. (2022). *Hemşirelerin duygusal emek davranışları ile hasta memnuniyeti arasındaki ilişki* (Yüksek lisans tezi). Adıyaman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Barış Eren, S. (2021). *Hemşirelik lisans programlarında görevli akademisyenlerin duygusal emek düzeyleri ve duygusal emek, iş doyumu ve tükenmişlik arasındaki ilişkinin incelenmesi* (Doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Bilen, Z. (2018). *Zorunlu vatandaşlık davranışı ile duygusal emek arasındaki ilişkinin araştırılması: Hemşireler üzerine bir çalışma* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Budunoğlu, E. (2019). *Hemşirelerin duygusal emek ve tükenmişlik düzeyleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Çalhan, A. (2022). *Cerrahi hemşirelerin duygusal zeka düzeyleri ve profesyonel değerlerinin duygusal emek davranışları üzerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Çidem, H. (2020). *Hemşirelerin maneviyat ve manevi bakım düzeyleri ile duygusal emek davranışları* (Yüksek lisans tezi). Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Değirmenci, A. (2010). *Hemşirelerin duygusal emek davranışı ve etkileyen faktörler* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Değirmenci, A. (2016). *Hemşireler için duygusal emek davranışı ölçeğinin geliştirilmesi* (Doktora tezi). İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Doğan, B. (2021). *Psikodrama uygulamasının psikiyatri hemşirelerinin duygusal emek stratejilerine etkisi* (Doktora tezi). İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Erel, G. (2020). *Yenidoğan yoğun bakım hemşirelerinin duygusal emek düzeylerinin palyatif bakıma yönelik tutumlarına etkisi* (Yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Feng, H., Zhang, M., Li, X., Shen, Y., & Li, X. (2024). The level and outcomes of emotional labor in nurses: A scoping review. *Journal of Nursing Management*, 5317359. https://doi.org/10.1155/2024/5317359

*Galaş, N. (2022). *Duygusal emek ve motivasyon arasındaki ilişki: Hemşireler üzerine bir araştırma* (Yüksek lisans tezi). Avrasya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Gülşen, A. (2017). *Hemşirelerin duygusal emek davranışları ile iş doyumları arasındaki ilişkinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Hamarat Tuncalı, S. (2022). *Hemşirelerin bakım verme sürecinde duygusal emek davranışları ile etik tutumları arasındaki ilişkinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Labrague, L. J., De Los Santos, J. A. A., & Falguera, C. C. (2021). Social and emotional loneliness among nurses during the COVID-19 pandemic: The role of emotional labor and job satisfaction. *Journal of Nursing Management, 29*(7), 1895–1903. https://doi.org/10.1111/jonm.13364

*Malak Akgün, E. (2015). *Hemşireler için duygusal emek davranışı ölçeğinin geliştirilmesi* (Doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Molina-Praena, J., Ramírez-Baena, L., Gómez-Urquiza, J. L., Cañadas, G. R., De la Fuente, E. I., & Cañadas-De la Fuente, G. A. (2020). Emotional labor and burnout in nursing: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(11), 3960. https://doi.org/10.3390/ijerph17113960

*Önem, H. (2018). *Hemşirelerin duygusal emek düzeylerinin iş doyumuna etkisinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Medipol Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Özpelit Kavak, D. (2024). *Hemşirelerin duygusal emek davranışları ile bakımda etik tutumları arasındaki ilişkinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Düzce Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Penekli, S. (2022). *Covid-19 pandemi servislerinde görev alan hemşirelerde duygusal emek, algılanan sosyal destek ve tükenmişlik arasındaki ilişkinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Sonkaya, G. (2018). *Hemşirelerde duygusal emek davranışının incelenmesi: Bir üniversite hastanesi örneği* (Yüksek lisans tezi). Karabük Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Şahin, D. (2019). *Hemşirelerin duygusal emek davranışları ve duygusal zeka düzeyleri* (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Taşdemir, R. (2023). *Deliryumlu hastalara bakım veren yoğun bakım hemşirelerinde deliryumu tanıma, duygusal emek ve tükenmişlik düzeylerinin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Medipol Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Tezcan, F. (2019). *Çocuk kliniğinde çalışan hemşirelerin duygusal emek davranışları ve tükenmişlik düzeyleri* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Medipol Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Toprak, K. (2023). *Hemşirelerin duygusal emek davranışının örgütsel ve mesleki bağlılığına etkisi* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Xu, Y., & Fan, L. (2023). Emotional labor and job satisfaction among nurses: The mediating effect of nurse–patient relationship. *Frontiers in Psychology, 14*, 1094358. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1094358

*Yazar, A. (2024). *Hemşirelerin psikolojik güçlendirme düzeyleri ile duygusal emek davranışları arasındaki ilişkinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Akdeniz Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Yıldız, M. (2019). *Hemşirelerin duygusal emek davranışları ve duygusal emeğe ilişkin görüşlerinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Yılmaz, S. (2016). *Dahili kliniklerde çalışan hemşirelerin tükenmişlik düzeyi ve duygusal emek davranışı ile ilişkisi* (Yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

*Yılmaz, S. (2019). *Hemşirelerde duygusal emek ile psikolojik belirtiler arasındaki ilişki* (Yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

*Yirik, B. (2025). *Profesyonel değerler eğitiminin pediatri hemşirelerinin profesyonel değerler algısı, duygusal emek davranışı ve tükenmişlik düzeyine etkisinin incelenmesi: Randomize kontrollü araştırma* (Yüksek lisans tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

ISBN NR: 978-625-5694-93-5

ISBN NR: 978-625-5694-93-5