AICHEAS
8. ULUSLARARASI SAĞLIK, MÜHENDİSLİK VE UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

1 - 2 Kasım 2026
MUŞ

ACADEMIA

SEMANTIC SCHOLAR

zenodo

OpenAIRE

StrikePlagiarism.com
ORIGINALITY IS A VALUE

ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & JOURNALS
www.akademikongre.org

www.aichss.org

YÜZ YÜZE ve ÇEVRİMİÇİ

AICHEAS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES
November 1 – 2, 2026
MUS

Edited By
PROF. DR. BAŞAK HANEDAN

Issued: 25.11.2026
ISBN: 978-625-8795-68-4

ASSOCIATION & ACADEMIC INCENTIVES :
In the conference 21 papers have been presented by Turkish participants and 30 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.

CONFERENCE ID

AICHEAS 8TH INTERNATIONAL CONGRESS ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

DATE – PLACE

NOVEMBER 1 – 2, 2026

MUS

ORGANIIZATION

ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & JOURNALS

EVALUATION PROCESS

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

PARTICIPATING COUNTRIES

Turkey – Indonesia – Egypt- Malaysia – Nigeria- Japan – Iran - United Arab Emirates- Pakistan – Romania – Bangladesh- Lebanon- Oman – India- Portugal- China – Tunisia- Kenya-

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

HEAD OF CONFERENCE: PROF. DR. BAŞAK HAMEDAN

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. Mehdi Mohammadzadeh - 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

Prof. Dr. Sevinj Seyidova - Azerbaijan State Pedagogical University

Prof. Dr. Mehmet Fırat Baran - Batman Üniversitesi

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. Abdulkadir Aydın - Dicle Üniversitesi

Assoc. Prof. Dody Hartanto -Ahmad Dahlan University

Assoc. Prof. Dr. Rungchacadaporn - Ahmad Dahlan University

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

Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini Heydarlou – Istanbul Okan Üniversitesi

Dr. Dadash Mehravari - Tebriz Universitesi

Dr. Aynurə Əliyeva - Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Dr. Gültekin Gürçay

Dr. Amaneh Manafidizajı

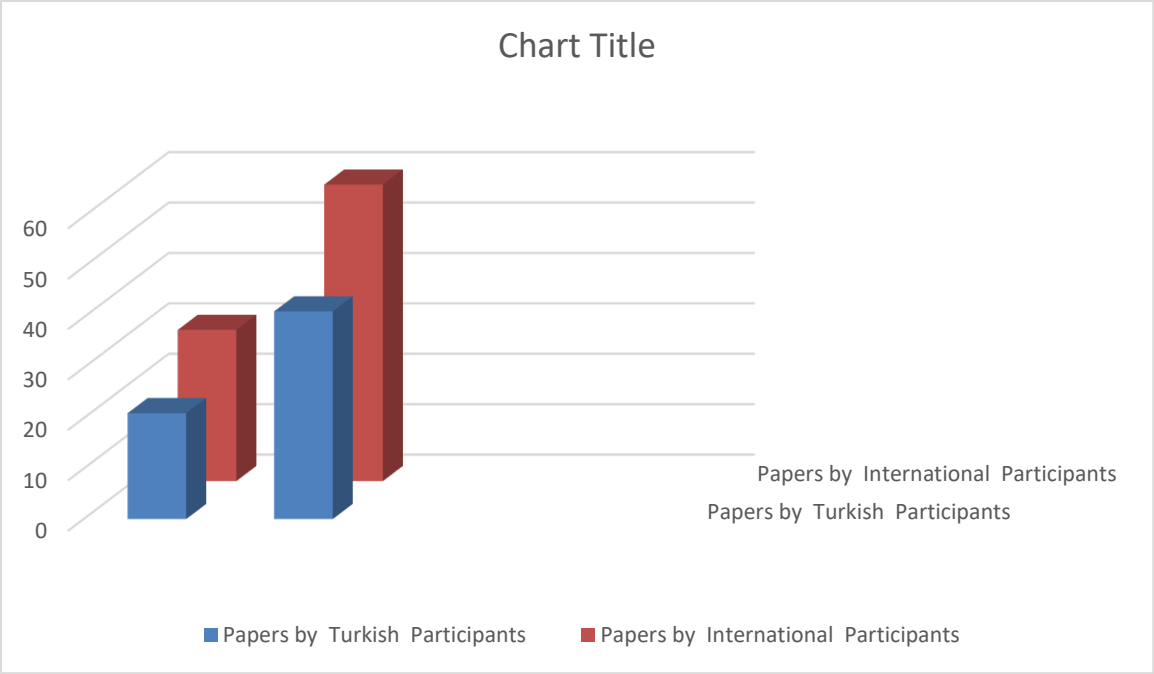
Scientific & Review Committee

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. Sevinj Seyidova – Azerbaijan
Prof. Dr. Al-Rashiff Hamjilani Mastul – Philipinnes
Prof. Dr. Alhisan U. Jemsy – Philippines
Prof. Dr. Eda Bozkurt – Turkiye
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. 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. 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
Assoc. Prof. Dr. Serdar Neslihanoğlu - Turkiye
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. Mehmet Nuri Ödük – Turkiye
Dr. Ayşe Baran - Turkiye
Dr. Dadash Mehravari – Iran
Dr. Aynurə Əliyeva - Azerbaijan
Dr. Sonali Malhotra – India
Dr. Amaneh Manafidizaji - Iran

	Number of paper	*%*
Papers by Turkish Participants	21	41,18
Papers by International Participants (17 Countries)	30	58,82



AICHEAS 8TH INTERNATIONAL CONGRESS ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
NOVEMBER 1 – 2, 2026
MUS

NO : **AC- 8A - 2027. 374M– 3878**
Konu : Akademik Teşvik Uygunluk Belgesi 20/11/2026

İLGİLİ MAKAMA

Academy Global Conferences tarafından düzenlenen **AICHEAS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES** kongresi 1- 2 Kasım 2026 tarihlerinde Gaziantep'te 18 farklı ülkeden akademisyenin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Kongre kapsamında sunulan 51 bildirinin 21'i Türkiye'den, 30'u ise farklı 17 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. Başak Hanedan

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Veteriner Fakültesi Dekanlığı

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

KLİNİK BİLİMLER BÖLÜMÜ BAŞKANLIĞINA

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

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

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr. Yavuz Selim SAĞLAM
Dekan

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

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

AICHSS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES
AICHEAS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES
35TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 1 – 2, 2026
MUS

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,

AICHSS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES November 1 – 2, 2026 MUS Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	**Doç. Dr., Eylem BAYRAKÇI**	1	TECHNOLOGICAL INNOVATION PREPAREDNESS, ORGANIZATIONAL BARRIERS, AND SME HETEROGENEITY IN AN EMERGING MARKETS	Dr. Öğr. Üyesi Serhat ATA Prof. Dr. Abdulvahap BAYDAŞ
		2	TELEVİZYON REKLAMLARININ İKNA GÜCÜ VE TÜKETİCİ SATIN ALMA DAVRANIŞININ BELİRLEYİCİLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	Dr. Öğr. Üyesi Serhat ATA Prof. Dr. Abdulvahap BAYDAŞ
		3	İŞLETMELERDE KARAR YORGUNLUĞU: YÖNETSEL KARARLARIN GÖRÜNMEYEN BİLİŞSEL MALİYETİ	Doç. Dr., Eylem BAYRAKÇI Dr. Öğr. Üyesi, Serpil KÖSE BEKTÖRE
		4	ULUSAL YAZINDA RUHSAL LİDERLİK: TR DİZİN MAKALELERİ ÜZERİNE BİR İÇERİK ANALİZİ	Dr. Öğr. Üyesi, Serpil KÖSE BEKTÖRE Doç. Dr., Eylem BAYRAKÇI
		5	ŞÜPHELİ ALACAK KARŞILIĞI AYRILMASINDA KARŞILAŞILAN SORUNLARIN İNCELENMESİ	Prof. Dr., Fatih SARAÇOĞLU Doktora Öğrencisi, Tugay MANAV
		6	BÜYÜKŞEHİR BELEDİYELERİNDE FAALİYET GÖSTEREN BASİT USULE TABİ MÜKELLEFLERDEN GERÇEK USUL KAPSAMINA ALINANLARIN TABİ OLACAĞI YÜKÜMLÜLÜKLERİN İNCELENMESİ	Prof. Dr., Fatih SARAÇOĞLU Doktora Öğrencisi, Tugay MANAV
		7	AN ANALYSIS OF REPUTATION MANAGEMENT IN THE CONTEXT OF THE THEORY OF CRISIS COMMUNICATION: THE CASE OF TORKU	Dr. Öğr. Üyesi, MEVLÜDE CANAN CAN
		8	AN EVALUATION OF GASTRONOMIC EVENTS FROM A PUBLIC RELATIONS PERSPECTIVE: THE CASE OF THE EASTERN BLACK SEA REGION	Dr. Öğr. Üyesi, MEVLÜDE CANAN CAN

AICHSS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES November 1 – 2, 2026 MUS Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	**Öğr. Grv. Dr. NİLDA HOCAOĞLU**	1	EĞİTİM BİLİMLERİ ALANINDA YAPAY ZEKÂ ARAŞTIRMALARININ SİSTEMATİK ANALİZİ: WEB OF SCIENCE VERİLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME (2018–2025)	Öğr. Grv. Dr. NİLDA HOCAOĞLU
		2	SOCIETAL, COGNITIVE, AND ETHICAL RISKS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A THEORETICAL ASSESSMENT OF THE DARK SIDE OF DIGITALIZATION	Öğr. Gör. Şükrü GÜVEN
		3	PEDAGOGICAL APPLICATIONS AND ETHICAL BOUNDARIES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE İN EARLY CHILDHOOD LEARNING DESIGNS	Öğr. Gör. Şükrü GÜVEN
		4	ŞEBNEM İŞİGÜZEL'İN İSTANBULLU AMAZONLAR 1809 ROMANINA EKOFEMİNİST BİR OKUMA	Funda ÇETİN YAVUZ Doç. Dr. Didem ARDALI BÜYÜKARMAN
		5	FODLACI-ZÂDE AHMED RÂSİM'İN GAYR-I MATBU DÎVÂN'I ÜZERİNE	Dr. Öğr. Üyesi Giyasi BABAARSLAN
		6	FROM THE SCREEN TO TECHNOLOGY: A GOOD PRACTICE EXAMPLE OF RAISING NATIONAL TECHNOLOGY AWARENESS THROUGH HACIVAT-KARAGÖZ SHADOW THEATRE	Öğr. Gör. Nurhan AKBULUT

AICHSS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES November 1 – 2, 2026 MUS Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	**Prof. Dr. ERKAN POLAT**	1	REFLECTIONS OF THE ANTHROPOCENE–URBANOCENE INTERACTION ON CITIES: CLIMATE CHAOS, ECOLOGICAL RISKS AND PATHWAYS OF TRANSFORMATION	Prof. Dr. ERKAN POLAT
		2	TRANSFORMATION AND CHANGE PROCESSES IN CITIES TOWARDS 2050 AND THE CONSEQUENCES OF THE URBANOCENE	Prof. Dr. ERKAN POLAT
		3	KAMU YÖNETİMİNDE İDARİ VESAYET DENETİMİ: YARGISAL SINIRLAR VE YEREL DEMOKRASİ AÇISINDAN ELEŞTİREL BİR DEĞERLENDİRME	Prof. Dr. Ahmet ÖZKİRAZ, Fatih Burak GÖKSU
		4	ULUSLARARASI İLİŞKİLERDE ENERJİ GÜVENLİĞİ, ASİMETRİK BAĞIMLILIK VE BİR ALTERNATİF OLARAK ENERJİ KOOPERATİFLERİ	Rahime GÖRENLİ Dr. Öğr. Üyesi Yusuf Mehmet AKAY
		5	NATO 3.0: İTTİFAKIN DÖNÜŞÜMÜ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME	Dr. Öğr. Üyesi Yusuf Mehmet AKAY

AICHSS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES November 1 – 2, 2026 MUS Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	**Dr. Öğr. Üyesi Ahmet USANMAZ**	1	PSYCHOSOCIAL RESILIENCE IN EARLY CHILDHOOD AFTER DISASTER: THE PROTECTIVE ROLE OF MOTHER-CHILD ATTACHMENT	Master's Student, HATİCE KESKİN Assistant Professor, GAMZE YÜKSEL
		2	GÖRÜNMEYEN GENÇLİK: ALGORİTMİK TOPLUMDA NEET OLMANIN SOSYOLOJİSİ	Dr. Öğr. Üyesi Ahmet USANMAZ Dr. Öğr. Üyesi Recep BOZKURT Dr. Öğr. Üyesi Resul DURAN Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin DOĞAN
		3	YAŞLILARDA MADDE BAĞIMLILIĞI: RİSK FAKTÖRLERİ VE ÖNLEYİCİ MÜDAHALELER	Dr. Öğr. Üyesi Recep BOZKURT Dr. Öğr. Üyesi Ahmet USANMAZ Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin DOĞAN Dr. Öğr. Üyesi Resul DURAN
		4	WHO ARE THE TRUE BARBARIANS? THE CONCEPT OF BARBARISM IN R. G. COLLINGWOOD AND HIS ASSESSMENTS OF THE ALBIGENSIANS AND CATHARS	Prof. Dr. Ramazan ADIBELLİ
		5	THE SACRALIZATION OF POLITICAL LEADERSHIP: AN EXAMINATION OF DONALD TRUMP'S AI-GENERATED CHRIST-LIKE IMAGE	Prof. Dr. Ramazan ADIBELLİ

AICHEAS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES November 1 – 2, 2026 MUS Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	**Dr. Farshad Zandavi**	1	DECODING COGNITIVE PATHWAYS: EXPLORING THE INTRINSIC PROBLEM-SOLVING MECHANICS OF THE HUMAN MIND	Dr. Leila Niyazi
		2	UTOMATED GENERATION OF SCREEN-RECORDED VIDEOS: AN ALGORITHMIC FRAMEWORK FOR DIGITAL CONTENT CREATION	Dr. Farshad Zandavi
		3	ONTOLOGICAL FRAMEWORKS FOR INTELLIGENT MUSIC EDUCATION SYSTEMS: ENHANCING KNOWLEDGE REPRESENTATION AND UTILIZATION	Prof. Dr. Andreas Papadakis, Dr. Nikolaos Chatzis
		4	ENHANCING ENGINEERING EDUCATION IN LABORATORIES USING ACTIVE LEARNING: A COMPREHENSIVE APPROACH FOR STUDENT SKILL DEVELOPMENT	Jun Li, Ying Zhang, Hui Chen
		5	AUTONOMOUS AGENT LEARNING THROUGH CONSTRUCTIVIST PRINCIPLES: A SEQUENTIAL BOTTOM-UP LEARNING FRAMEWORK AND TOOL (CON-LEARN)	Carlos Hernández, Martín López, Sofía Márquez
		6	REVOLUTIONIZING MANUFACTURING LINES WITH DEEP LEARNING: A NEW ERA IN PRODUCT IDENTIFICATION	Assoc. Prof. Dr. Amina Bouzid
		7	ASSESSING THE ECONOMIC IMPACT OF ARTS AND EDUCATION PROGRAMS IN PUBLIC UNIVERSITIES OF KWARA STATE, NIGERIA: A HUMAN CAPITAL APPROACH	Adetunji Ayodele
		8		

AICHEAS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES November 1 – 2, 2026 MUS Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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. Kyoko Tominaga**	1	COPYRIGHT SYSTEMS MODELS: STRIKING A BALANCE BETWEEN RIGHTS, INNOVATION, AND ACCESS	O. N. Ivanov
		2	MODERN CHALLENGES IN RUSSIAN SPORTS LAW	Dr. Ivanov Dmitry
		3	ENHANCING THE MODERNIZATION OF THE EUROPEAN COMPETITION NETWORK (ECN)	Dr. Anna Kowalska
		4	WOMEN'S RIGHTS AND CULTURAL AUTONOMY: CHALLENGES IN BALANCING CULTURAL ACCOMMODATION	Assist. Prof. Dr. Ayesha Siddiqui
		5	SOCIAL MOVEMENTS AND THE DIFFUSION OF TACTICS AND REPERTOIRES: ACTIVISTS' NETWORK IN ANTI-GLOBALISM MOVEMENT	Assoc. Prof. Kyoko Tominaga
		6	DISCRIMINATION IN CIVIL SERVICE HIRING: A THREAT TO MERITOCRATIC PRINCIPLES	Wang Hui, Zhang Ming
		7	DEPENDENCY THEORY AND THE UNITED STATES-MIDDLE EAST RELATIONSHIP: A CASE STUDY OF IRAN, SAUDI ARABIA, AND TURKEY	Assoc. Prof. Dr. Mahmoud El-Badawi
		8	SELECTION CRITERIA FOR NATIONAL TEAMS: THEORY AND APPLICATION	Ivan Petrov

AICHEAS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES November 1 – 2, 2026 MUS Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	**Assoc. Prof. Dr. Jihoon Park**	1	THE DESIGN INFLUENCED BY THE ARCHITECTURAL AESTHETICS OF PHRA MAHA CHEDI AT WAT ARUN DURING THE RATTANAKOSIN ERA	Assoc. Prof. Dr. Kritchai Thammasan
		2	COMPARATIVE ANALYSIS OF RELIGIOUS FESTIVAL COSTUMES IN ASEAN COUNTRIES	Somchai Rattanakosin
		3	LOAN GUARANTEE SCHEMES: PUBLIC AND PRIVATE CASE STUDIES	Assoc. Prof. Dr. Simeon Petrov Maciej Kowalski
		4	THE USE OF RHIZOPHORA WOOD IN DESIGNING WALKING STICKS FOR SENIORS	Sanjay Verma Priya Reddy
		5	RHIZOPHORA CHARCOAL: AN ECO-FRIENDLY ALTERNATIVE FOR INNOVATIVE DESIGN APPLICATIONS	Nattawut Srisuk, Thanapong Phattharathit, Kritsana Suwanpichai
		6	FABRIC PRINTING DESIGN: INFLUENCES FROM KOREAN TRADITIONAL ART	Assoc. Prof. Dr. Jihoon Park
		7	"REVEALING THE ECOLOGICAL SPIRIT OF MUEANG THROUGH ENGLISH MATERIALS"	Dr. Nattapong Srisuk Assoc. Prof. Phatchara Chaiwut
		8		

AICHEAS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES November 1 – 2, 2026 MUS Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	**Assoc. Prof. Tereza Dolečková**	1	THE IMPACT OF ECONOMIC FACTORS ON NATIONAL INVESTMENT	Omar El-Mansouri Fatima Al-Hassan
		2	ASSESSMENT OF THE IMPACT OF RURAL WOMEN'S PARTICIPATION IN SUSTAINABLE WATER SUPPLY IN MALI	Fatoumata Sissoko, Aissatou Diakité, Mariam Coulibaly
		3	INTERNAL CONFLICT AND ARMED GROUPS: AN EXAMINATION OF THE ALGERIAN CONTEXT	Dr. Karim Benali, Dr. Nadia Belkacem
		4	LEADERSHIP STRATEGIES IN ADDRESSING EMPLOYEES' COUNTERPRODUCTIVE BEHAVIOR IN THE WORKPLACE	Ahmed Hassan, Sara El-Masry
		5	FINANCIAL STATEMENT FRAUD: THE NEED FOR A PARADIGM SHIFT TO FORENSIC ACCOUNTING	Ifedapo Francis Awolowo
		6	CUSTOMER ADOPTION AND ATTITUDES IN MOBILE BANKING IN SRI LANKA	Dr. Prasansha Kumari
		7	SERVICE EVALUATION OF MILITARY PERSONNEL IN THE ARMY OF POLAND IN RELATION TO BUDGETARY ALLOCATIONS	Assoc. Prof. Karolina Nowak Dr. Andrzej Kowalski
		8	PECULIARITIES OF IMPLEMENTATION OF BRANDING PRINCIPLES	Dr. Leila Kadir, Dr. Arif Turaev,
		9	MARKET SEGMENTATION AND CONJOINT ANALYSIS FOR APPLE FAMILY DESIGN	Dr. Ali Karimzadeh Dr. Fatima Zahra

AICHEAS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES November 1 – 2, 2026 MUS Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	**Assis. Prof. Saowapa Phaithayawat**	1	A SIMILAR APPROACH: TO EMBRACE CLOUD COMPUTING OR STAY TRADITIONAL	Sofia Petrova Ivan Dimitrov
		2	THE IMPACT OF ZHOU ENLAI ON CHINA'S DIPLOMATIC STRATEGIES	Ibrahim C. Yildirim, Ayesha S. Kazmi, Qiang Z. Li
		3	FINGERPRINTS ON BALLISTIC MATERIALS AFTER GUNSHOT IMPACT	Somchai Phongtharuk Apinya Rattanawong
		4	THE EVOLUTION OF DIGITAL LEARNING PLATFORMS IN EDUCATIONAL INTEGRATION	Tanapat Kittipong Somchai Preechawong Apichart Phimphiwat
		5	DISCLOSURE IN THE SOCIAL SPHERE TO REDUCE CONFLICTS BETWEEN CITIZENS AND GOVERNMENTS: A STUDY OF THE MAHAKAN FORTRESS, BANGKOK	Dr. Nattapong Somwong Assoc. Prof. Kritsada Kittiwong
		6	THE POTENTIAL OF DIGITAL TOOLS IN JUNIOR SCHOOL ART LESSONS TO ENHANCE ARTISTIC ABILITY USING TAMAZIGHT FONTS	Dr. Khaled Ben Ali Prof. Amina El-Mansouri
		7	THE CREATIVE DESIGN OF CHILDREN'S PICTURE BOOKS INSPIRED BY AMPHAWA FIREFLIES LEGENDS	Dr. Somchai Rattanapong Prof. Ananya Chansiri Dr. Preecha Jirakosol
		8		

AICHSS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES November 1 – 2, 2026 MUS Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	**Dr. Öğr. Üyesi, Çiğdem YERLİ**	1	TOURISM EXPERIENCE THROUGH THE PLANT DIVERSITY AND ROUTES OF THE KAZ MOUNTAINS	Prof. Dr., Sabriye ÇELİK UĞUZ Master of Science, Batuhan BERBEROĞLU
		2	ANALYSIS OF THE HERITAGE ASSETS AND CURRENT TOURISM STRUCTURE OF TRABZON PROVINCE	Master of Science, Batuhan BERBEROĞLU Prof. Dr., Sabriye ÇELİK UĞUZ
		3	FROM OIL RENTS TO TOURISM? A DESCRIPTIVE ANALYSIS OF ECONOMIC DIVERSIFICATION, HAJJ AND TOURISM EXPANSION IN SAUDI ARABIA (1995–2025)	Dr. Öğretim Üyesi Mehmet Akif PEÇE Dr. Emrah USTUNDAĞ
		4	TIME-FREQUENCY LINKAGES AMONG INFLATION, THE EXCHANGE RATE, OIL PRICES, THE POLICY RATE AND OUTPUT IN TÜRKIYE DURING GEOPOLITICAL SHOCKS: A WAVELET COHERENCE ANALYSIS	Dr. Öğretim Üyesi Mehmet Akif PEÇE Dr. Emrah USTUNDAĞ
		5	BORSA İSTANBUL'DA TEKNİK ANALİZE DAYALI ALIM-SATIM STRATEJİLERİNİN PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ	Dr. Öğr. Üyesi, Çiğdem YERLİ
		6	GREEN FINANCE: CHALLENGES, RISKS AND IMPLEMENTATION	Assist. Prof. Dr., Çiğdem YERLİ

No:

AICHEAS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES November 1 – 2, 2026 MUS Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	**Doç. Dr. KADER ŞAHİN**	1	PELVIC FLOOR DYSFUNCTION IN WOMEN SURVIVING BREAST AND GYNECOLOGICAL CANCERS: CURRENT REHABILITATION APPROACHES AND CLINICAL OUTCOMES	Dr. Öğr. Üyesi Hüsniye Merve DEMİRER Öğr. Gör. Dr. Hande Besna GÖÇEN Arş. Gör. İremnur GÜNHAN Dr. Öğr. Üyesi Suzan AYDIN
		2	ÇOCUKLUK ÇAĞI EPİLEPSİSİNDE NÖBET İLK YARDIMININ AİLE VE OKUL ARASINDA SÜREKLİLİĞİ: YAZILI EYLEM PLANLARI VE DİJİTAL SAĞLIK BİLGİSİNİN GÜVENLİĞİ	Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ali AKDEMİR Arş. Gör. Behlül OKUŞLUK
		3	PEDİATRİ HEMŞİRELİĞİ AÇISINDAN AKRAN ZORBALIĞI	Yüksek lisans Öğrencisi Merve Selenay KAŞ Prof. Dr. Ayşe Sonay TÜRKMEN
		4	SİBERKONDRİ AİLELERİN AŞILARA YÖNELİK TUTUMLARINI ETKİLER Mİ? LİTERATÜR İNCELEMESİ	Yüksek lisans Öğrencisi Merve Selenay KAŞ Prof. Dr. Ayşe Sonay TÜRKMEN
		5	ALLODAT: COMPUTATIONAL MAPPING OF PUTATIVE ALLOSTERIC POCKETS IN THE DOPAMINE TRANSPORTER AND PRELIMINARY STRUCTURE-BASED LIGAND SCREENING	Doç. Dr. KADER ŞAHİN
		6	THE EFFECT OF INDIRUBIN ON THE INFLAMMATORY RESPONSE IN LIPOPOLYSACCHARIDE-INDUCED HUMAN PERIODONTAL LIGAMENT-DERIVED MESENCHYMAL STEM CELLS	Pari GULIYEVA Dr. Ogr. Uyesi Onur UYSAL Uzm. Merve Nur SOYKAN Ogr. Gor. Tayfun ŞENGEL Dr. Ogr. Uyesi Sibel GUNES BAGIS Prof. Dr. Ayla EKER SARIBOYACI

AICHEAS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES November 1 – 2, 2026 MUS Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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. Arzu ULVİ**	1	YAPAY ZEKA DESTEKLİ FOTOĞRAF ANALİZİ İLE ELEKTRİK PANOSU ÇALIŞMALARINDA RİSK DEĞERLENDİRMESİ: 5×5 L TİPİ MATRİS, FİNE-KİNNEY, FMEA ve HRN YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI	Öğr. Gör. BORA ÜREDEN Öğr. Gör. HATİCE ÇORAPLI
		2	THE EFFECT OF MACHINE TRANSLATION ON SENTIMENT ANALYSIS OF TURKISH AND ENGLISH TEXTUAL REVIEWS AND A COMPARISON OF PRE-TRAINED LANGUAGE MODELS	Dr. Öğr. Üyesi ALİ FATİH GÜNDÜZ HAKAN KAVURGA
		3	COMPARATIVE EVALUATION OF UNSUPERVISED ANOMALY DETECTION METHODS FOR CREDIT CARD FRAUD DETECTION UNDER SEVERE CLASS IMBALANCE	HAKAN KAVURGA Dr. Öğr. Üyesi ALİ FATİH GÜNDÜZ
		4	IMPACT OF LABEL SMOOTHING ON DEEP LEARNING PERFORMANCE IN BLOOD CELL IMAGE CLASSIFICATION	Asst. Prof. Dr. Ismail Irmakci
		5	COMPARATIVE ANALYSIS OF OPTIMIZATION ALGORITHMS FOR SKIN LESION CLASSIFICATION USING DEEP LEARNING	Asst. Prof. Dr. Ismail Irmakci
		6	KİRLETİCİLERİN MİKROPLASTİKLERE ADSORPSİYONUNDA ÇEVRESEL FAKTÖRLERİN ROLÜ	Doç. Dr. Arzu ULVİ Prof. Dr. Senar AYDIN Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN
		7	KENTSEL ATIKSUDA ANTİHİSTAMİNLER VE ÇEVRESEL RİSKLERİ	Doç. Dr. Arzu ULVİ Prof. Dr. Senar AYDIN Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN

AICHEAS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES November 1 – 2, 2026 MUS Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	**Attila AYDEMİR**	1	ANALYTICAL AND TECHNICAL FEASIBILITY MODEL FOR CLOSED-LOOP COAXIAL CONVERSION TO GENERATE GEOTHERMAL ENERGY FROM ABANDONED OIL WELLS: AN ASSESSMENT FOCUSED ON THE BATMAN REGION	Betül İNCE Mustafa Zeyad ALRUBAYE Mustafa Gökhan ÇELİK Attila AYDEMİR Deniz AYDEMİR
		2	PRELIMINARY ASSESSMENT OF THE CO2 STORAGE POTENTIAL OF THE KARAÇALI-YULAFLI FIELD IN THE THRACE BASIN: A COMPARISON WITH THE SLEIPNER FIELD (NORTH SEA)	Beril İpek KIYAK Attila AYDEMİR Deniz AYDEMİR
		3	KINEMATIC ANALYSIS AND SIMULATION OF A ROBOTIC ARM FOR MILKING UNIT POSITIONING IN AUTONOMOUS MILKING SYSTEMS	MSc Student Rüştü ŞAMLI Prof. Dr. Özgür BAŞER
		4	SAVUNMA SANAYİNDE MÜHİMMAT SINIFLANDIRMA SİSTEMİNİN İNCELENMESİ	Mustafa BOZDEMİR
		5	MÜHİMMAT SİSTEMLERİ İÇİN YAŞAM DÖNGÜSÜ YÖNETİMİ	Mustafa BOZDEMİR
		6	DÖKÜMHANEDEKİ YAŞ KUM HAZIRLAMA SÜRECİNİN GERÇEK ZAMANLI TAKİBİ VE VERİYE DAYALI ÖNERİ ALGORİTMALARI	Yüksek Lisans Öğrencisi, NATIG HAJIZADA
		7	FINDIK TÜRLERİNDEN ENDOFİTİK FUNGUSLARIN İZOLASYONU VE TAKSOL ÜRETİM POTANSİYELLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	AYLİN ÖZTÜRK
		8	INVESTIGATION OF Cr(VI) REMOVAL FROM AQUEOUS SOLUTIONS USING A COPPER OXYSULFIDE-VERMICULITE COMPOSITE	Duygu KESKİN Assoc. Prof. Dr. Nilüfer ÜLGÜDÜR Prof. Dr. Emine MALKOÇ

AICHEAS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES November 1 – 2, 2026 MUS Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	**Lukas Novotny**	1	LOCATION-BASED INTELLIGENCE: A NEW FRONTIER IN BUSINESS INTELLIGENCE	Lukas Novotny
		2	STRATEGIC MARKETING THROUGH COMPUTATIONAL MODELS: HYBRID APPROACH	Tomislav Horvat, Petra Kralj
		3	EMPIRICAL STUDY ON BUSINESS AND IT VALUE IN JAPANESE ENTERPRISES: BPR ANALYSIS	Yuki Takahashi, Aiko Sato
		4	IMPROVING MAXIMUM POWER POINT TRACKING FOR SOLAR ENERGY SYSTEMS USING ESTIMATED POWER VALUES	Ayesha Bakar, Faris Al-Karim
		5	EFFECT OF COLLECTOR ASPECT RATIO ON THE THERMAL EFFICIENCY OF WAVY FINNED SOLAR AIR HEATERS	Adnan Karim, Rami Boudali
		6	THERMAL SCALE-UP SIMILITUDE FOR MULTIPHASE REACTORS IN THE CU-CL HYDROGEN PRODUCTION CYCLE	Mohammed Nabil, Samira Khalil
		7	ENHANCING THE THERMAL PERFORMANCE OF LATENT HEAT STORAGE SYSTEMS FOR SOLAR ENERGY APPLICATIONS	Omar H. Zaid, Khalid Al-Tahhan
		8	TECHNICAL ANALYSIS OF COMBINED SOLAR WATER HEATING SYSTEMS FOR COLD CLIMATES	Laila Zekri, Hassan Nasr

AICHEAS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES November 1 – 2, 2026 MUS Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	**Yoshiko Tanaka**	1	MEASURING BUSINESS AND INFORMATION TECHNOLOGY VALUE IN BPR: AN EMPIRICAL STUDY IN THE JAPANESE ENTERPRISES	Michiko Miyamoto, Shuhei Kudo, Kayo Iizuka
		2	PREDICTING REINFORCEMENT IN CONCRETE BEAMS USING ADVANCED MACHINE LEARNING MODELS	Zhang Wei, Li Jun, Xu Fang
		3	REVITALIZING PUBLIC TRANSPORTATION IN YOGYAKARTA, INDONESIA: A COMPREHENSIVE STUDY	Siti Aisyah, Rahman Syukri, Budi Santoso
		4	ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN MANUFACTURING: A SYSTEMS-BASED APPROACH FOR SMEs	Miguel Torres, João Pereira, Pedro Silva
		5	DRIVING BUSINESS TRANSFORMATION THROUGH SERVICES COMPUTING IN THE DIGITAL AGE	Amit Rao, Rajesh Gupta
		6	DESIGNING A MODEL FOR ENTERPRISE PERFORMANCE IN INFORMATION SYSTEMS IMPLEMENTATION	Khalid Al-Hassan, Noura Al-Saadi
		7	DEVELOPING FLEXIBLE BUSINESS PROCESS MODELS FOR RAPID ADAPTATION	Farah Al-Fassi, Nour Chabib
		8		

AICHEAS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES November 1 – 2, 2026 MUS Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	**Elena Dumitrescu,**	1	ENHANCING COMPOSITE MATERIAL STRENGTH THROUGH NANOPARTICLE MODIFICATION: A REVIEW OF RECENT ADVANCES	Dr. Adnan Riaz, Dr. Talha Kamran
		2	EFFECT OF TRICHODINIASIS ON HISTOLOGICAL AND GROWTH PARAMETERS IN RAINBOW TROUT FARMING	Dr. Munir Hossain, Dr. Ahmed M. Rahman
		3	LEAD POISONING EFFECTS ON BEHAVIOR AND LEARNING CAPACITY IN RATS: AN EXPERIMENTAL STUDY	Dr. Khaled Hassan, Dr. Sara M. Farouk
		4	IMPACT OF COPPER AND ZINC DEFICIENCY ON DAIRY COW MILK YIELD IN NORTHEASTERN ROMANIA	Elena Dumitrescu, Mihai Neagu, Gabriela Ionescu
		5	AVIAN IMMUNE RESPONSE TO TUBERCULIN, TETANUS IMMUNOGLOBULIN, AND DPT VACCINE MITOGENS IN BROILER CHICKENS	Hassan Ali, Fatima Razaq, Kamran Shah
		6	TIMING OF COLOSTRUM CONSUMPTION AND IMMUNOGLOBULIN ABSORPTION IN NEWBORN CAMEL CALVES: IMPLICATIONS FOR CORTISOL AND THYROXIN LEVELS	Mohammed Al-Sahli, Rami Ghabash, Sara Ben Zayed
		7	EFFECT OF GOAT MILK FRACTIONS ON SERUM IgE RESPONSE AND LEUKOCYTE COUNT IN DINITROCHLOROBENZENE-SENSITIZED RATS	Rina Suryani, Taufik Darmawan, Indah Sulastri
		8	EMBRYO TRANSFER IN FARM ANIMALS: CURRENT PRACTICES AND FUTURE PROSPECTS	Yulia Sari, Arihanta Wibowo, Lutfiah Pramesti
		9	IMPACT OF OLIVE OIL SUPPLEMENTATION ON SEMEN QUALITY AND STORAGE STABILITY IN MALE CHICKENS	Sami B. Al-Kadhim, Layla R. Abdul-Sahib, Taha J. Al-Hassani

AICHEAS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES November 1 – 2, 2026 MUS Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	**Siti Nurul A. Rahman**	1	EFFECT OF RAW FIBER SUPPLEMENTATION ON THE GROWTH PERFORMANCE AND BLOOD PROFILE OF SUCKLING HOLSTEIN CALVES	Ali M. Jafari, Marjan S. Moradi, Hamid R. Ghaffari
		2	EFFECTS OF PROBIOTICS ON SUCRASE ACTIVITY IN THE SMALL INTESTINE OF BROILER CHICKS	Morteza S. Khorami, Mehrdad J. Rostami
		3	SPERM PRODUCTION AND RESERVES IN SOKOTO RED (MARADI) GOATS IN A TROPICAL ENVIRONMENT	Zainab A. Sani, Yusra K. Bashir
		4	SVM-BASED EVOLUTIONARY METHODS FOR GENE SELECTION IN MICROARRAY DATA CLASSIFICATION	Rajendra S. Banerjee, Yoshiki T. Matsuda
		5	EFFECT OF PLANT-BASED OIL MIXTURES ON BEETLES INFESTING AFRICAN CATFISH	Ahmed T. Bello
		6	IMMUNOLOGICAL ROLE OF VIBRIO ALGINOLYTICUS ADHESIN IN GROUPER IMMUNE RESPONSE	Siti Nurul A. Rahman
		7	ENZYME CHARACTERIZATION OF PHYTASE PRODUCED BY ENDOPHYTIC FUNGI	Faisal H. Ali, Hanan F. Zaki
		8	SOMATIC EMBRYOGENESIS IN SCAVOELA AEMULA FOR PLANT PROPAGATION	Vera S. Hartono, Lestari J. Sumadi

AICHEAS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HUMANITY and SOCIAL SCIENCES November 1 – 2, 2026 MUS Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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. Najwa Alsayed Omar**	1	WEB CONTENT EXAMINATION OF THE MAJOR TOURIST DESTINATIONS IN ITALY: EVALUATION BY FRENCH TRAVELERS	Dr. Marc Dupont, Elena Bellini
		2	DISABILITY VARIETY MANAGEMENT: A CASE STUDY OF THE BANKING SECTOR IN QATAR	Assoc. Prof. Dr. Laila Al-Thani
		3	ITALIC HANDWRITING IN THE DIGITAL AGE	Michel Lefevre
		4	THE IMPACT OF PARENTAL ENGAGEMENT IN THE DEVELOPMENT OF PRESCHOOL CHILDREN WITH DISABILITIES	Dr. Zhang Wei
		5	THE SIGNIFICANCE OF CONCERNS FOR THE YOUTH IN VOTER DECISION-MAKING: A CASE STUDY AMONG UNIVERSITY STUDENTS IN INDONESIA	Assoc. Prof. Dr. Ayu Pratiwi
		6	THE USE OF ENGLISH IN JAPANESE TRAVEL LITERATURE	Dr. Taro Sato
		7	EXAMINING THE UTILIZATION OF ONLINE METACOGNITIVE READING STRATEGIES BY POSTGRADUATE EFL STUDENTS IN EGYPT	Dr. Omar Sherif Mohamed Youssef
		8		

ISBN : 978-625-8795-68-4

Contents

MEME VE JİNEKOLOJİK KANSERLERDEN SAĞ KALAN KADINLARDA PELVİK TABAN DİSFONKSİYONU: GÜNCEL REHABİLİTASYON YAKLAŞIMLARI VE KLİNİK SONUÇLAR 1

SİBERKONDRİ AİLELERİN AŞILARA YÖNELİK TUTUMLARINI ETKİLER Mİ? LİTERATÜR İNCELEMESİ 3

PEDİATRİ HEMŞİRELİĞİ AÇISINDAN AKRAN ZORBALIĞI 8

ÇOCUKLUK ÇAĞI EPİLEPSİSİNDE NÖBET İLK YARDIMININ AİLE VE OKUL ARASINDA SÜREKLİLİĞİ: YAZILI EYLEM PLANLARI VE DİJİTAL SAĞLIK BİLGİSİNİN GÜVENLİĞİ 18

ALLODAT: COMPUTATIONAL MAPPING OF PUTATIVE ALLOSTERIC POCKETS IN THE DOPAMINE TRANSPORTER AND PRELIMINARY STRUCTURE-BASED LIGAND SCREENING 19

İNDİRUBİNİN LİPOPOLİSAKKARİT İLE İNDÜKLENEN İNSAN PERİODONTAL LİGAMENT KAYNAKLI MEZENKİMAL KÖK HÜCRELERİNDE İNFLAMATUVAR YANIT ÜZERİNE ETKİSİ 26

THE EFFECT OF INDIRUBIN ON THE INFLAMMATORY RESPONSE IN LIPOPOLYSACCHARIDE-INDUCED HUMAN PERIODONTAL LIGAMENT-DERIVED MESENCHYMAL STEM CELLS 28

YAPAY ZEKA DESTEKLİ FOTOĞRAF ANALİZİ İLE ELEKTRİK PANOSU ÇALIŞMALARINDA RİSK DEĞERLENDİRMESİ: 5×5 L TİPİ MATRİS, FİNE-KİNNEY, FMEA ve HRN YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI 30

AŞIRI SINIF DENGESİZLİĞİ ALTINDA KREDİ KARTI SAHTECİLİĞİ TESPİTİ İÇİN GÖZETİMSİZ ANOMALİ TESPİT YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRMESİ 43

TÜRKÇE VE İNGİLİZCE METİNSEL YORUMLARIN DUYGU ANALİZİNDE MAKİNE ÇEVİRİSİ ETKİSİ VE ÖNCEDEN EĞİTİLMİŞ DİL MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI 50

COMPARATIVE ANALYSIS OF OPTIMIZATION ALGORITHMS FOR SKIN LESION CLASSIFICATION USING DEEP LEARNING 58

IMPACT OF LABEL SMOOTHING ON DEEP LEARNING PERFORMANCE IN BLOOD CELL IMAGE CLASSIFICATION 67

KİRLETİCİLERİN MİKROPLASTİKLERE ADSORPSİYONUNDA ÇEVRESEL FAKTÖRLERİN ROLÜ 76

KENTSEL ATIKSUDA ANTİHİSTAMİNLER VE ÇEVRESEL RİSKLERİ 86

PRELIMINARY ASSESSMENT OF THE CO2 STORAGE POTENTIAL OF THE KARAÇALI-YULAFLI FIELD IN THE THRACE BASIN: A COMPARISON WITH THE SLEIPNER FIELD (NORTH SEA) 96

ANALYTICAL AND TECHNICAL FEASIBILITY MODEL FOR CLOSED-LOOP COAXIAL CONVERSION TO GENERATE GEOTHERMAL ENERGY FROM ABANDONED OIL WELLS: AN ASSESSMENT FOCUSED ON THE BATMAN REGION 98

OTONOM SÜT SAĞIM SİSTEMLERİNDE SAĞIM BAŞLIĞI KONUMLANDIRILMASI İÇİN ROBOT KOLUN KİNEMATİK ANALİZİ VE SİMÜLASYONU 100

MÜHİMMAT SİSTEMLERİ İÇİN YAŞAM DÖNGÜSÜ YÖNETİMİ 114

SAVUNMA SANAYİNDE MÜHİMMAT SINIFLANDIRMA SİSTEMİNİN İNCELENMESİ 121

DÖKÜMHANEDEKİ YAŞ KUM HAZIRLAMA SÜRECİNİN GERÇEK ZAMANLI TAKİBİ VE VERİYE DAYALI ÖNERİ ALGORİTMALARI 127

FINDIK TÜRLERİNDEN ENDOFİTİK FUNGUSLARIN İZOLASYONU VE TAKSOL ÜRETİM POTANSİYELLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 128

ISBN : 978-625-8795-68-4

INVESTIGATION OF Cr(VI) REMOVAL FROM AQUEOUS SOLUTIONS USING A COPPER OXYSULFIDE-VERMICULITE COMPOSITE 130

LOCATION-BASED INTELLIGENCE: A NEW FRONTIER IN BUSINESS INTELLIGENCE 140

MEASURING BUSINESS AND INFORMATION TECHNOLOGY VALUE IN BPR: AN EMPIRICAL STUDY IN THE JAPANESE ENTERPRISES 148

PREDICTING REINFORCEMENT IN CONCRETE BEAMS USING ADVANCED MACHINE LEARNING MODELS 149

REVITALIZING PUBLIC TRANSPORTATION IN YOGYAKARTA, INDONESIA: A COMPREHENSIVE STUDY .. 150

ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN MANUFACTURING: A SYSTEMS-BASED APPROACH FOR SMES. 151

DRIVING BUSINESS TRANSFORMATION THROUGH SERVICES COMPUTING IN THE DIGITAL AGE 152

DESIGNING A MODEL FOR ENTERPRISE PERFORMANCE IN INFORMATION SYSTEMS IMPLEMENTATION 153

DEVELOPING FLEXIBLE BUSINESS PROCESS MODELS FOR RAPID ADAPTATION 154

ENHANCING COMPOSITE MATERIAL STRENGTH THROUGH NANOPARTICLE MODIFICATION: A REVIEW OF RECENT ADVANCES 155

EFFECT OF TRICHODINIASIS ON HISTOLOGICAL AND GROWTH PARAMETERS IN RAINBOW TROUT FARMING 156

LEAD POISONING EFFECTS ON BEHAVIOR AND LEARNING CAPACITY IN RATS: AN EXPERIMENTAL STUDY 157

IMPACT OF COPPER AND ZINC DEFICIENCY ON DAIRY COW MILK YIELD IN NORTHEASTERN ROMANIA 158

AVIAN IMMUNE RESPONSE TO TUBERCULIN, TETANUS IMMUNOGLOBULIN, AND DPT VACCINE MITOGENS IN BROILER CHICKENS 159

TIMING OF COLOSTRUM CONSUMPTION AND IMMUNOGLOBULIN ABSORPTION IN NEWBORN CAMEL CALVES: IMPLICATIONS FOR CORTISOL AND THYROXIN LEVELS 160

EFFECT OF GOAT MILK FRACTIONS ON SERUM IGE RESPONSE AND LEUKOCYTE COUNT IN DINITROCHLOROBENZENE-SENSITIZED RATS 161

EMBRYO TRANSFER IN FARM ANIMALS: CURRENT PRACTICES AND FUTURE PROSPECTS 162

EFFECT OF RAW FIBER SUPPLEMENTATION ON THE GROWTH PERFORMANCE AND BLOOD PROFILE OF SUCKLING HOLSTEIN CALVES 163

EFFECTS OF PROBIOTICS ON SUCRASE ACTIVITY IN THE SMALL INTESTINE OF BROILER CHICKS 164

SPERM PRODUCTION AND RESERVES IN SOKOTO RED (MARADI) GOATS IN A TROPICAL ENVIRONMENT 165

SVM-BASED EVOLUTIONARY METHODS FOR GENE SELECTION IN MICROARRAY DATA CLASSIFICATION 166

EFFECT OF PLANT-BASED OIL MIXTURES ON BEETLES INFESTING AFRICAN CATFISH 167

IMMUNOLOGICAL ROLE OF VIBRIO ALGINOLYTICUS ADHESIN IN GROUPER IMMUNE RESPONSE 168

ENZYME CHARACTERIZATION OF PHYTASE PRODUCED BY ENDOPHYTIC FUNGI 169

SOMATIC EMBRYOGENESIS IN SCAVOELA AEMULA FOR PLANT PROPAGATION 170

AICHEAS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES
November 1 – 2, 2026 – MUS
ISBN : 978-625-8795-68-4

MEME VE JİNEKOLOJİK KANSERLERDEN SAĞ KALAN KADINLARDA PELVİK TABAN DİSFONKSİYONU: GÜNCEL REHABİLİTASYON YAKLAŞIMLARI VE KLİNİK SONUÇLAR

Dr. Öğr. Üyesi Hüsniye Merve DEMİRER
İstanbul Gelişim Üniversitesi, hmyilmaz@gelisim.edu.tr - 0000-0003-2999-1461

Öğr. Gör. Dr. Hande Besna GÖÇEN
İstanbul Gelişim Üniversitesi, hbgocen@gelisim.edu.tr - 0000-0002-4208-0366

Arş. Gör. İremnur GÜNHAN
İstanbul Gelişim Üniversitesi, igunhan@gelisim.edu.tr - 0009-0001-5775-5880

Dr. Öğr. Üyesi Suzan AYDIN
İstanbul Gelişim Üniversitesi, suaydin@gelisim.edu.tr - 0000-0002-8470-9425

ÖZET

Dünya genelinde meme kanseri ve jinekolojik kanserler (uterus/endometrium, serviks, over, vulva ve vajina), kadınlar arasında en sık teşhis edilen maligniteler olup her yıl bir milyondan fazla yeni vakadan sorumludur. Meme ve jinekolojik kanserlerin tedavisinde uygulanan radikal cerrahi, radyoterapi, kemoterapi ve endokrin tedaviler; pelvik taban yapılarında nöromüsküler, vasküler ve anatomik hasarlara yol açarak üriner/fekal inkontinans, pelvik organ prolapsusu ve cinsel disfonksiyon gibi pelvik taban disfonksiyonlarına neden olabilmektedir. Kanser tedavisi gören veya tedaviyi tamamlamış kadınlarda pelvik taban semptomları genellikle bir utanç kaynağı olarak algılanmakta, bu durum semptomların klinisyene bildirilmesini ve dolayısıyla erken dönem müdahaleyi engellemektedir. Hastaların yaşam kalitesini ciddi şekilde bozan bu semptomların değerlendirilmesinde, vajinal palpasyonun yanı sıra çeşitli objektif değerlendirme araçları ile kapsamlı eksternal ve internal muayene yöntemleri kullanılmaktadır. Pelvik taban disfonksiyonu yönetiminde pelvik taban kas eğitimi kanıta dayalı birinci basamak tedavidir. Erken dönemde başlatılan rehabilitasyon girişimleri, onkolojik tedavilerin pelvik taban fonksiyonları üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmayı ve tedavi sonrası fonksiyonel iyileşmeyi desteklemeyi amaçlamaktadır. Meme kanseri ve jinekolojik kanser sonrasında görülen çeşitli pelvik taban disfonksiyonu semptomlarının yönetiminde pelvik taban kas eğitiminin biyofeedback, core stabilizasyon egzersizleri, manuel terapi, yoga ve davranışsal tedaviler gibi çeşitli terapötik yaklaşımlarla birleştirildiği multimodal terapiler kas kuvvetini artırmada ve semptomları azaltmada yüksek klinik etkinlik göstermektedir. Sonuç olarak, onkolojik tedavilerin yıkıcı etkilerini önlemek adına tedavi öncesi dönemde (prehabilitasyon) rehabilitasyon süreçlerine başlanmalı; pelvik taban fizyoterapi ve rehabilitasyonu standart onkolojik bakım ve sağkalım takip protokollerine entegre edilmelidir.

ISBN : 978-625-8795-68-4

Anahtar Kelimeler : Meme kanseri, jinekolojik kanserler, pelvik taban rehabilitasyonu, onkolojik rehabilitasyon, pelvik taban disfonksiyonu, pelvik taban kas eğitimi.

PELVIC FLOOR DYSFUNCTION IN WOMEN SURVIVING BREAST AND GYNECOLOGICAL CANCERS: CURRENT REHABILITATION APPROACHES AND CLINICAL OUTCOMES

ABSTRACT

Breast cancer and gynecological cancers (uterus/endometrium, cervix, ovary, vulva, and vagina) are the most frequently diagnosed malignancies among women worldwide and are responsible for more than one million new cases each year. Radical surgery, radiotherapy, chemotherapy, and endocrine therapies applied in the treatment of breast and gynecological cancers may cause neuromuscular, vascular, and anatomical damage to the pelvic floor structures, leading to pelvic floor dysfunctions such as urinary/fecal incontinence, pelvic organ prolapse, and sexual dysfunction. In women undergoing cancer treatment or who have completed treatment, pelvic floor symptoms are generally perceived as a source of embarrassment, which prevents the symptoms from being reported to the clinician and consequently prevents early intervention. In the evaluation of these symptoms, which seriously impair patients' quality of life, comprehensive external and internal examination methods with various objective assessment tools are used alongside vaginal palpation. Pelvic floor muscle training is an evidence-based first-line treatment in the management of pelvic floor dysfunction. Rehabilitation interventions initiated in the early period aim to reduce the negative effects of oncological treatments on pelvic floor functions and to support functional recovery after treatment. In the management of various pelvic floor dysfunction symptoms observed after breast cancer and gynecological cancer, multimodal therapies in which pelvic floor muscle training is combined with various therapeutic approaches such as biofeedback, core stabilization exercises, manual therapy, yoga, and behavioral therapies demonstrate high clinical efficacy in increasing muscle strength and reducing symptoms. Consequently, rehabilitation processes should be initiated in the pre-treatment period (prehabilitation) in order to prevent the devastating effects of oncological treatments; pelvic floor physiotherapy and rehabilitation should be integrated into standard oncological care and survivorship follow-up protocols.

Keywords: Breast cancer, gynecological cancers, pelvic floor rehabilitation, oncological rehabilitation, pelvic floor dysfunction, pelvic floor muscle training.

ISBN : 978-625-8795-68-4

SİBERKONDRİ AİLELERİN AŞILARA YÖNELİK TUTUMLARINI ETKİLER Mİ? LİTERATÜR İNCELEMESİ

Yüksek lisans Öğrencisi Merve Selenay KAŞ1

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, selenaykas80@gmail.com, 0009-0006-6597-510X

Prof. Dr. Ayşe Sonay TÜRKMEN

2Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, asonaykurt@gmail.com, 0000-0002-3716-3255

ÖZET

İçinde bulunulan dijital çağda meydana gelen teknolojik gelişmeler yaşamın her alanını değiştirdiği gibi bireylerin sağlık bilgilerini elde etme biçimini de değiştirmiştir. İletişim ve bilgi teknolojisinin hızla gelişmesi bilgiye erişimi kolaylaştırmış ve sağlık bilgisine erişimde internet kullanımını artırmıştır. İnternet insanlar için hastalık ve sağlık hakkında bilgilenmek için tercih ettikleri ilk nokta olmaya başlamıştır. Bu durum dijital çağın getirdiği yeni bir hastalık olan siberkondri terimini literatüre eklemiştir. Siberkondri; kişinin kendisinde var olduğunu düşündüğü hastalığı hakkında internette bilgi ve tedavileri araştırarak kendisine tanı koymaya veya tedavi etmeye çalıştığı, günlerce veya haftalarca hastalık hakkında gözümden kaçan bir bilgi var mı diye araştırma yapan kişide gelişen kaygı (anksiyete) bozukluğu olarak tanımlanmaktadır. İnternette takıntılı şekilde hayali veya gerçek hastalık belirtileri hakkında bilgi arayan kişiler ise ‘‘siberkondriyak’’ olarak adlandırılmıştır. Siberkondri genel olarak dört bileşenden oluşmaktadır; tekrarlama, sıkıntının şiddetlenmesi, günlük yaşamın kesintiye uğraması ve daha fazla güvence arayışının yaratılmasıdır. Ebeveynlerin aşı kararlarını dijital ortamda bilgiye erişim, sağlık kaygısı, içinde bulunulan toplumun dini ve felsefi yaklaşımları, çocukla kurulan psikolojik bağ gibi birçok sebep etkilemektedir. Bu sebepler içerisinde ise dijital ortamda yer alan bilgi kirliliği en büyük etkiye sahiptir. Yapılan araştırmalarda internet bağımlılığı ve siberkondrinin birbirlerini anlamlı olarak etkilediği sonucuna varılmış olup internet bağımlılarında mı siberkondri yoğundur yoksa siberkondrik bireylerde mi internet bağımlılığı görülür sorusunun yanıtı net değildir. Çocuk hemşireleri ailelere yalnızca doğru bilgiyi sunmaları değil, ebeveynlerin bilgiye nasıl ulaştığını, yorumladığını ve özellikle aşı uygulamalarına yönelik karar verirken hangi duygusal süreçlerden geçtiğini anlamaları gerekmektedir. Bu çalışma siberkondrinin ebeveynlerin aşı uygulamalarına yönelik yaklaşımlarını değiştirme durumu literatür doğrultusunda incelenmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Aşı tereddütü, Aşı reddi, Siberkondri

ISBN : 978-625-8795-68-4

1. GİRİŞ

Çocukluk çağı aşılaması, bulaşıcı hastalıkların kontrol altına alınmasında etkili, düşük maliyetli ve uygulanması kolay bir yöntem olup, halk sağlığını korumanın en etkili yollarından biridir (Çıtak ve Duran Aksoy, 2021). Aşılama, enfeksiyon hastalıklarına bağlı gelişen mortalite ve morbiditeyi düşüren, toplumun ve çocukların sağlık kalitelerini artıran, devletin sağlık için olan harcamalarını kontrol eden en etkili sağlık girişimidir (Turan, 2022). Aşıların önemli başarıları olmasına rağmen bazı olumsuz etkileri de bulunmaktadır. Bu olumsuz etkiler anaflaksi, febril konvülsiyon, miyokardit ve nörolojik komplikasyonlar gibi nadir olarak görülmektedir (Hookham ve ark., 2023). Olumsuz sonuçların varlığı, sağlık ve siyasi politikalar, aşıların ulaşım ve erişilebilirliği, kitlesel iletişim araçları, ebeveynlerin aşılamaya yönelik bilgi, inanç ve tutumları aşı tereddütlüğü ve aşı karşıtlığı gibi durumlara sebep olmaktadır (Yazıcıoğlu ve ark., 2023). Özellikle dijitalleşmenin hızla yaygınlaşmasıyla birlikte ebeveynlerin internet üzerinden sağlık bilgisi arama davranışları, bilgi kirliliğine maruz kalma riskini artırmakta ve bu durum, "siberkondri" olarak adlandırılan aşırı, endişe temelli sağlık bilgisi arama eğilimiyle ilişkilendirilmektedir. Siberkondri düzeyi yüksek olan bireyler internetten fazlaca tıbbi belirtiler hakkında bilgi edinmeye çalışırken güvensiz kaynaklardan edinmiş oldukları bilgilerle kaygı düzeylerini artırmakta, bu durum sağlık hizmetlerine karşı duyulan güveni azaltmaktadır (Üstüner Üst ve ark., 2023). Aşıya yönelik gösterilen tutum yalnızca bilgi düzeyine değil ebeveynlerin çocuklarına yönelik algılarına da bağlıdır. Ebeveynin çocuğunu hastalıklara daha yatkın, olması gerekenden daha savunmasız, sürekli risk altında hissetmesine ve kaygı duymasına "kırılgan çocuk algısı" denilmektedir (Forsyth ve ark., 1996; Thomasgard, 1998). Bu algı, ebeveynlerin çocuklarının sağlık durumuna karşı aşırı kaygı duymasına, tıbbi müdahalelerden kaçınmasına veya aşırı korumacı tutumların benimsenmesine sebep olmaktadır (Yavaş Çelik ve Çiğdem, 2022). Bu çalışmanın amacı, annelerin aşılara yönelik tutumlarını siberkondrinin etkileme durumu literatür doğrultusunda değerlendirmektir.

2. AŞIYA YÖNELİK TUTUMLAR

Aşılamanın önemi, 1978 yılında Alma-Ata Konferansı'nda Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) ve Birleşmiş Milletler Çocuklara Yardım Fonu (UNICEF) tarafından başlatılan ve 2000 Yılında Herkese Sağlık hedefleri kapsamında vurgulanan GOBI-FFF stratejisinin temel unsurlarından biridir. Türkiye'de, Genişletilmiş Bağışıklama Programı çerçevesinde, bebeklik ve çocukluk dönemlerine ait ulusal aşı takvimine uygun olarak, çocuklar hastalıklara yakalanmadan önce bağışıklık kazanmaları amacıyla aşılanmaktadır (Kutlu, 2017). Her yıl yaklaşık olarak 4-5 milyon ölüm aşılamayla önlenmektedir. Küresel aşı kapsamında gerçekleştirilecek iyileşmeyle beraber 1,5 milyon ölümün önüne geçilebilecektir. Dünyada aşılarla yapılan bağışıklamayla beraber beş yaşından küçük bebek ve çocuk ölümlerinin yaklaşık beşte biri (%17) önlenebilmektedir (2024a).

Aşının çok önemli başarıları vardır. Aşıyla beraber önlenebilecek vaka oranlarının düşmesinin de etkisiyle aşı tereddütlüğü ve aşı karşıtlığı gibi durumlarla sık karşılaşılmaya başlanmıştır. Aşı tereddütü aşılama programı devam ettiği halde bir veya birden fazla aşının yapılmasının geciktirilmesi veya yapılmaması durumudur (Rodriguez, 2016). Birinci basamakta yüksek kalitede koruyucu hekimlik hizmetleri verilse de aşı reddi sebebiyle aşılama oranlarında düşüş yaşanmaktadır (Yazıcıoğlu ve ark., 2023). Son yıllarda aşı karşıtlığı ülkemizde ve dünyada giderek artan bir sağlık ssorunu haline gelmiştir

ISBN : 978-625-8795-68-4

(Akman ve Yıldız, 2022). Dünya Sağlık Örgütü raporuna göre dünya genelinde 2023 itibarıyla 25 milyon çocuk temel aşılardan en az birini olmamış veya eksik almıştır (WHO, 2024).

Aşı tereddütü veya karşıtlığının meydana gelmesinde ebeveynlerin aşılamaya yönelik tutumları, duyguları ve yaşamış oldukları deneyimler gibi bireysel; aşılara yönelik yaşanan güvensizlik, dini ve felsefi yaklaşımlar gibi toplumsal; kitle iletişim araçları ve sosyal medyanın yanlış bilgileri yayarak korku oluşturması gibi olumsuz teknolojik birçok sebebi vardır (Çıklar ve Güner, 2020; Demir, 2021; Soysal ve ark., 2021). İnternet erişiminin kolaylığı ile birlikte aşı tereddütlüğünü arttıran en önemli unsurun dijital ortamlar olduğu görülmüştür.

3. SİBERKONDRİ

İçinde bulunulan dijital çağda meydana gelen teknolojik gelişmeler yaşamın her alanını değiştirdiği gibi bireylerin sağlık bilgilerini elde etme biçimini de değiştirmiştir (Starcevic, 2017). İletişim ve bilgi teknolojisinin hızla gelişmesi bilgiye erişimi kolaylaştırmış ve sağlık bilgisine erişimde internet kullanımını artırmıştır. Bu durum dijital çağın getirdiği yeni bir hastalık olan siberkondri terimini literatüre eklemiştir (Sezer Korucu ve Kocabaş, 2018; Sezer Korucu ve ark., 2018). Siberkondri; kişinin kendisinde var olduğunu düşündüğü hastalığı hakkında internette bilgi ve tedavileri araştırarak kendisine tanı koymaya veya tedavi etmeye çalıştığı, günlerce veya haftalarca hastalık hakkında gözümden kaçan bir bilgi var mı düşüncesiyle araştırma yapan kişide gelişen kaygı (anksiyete) bozukluğu olarak tanımlanmaktadır (Aiken ve Kirwan, 2012; Barke ve ark., 2016; Tarhan ve ark., 2021). İnternette takıntılı şekilde hayali veya gerçek hastalık belirtileri hakkında bilgi arayan kişiler ise ‘‘siberkondriyak’’ olarak adlandırılmıştır (Oxford Dictionaries, 2022). Siberkondri genel olarak dört bileşenden oluşmaktadır; tekrarlama, sıkıntının şiddetlenmesi, günlük yaşamın kesintiye uğraması ve daha fazla güvence arayışının yaratılmasıdır (McElroy ve Shevlin, 2014). Bireyler internette güvenilir bilgilere ulaştıklarında hastalıkları hakkında bilgilenerek öngörülen tedaviyi daha iyi anlayarak, tedavi sürecinde aktif rol alabilmekte ve böylelikle sağlık çalışanlarına yardımcı olabilmektedirler. Ancak güvenilir olmayan bilgilerle hastalığı ve tedavi sürecini reddederek hem bireysel hem de toplum sağlığını riske atabilmektedirler (Tarhan ve ark., 2021).

İnternet bağımlılığı ve siberkondrinin birbirlerini anlamlı olarak etkilediği bildirilmiştir. İnternet bağımlılığı ve yüksek sağlık anksiyetesinin siberkondriye etkisinin değerlendirildiği çalışmada, 231 öğrenci anket yoluyla değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda internet bağımlılığı, sağlık anksiyetesi ve siberkondrinin birbirleriyle ilişki içerisinde olduğu, internet bağlılığının ve sağlık anksiyetesinin siberkondri davranışını artırdığı belirlenmiştir (Doğan ve ark., 2021).

Bireylerin merak ettikleri sağlık bilgisine internetten erişiminin kolay olması güvenilir veya güvenilir olmayan kaynaklara yönelimi arttırmaktadır. Yüksek düzeyde e-sağlık okuryazarlığına sahip bireyler doğru kararlar almak için çevrimiçi sağlık kaynaklarını kullanabilmekte ve endişelerine rağmen interneti aşırı kullanmaktan kaçarak siberkondri düzeyini düşürebilmektedirler (Zhenk ve ark., 2020). Mansur ve Ciğerci (2022) 18 yaş ve üzeri 763 kişiyle yürüttükleri çalışmada, e-sağlık okuryazarlığı düzeyinin siberkondri düzeyini etkilediği sonucuna varılmıştır (Mansur ve Ciğerci, 2022).

ISBN : 978-625-8795-68-4

Ebeveynlerin aşı kararlarını dijital ortamda bilgiye erişim, sağlık kaygısı, içinde bulunulan toplumun dini ve felsefi yaklaşımları, çocukla kurulan psikolojik bağ gibi birçok sebep etkilemektedir. Çocuk hemşireleri ailelere yalnızca doğru bilgiyi sunmaları değil, ebeveynlerin bilgiye nasıl ulaştığını, yorumladığını ve kararı verirken hangi duygusal süreçlerden geçtiğini anlamaları gerekmektedir (Akgül ve Ergün, 2023).

3. SONUÇ

Siberkondri dijital çağ ile birlikte ortaya çıkan ve sağlık kararlarındaki yeri gittikçe artan bir sorundur. Bu sorunun aşılama gibi temel sağlığı koruma uygulamalarını de etkilediği bilinmektedir. Bu nedenle aşı reddini önleme programları kapsamında siberkondri değişkenlerinin de ele alınması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Aiken, M., ve Kirwan, G. Prognoses for Diagnoses: Medical Search Online and "Cyberchondria". BMC Proceedings,6(4),30, 2012.

Akgül, E., ve Ergün, A. Ebeveynlerin Çocukluk Çağı Aşıları ile COVID-19 Aşısına Yönelik Tutumları Arasındaki İlişki. Halk Sağlığı Hemşireliği Dergisi, 5(1), 64-75, 2023.

Barke, A., Bleichhardt, G., Rief, W., ve Doering, B.K., (2016). The Cyberchondria Severity Scale (CSS): German Validation and Development of a Short Form. International Journal of Behavioral Medicine, 23(5), 595-605, 2016.

Çıklar, S., ve Güner, P. Annelerin Çocukluk Çağı Aşıları Hakkındaki Bilgi, Davranış ve Tutumları ve Aşı Reddi Nedenleri: Nitel ve Nicel Bir Araştırma. Ankara Medical Journal, 20(1), 180-195, 2020.

Çıtak, G., ve Duran Aksoy, Ö. Aşılamada Önemli Bir Engel: Aşı Reddi. ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 7(2), 15-20, 2021.

Demir, T. Aşı Karşıtı Tutumların Sosyokültürel ve Dinî Boyutları. Tevilat, 2(2), 271-291, 2021.

Doğan, S., Acar, F., ve Baynal Doğan, T.G. İnternet Bağımlılığı ve Sağlık Anksiyetesinin Siberkondria Davranışları Üzerine Etkisi. Erciyes Akademi, 35(1), 281-298, 2021.

Forsyth, B.W., Horwitz, S.M., Leventhal, J.M., Burger, J., ve Leaf, P.J. The Child Vulnerability Scale: an Instrument to Measure Parental Perceptions of Child Vulnerability. Journal of Pediatric Psychology, 21(1), 89–101, 1996.

Hookham, L., Lee, H.C., Patel, D.A., Coelho, M., Giglio, N., Le Doare, K., ve Pannaraj, P.S. Çocukların SARS-CoV-2'ye Karşı Aşılanması: Çocuklarda Aşı Kullanımının Güvenliğini, Etkinliğini ve Algılarını Değerlendirmek İçin Uluslararası Uzmanların Katıldığı Bir Literatür İncelemesi ve Anketi. Aşılar, 11 (1), 78, 2023.

Kutlu, R. Çocukluk Çağı Aşıları. Turkiye Klinikleri Family Medicine-Special Topics, 8(5), 311-318, 2017.

Mansur, F., ve Ciğerci, K. Siberkondri ve E-Sağlık Okuryazarlığı Arasındaki İlişki. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 11(1), 11-21, 2022.

McElroy, E., Kearney, M., Touhey, J., Evans, J., Cooke, Y., ve Shevlin, M. The CSS-12: Development and Validation of a Short-Form Version of the Cyberchondria Severity Scale. Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 22 (5), 330-335, 2019.

ISBN : 978-625-8795-68-4

Oxford Dictionaries. Cyberchondriac. Oxford Dictionaries, 2022 https://www.lexico.com/en/definition/cyberchondriac? (erişim tarihi: 30.07.2025).

Sezer Korucu, K., Oksay, A., ve Kocabaş, D. *Online Health Concern: Cyberchondria. Changing Organizations: From the Psychological and Technological Perspectives*, H. Kapucu ve C. Akar (Eds.), IJOPEC Publication. London, 211-218, 2018.

Sezer Korucu, K., ve Kocabaş, D. The Relationship Between Nomophobia and Cyberchondria: A Research on the Patients Applying to the University Hospital. Changing Organizations: From the Psychological and Technological Perspectives, H. Kapucu ve C. Akar (Eds.), IJOPEC Publication. London, 199-209, 2018.

Soysal, G., Durukan, E., ve Akdur, R. The Evaluation of Vaccine Hesitancy and Refusal For Childhood Vaccines and The COVID-19 Vaccine In Individuals Aged Between 18 and 25 Years. Turkish Journal of Immunology, 9(3), 120-127, 2021.

Starcevic, V. Cyberchondria: Challenges of Problematic Online Searches for Health-Related Information. Psychotherapy and Psychosomatics, 86(3), 129-133, 2017.

Tarhan, N., Tutgun Ünal, A., ve Ekinci, Y. Yeni Kuşak Hastalığı Siberkondri: Yeni Medya Çağında Kuşakların Siberkondri Düzeyleri ile Sağlık Okuryazarlığı İlişkisi. OPUS– Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 17(37), 4253-4297, 2021.

Thomasgard, M. Parental Perceptions of Child Vulnerability, Overprotection, and Parental Psychological Characteristics. Child Psychiatry and Human Development, 28(4), 223-240, 1998.

Turan, F.D. Ulusal Aşılama Programında Yer Alan Çocukluk Çağı Aşılarına Yönelik Ebeveynlerin Tutumları: Aksaray Örneği. Halk Sağlığı Hemşireliği Dergisi, 4(3), 239-250, 2022.

Türk, Z., ve Türk, Ö. In Primary Health Care Childhood Immunization Services Costs, Practices. Journal of Clınıcal and Analytıcal Medıcıne, 6(6), 750-754, 2014.

Üstüner Üst, F., Çevik, C., ve Bora Güneş, N. The Relation Between Digital Literacy, Cyberchondria, and Parents' Attitudes to Childhood Vaccines. Journal of Pediatric Nursing, 70, 12–19, 2023.

WHO. Immunization. World Healty Organization, 2024. https://www.who.int/news-room/facts-in-pictures/detail/immunization (erişim tarihi: 26.07.2025).

Yavaş Çelik, M., ve Çiğdem, Z. Annelerde Kırılgan Çocuk/Bebek Sendromu. Sağlık ve Toplum, 32 (2), 61-74, 2022.

Yazıcıoğlu, B., Oruç, M.A., Türkan, S., Yaşayancan, Ö., ve Yavuz, E. Beş Yaş Altı Çocuk Ölümlerinin Nedenleri ve Aşılanma Durumlarının Değerlendirilmesi. Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care, 17(2), 220-225, 2023.

Zheng, H, Chen, X. ve Fu, S. An Exploration of Determinants of Cyberchondria: A Moderated Mediation Analysis. Proceedings of the Association for Information Science and Technology, 57(1), e214, 2020.

ISBN : 978-625-8795-68-4

PEDİATRİ HEMŞİRELİĞİ AÇISINDAN AKRAN ZORBALIĞI

Yüksek lisans Öğrencisi Merve Selenay KAŞ1
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, selenaykas80@gmail.com, 0009-0006-6597-510X

Prof. Dr. Ayşe Sonay TÜRKMEN
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, asonaykurt@gmail.com, 0000-0002-3716-3255

ÖZET

Günümüzde çocuklar arasında en yaygın görülen ve ciddi yıkımlara neden olabilecek bir sağlık sorunu olan zorbalık, bir kişi veya grup tarafından kendisinden daha güçsüz gördüğü kişiye karşı kasıtlı ve ısrarlı yapılan ve tekrarlayan olumsuz davranışlar olarak tanımlanabilir. Farklı birçok tanımı bulunan akran zorbalığı birçok disiplini ilgilendiren önemli konulardan biridir. Pediatri hemşireleri de akran zorbalığına uğrayan veya risk altındaki çocukların tanılanmasında önemli bir yere sahiptir. Hemşireler danışman, eğitici, değişim ajanı ve savunucu gibi rollerini kullanarak zorbalığın erken tanılanmasını, önlenmesini ve rehabilitasyonunu sağlayabilirler. Hemşireler ayrıca diğer ekip üyeleri ile işbirliği yaparak çocuklara sağlıklı bir öğrenme ortamı yaratarak okul çevresi, aile, öğrenci ve öğretmeni içine alan bütüncül programlar hazırlayabilir, zorbalık karşıtı programları geliştirip, yaygınlaştırabilirler. Akran zorbalığı önlemede, korunma tedbirleri en temel uygulama olmalıdır. Üç basamak halinde gruplandırılan korunma önlemleri birincil, ikincil ve üçüncül korunma önlemleri olarak sınıflandırılmaktadır. Birincil korunma önlemleri okulda akran zorbalığının meydana gelmesini engellemek amacı ile yürütülmektedir. Bu önlemler zorbalık açısından riskli çocukların belirlenmesi ve takibi, zorbalık hakkında konuşulacak rahat bir ortamın oluşturulması gibi etkinlikleri kapsamaktadır. İkincil koruma önlemleri meydana gelen zorbalığın uzun süreli etkilerini veya rahatsızlıklarını azaltmak, erken müdahale etmek, zorbalığı durdurmak amacı ile yürütülmektedir. Bu önlemler kapsamında öğrenciler için uygun müdahalelerde bulunma ve ihtiyaçları belirleme, zorbalıkla ortaya çıkan yaralanmaların bakımını yapma gibi etkinlikler yapılmaktadır. Üçüncül koruma önlemleri ise zorba ve kurban çocuklara rehabilitasyon sağlamak amacı ile yapılmakta olup daha çok çocuk ve aileye danışmanlık ve rehabilitasyonu içermektedir. Bu tedbirlerin tamamında pediatri hemşirelerinin de oldukça kapsamlı yeri olduğu söylenebilir. Bu çalışma, pediatri hemşireliği açısından akran zorbalığı konusunu literatür doğrultusunda değerlendirmek amacı ile yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Akran zorbalığı, pediatri hemşiresi, zorbalık sonuçları

ISBN : 978-625-8795-68-4

1. GİRİŞ

Zorbalık, kendinden daha güçsüz gördüğü kişiye karşı kasıtlı ve ısrarlı yapılan, tekrarlayan olumsuz davranışlardır. Bu davranışlar bir kişi ya da grup tarafından uygulanabilir (Man ve ark., 2022; Ighaede-Edwards ve ark., 2023). Genellikle güç dengesizliği; toplumsal statüden, fiziki özelliklerden ve güçten, bireyin zayıflıklarından (aile durumu, görünüşü, öğrenme sorunu, kişisel özellikler) grubun büyüklüğünden kaynaklı olarak ortaya çıkmaktadır (Menesini ve Salmivalli, 2017). Çocukluk ve ergenlik döneminde sıklıkla karşılaşılan zorbalık türlerinden birisi de akran zorbalığıdır (Dorio ve ark., 2020; Seyhan Şahin ve Ayaz-Alkaya, 2024).

Akran zorbalığı, okulda bir öğrenciye akranları tarafından yapılan saldırgan davranışlar olarak tanımlanabilir (Peng ve ark 2022). Zorbalık olayında saldırgan tavırlar sergileyen kişiye zorba, bu saldırgan davranışa maruz kalana kurban, hem saldırgan davranışlar gösteren hem de zorbalığa uğrayana zorba-kurban ve pasif bir şekilde izleyen kişiye de seyirci denilmektedir (Feng ve ark., 2023). Literatür incelendiğinde akran zorbalığı fiziksel, duygusal, sözel, siber, cinsel, etnik, homofobik ve dışlama zorbalık olarak sınıflandırılmaktadır (Midgett ve ark., 2017).

Akran zorbalığı hem zorbayı hem de kurbanı fiziksel, sosyal ve psikolojik olarak olumsuz etkilemektedir (Seyhan Şahin ve Ayaz-Alkaya, 2024). Zorba çocuk veya ergenlerin şiddete, suça yetişkinlik döneminde antisosyal davranışlara maruz kalma riski fazladır. Zorbalığa uğrayan çocuklar okula devam etmek istememe, depresyon, yalnızlık, intihar planları yapma ve stres gibi sorunlar yaşamaktadırlar (Xiao ve ark., 2021).

Akran zorbalığının giderek yaygınlaşması sonucunda Birleşmiş Milletler (BM) ve Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) bu davranışları küresel sağlık sorunu olarak kabul edilmektedir. Çocuk ve ergenlerin sağlığını olumsuz biçimde etkilemesi sebebiyle de önemli bir sorundur. Zorbalık nedeniyle çocukların yaşadıkları olumsuz fizyolojik değişimler sağlık yetkililerini bu konuda önlem almak için harekete geçirmiştir. Sağlık çalışanlarına zorbalığa uğrayan çocukları ve bu çocukların yaşadıkları değişimleri fark etmesi ve önlem alması, olumsuz şekilde etkilenen çocuklara destekleyici müdahalelerde bulunması, zorbalık konusunda taramalar ve eğitimler düzenlenmesi noktasında önemli sorumluluklar düşmektedir. Çocuklara kazandırılacak bilinç sayesinde zorbalık düzeyi azaltılabilir (Hong ve ark., 2019; Hikmat ve ark., 2024). Bu çalışmanın amacı, pediatri hemşireliği açısından akran zorbalığı konusunda literatür doğrultusunda bilgi vermektir.

2. AKRAN ZORBALIĞI

Akran zorbalığı çocuk ve ergenler arasında sıklıkla karşılaşılan sosyal bir sorundur. Bu sorun yetişkin denetiminin az olduğu ortamlarda ve okul ortamında daha sık görülmektedir (Fletcher ve Dumford, 2023). Öğrencilerin etkileşime girdikleri koridorlar, sınıflar ve oyun alanları zorbalığın sıklıkla meydana geldiği alanlardır (Francis ve ark., 2022). Okul ortamında sıklıkla karşılaşılan bu sorun bir veya daha fazla çocuğun başka bir çocuk üzerinde güç dengesizliğinden faydalanarak kasıtlı şekilde sözel, fiziksel, sosyal ve duygusal olarak zarar veren davranışları tekrarlamasıdır (Sulak ve Altuntaş, 2022).

ISBN : 978-625-8795-68-4

Akran zorbalığının dünya genelinde kabul edilen net bir tanımı yoktur (Smith ve ark., 2004). Akran zorbalığını sistematik olarak ilk defa İsveç kökenli psikolog Dan Olweus tanımlamıştır. Olweus akran zorbalığını zaman içerisinde bir öğrencinin tekrarlı olarak bir veya birden fazla akranın olumsuz tutumuna maruz kalması şeklinde tanımlamıştır. Bir davranışın Olweus'a göre akran zorbalığı olarak nitelendirilmesi için; güçler arasında eşitsizlik, olumsuz bir davranış, davranışın tekrarlanması ve iki çocuğun arasında veya bir grup tarafından başka çocuğa/gruba karşı olması gereklidir (Olweus, 1994). Rigby' e göre akran zorbalığı güçlü birey veya gruplardan kendilerinden daha zayıf olan bireye uygulanan yineleme şeklinde devam eden fiziksel veya psikolojik baskıdır (Rigby, 2007). Akran zorbalığı veya akran istismarı, kasıtlı olarak karşı taraftaki bireye zarar vermek için yapılan aralarında güç dengesinin olmadığı kişiler arasında gerçekleşen tekrarlayan saldırgan davranışlar olarak tanımlanır (Doğan, 2010). Başka bir ifadeyle akran zorbalığı, kendisini başka bireye göre daha güçlü gören kişinin bireysel menfaat ve amaç için zayıf bireye yönelik psikolojik, sözel, fiziksel ve sosyal olarak uyguladığı, uygulanan bireyde stres ve sıkıntıya neden olan tekrarlayan saldırılardır (Şirvanlı Özen, 2006).

Temel olarak akran zorbalığına üç farklı yaklaşım vardır. Bunlar;

1. Olweus'un yaklaşımı; Akran zorbalığını, bireysel şiddet davranışı olarak ele alan yaklaşım (Olweus, 1994).

2. İngiliz Kriminolog David Farrington'un yaklaşımı; Akran zorbalığını, sosyal şiddet davranışı olarak ele alan yaklaşım (Farrington, 1993).

3. Bozuk grup dinamikleri yaklaşımı (dysfunctional group dynamics); Akran zorbalığına daha kompleks yaklaşımı savunur (Schott ve Søndergaard, 2014).

Akran zorbalığı tüm çocukları olumsuz şekilde etkilemektedir. Bu olumsuz etkiler incelenirken zorbalık olayında yer alan çocukların farklı statülerinin olduğu görülmüştür. Olweus, akran zorbalığı statülerini başlangıçta zorba ve kurban şeklinde sınıflandırmıştır. Sonrasında kurbanları aktif- kışkırtıcı kurban ve pasif-itaatkâr kurban olarak ayırmıştır. Olweus, zorbalık olaylarında bulunan her çocuğun zorbalığı başlatmadığını belirtmiş ve bu çocukları pasif zorba olarak sınıflandırmıştır (Olweus, 1994). Yapılan çalışmalar bazı çocukların hem zorbalık yaptığını hem de zorbalığa maruz kaldığını ortaya koymuştur. Bu çocuklar için zorba-kurban kategorisi eklenmiştir (Solberg ve ark., 2007). Akran zorbalığı bazen bireysel durum olarak ortaya çıkmakta bazen de sosyal grup içerisinde oluşmaktadır. Grupta bulunan öğrenciler zorbalık olayından doğrudan veya dolaylı şekilde etkilenmektedir (Olweus, 2004). Bu sebeple zorbalık olayındaki çocukların zorba, kurban, zorba- kurban dışında seyirci gibi bir rolleri olduğu düşünülmektedir. Özetle akran zorbalığı dört grupta sınıflandırılmaktadır (Pişkin, 2002, Şekil 1)

ISBN : 978-625-8795-68-4



Şekil 1. Akran zorbalığının tarafları (Pişkin, 2002)

Bazı özelliklerin zorba olma konusunda riski arttırdığı ileri sürülmektedir. Bu özellikler şunlardır (Yelboğa ve Koçak, 2019);

- Akademik başarıları düşüktür.
- Okulda uyum sorunu yaşarlar.
- Okulda olumsuz davranışlar sergilerler.
- Ebeveyn ve çocuk arasındaki iletişim zayıftır.
- Ebeveynleri otoriterdir.
- Ebeveynleri yetiştirirken ceza odaklı disiplin etmiştir.
- Kavgaya ve suça yatkındır.
- Arkadaş çevresi de zorbadır.
- Madde bağımlılığına yatkındır.
- Psikiyatrik sorunlar yaşayabilirler.
- İntihar düşüncesine yatkındır.
- Bunalım ve depresyon belirtileri sergilerler.

Zorbalığın ortaya çıkmasında aile ilişkileri çok önemlidir. Anne, baba ve kardeşleriyle olan ilişkilerini çocuklar içselleştirerek arkadaşlarına olumlu veya olumsuz şekillerde yansıtmaktadırlar. Çocukların ailesi tarafından yeterli sevgiyle büyütülmemesi, bakımlarının

ISBN : 978-625-8795-68-4

aksatılması ve göz ardı edilmesi zorbalığın oluşmasında önemli faktörlerdendir (Özada ve Duyan, 2018).

Zorba çocukların aile içi iletişimlerinde sıklıkla çatışmaların yaşandığı, fiziksel şiddetin sorunların çözümü olarak görüldüğü ve bu aile ortamında büyüyen çocukların yetişkinlik döneminde suça eğilimli olduğu bilinmektedir. Zorba çocukların aileleri çocuklarına karşı kin besleme, düşmanca davranışlar ve şiddet gösterirler. Baba figürü ailede zayıftır. Anneler hoşgörülü ve daha ılımlıdır. Aile açısından çocuğun nereye gittiği, gece geç gelmesi ve arkadaş çevresi çok önemli değildir. Aile çocuğuna karşı umursamazdır, çocuğu denetlemez ve kontrolünü yapmazlar (Ergül Topçu, 2018). Zorba çocukların aile özellikleriyle ilgili yapılan 1970-2017 yılları arasındaki 154 çalışmada, zorbalık ve aile içi şiddet, uyumsuz ebeveynlik, çocuk istismarı ve ihmali, iletişim eksikliği arasında ilişki söz konusudur (Nocentini ve ark., 2019). Anne baba arasında oluşan çatışmalar zorbalık durumuyla pozitif bir ilişki göstermektedir (Georgiou ve Stavrinides, 2013). Güney Afrika'daki çalışmada yüksek ebeveyn kontrolü ve zorbalık pozitif, ebeveyn onayı ise negatif ilişki göstermektedir (Carter ve ark., 2020). Zorbalığı önlemede duygusal şefkat, ebeveyn desteği ve sağlıklı iletişim çok önemlidir (Özada ve Duyan, 2018).

Kurban olma riskini arttıran faktörler ise; Kurban bireylerin ortak özellikleri şunlardır (O'Connor ve ark., 2019; O'Connor, 2021);

- Okula gitmemek isterler bu yüzden devamsızlıkları fazladır,
- Benlik saygıları düşüktür,
- Tek başlarına zaman geçirmek isterler,
- Yalnızlık yaşarlar,
- Diğer kişilere kıyasla arkadaş ortamlarında popülariteleri düşüktür,
- Kaygı seviyeleri yüksektir,
- Depresyon belirtileri olabilir,
- Psikiyatrik sorunları olabilir,
- Alt ıslatma, uyku sorunları, tırnak yeme, bulumia nevroza ve anoreksiya nevroza gibi sağlık sorunları yaşayabilirler.

2.1. Akran zorbalığının sonuçları

Akran zorbalığı zorba veya kurban fark etmeksizin herkes için ciddi sonuçlara neden olur. Çocukta akran zorbalığı ilk olarak kısa vadede, daha sonra tüm yaşamını etkileyecek sorunlara sebep olabileceği herkes tarafından görülmemektedir. Zorbalık sırasıyla kurbanlar, zorbalar, tanık olan ve risk altındaki çocukların da duygusal, fiziksel, sosyal ve akademik yaşamlarını da etkilerler. Akran zorbalığı yalnızca zorbalığa uğrayan kişiyi değil, grupları ve toplumları da etkileyen sorundur (Cosma ve ark., 2020).

Akran zorbalığına uğrayanlarda meydana gelen olumsuz sonuçları yaptığı bir çalışmada Rigby 4 grupta incelemiştir. Bunlar (Rigby, 2003);

ISBN : 978-625-8795-68-4

1. Psikolojik Olarak Yetersiz İyilik Hali: Kurbanlar genel ruh hali olarak mutsuzdurlar. Bu çocuklarda üzgün olma, sinirlilik ve özgüven düşüklüğü gibi olumsuz duyguları sıklıkla yaşarlar.
2. Yetersiz Sosyal Uyum: Çocuk zorbalık yaşadıktan sonra çevresinden uzaklaşmak ister. Okulu sevmediği için devamsızlık yapar veya kendisini soyutlayıp yalnızlaştırır.
3. Psikolojik Baskı: Sonuçlar bu grupta yüksek depresyon, anksiyete veya intihar düşüncesi gibi ciddidir.
4. Fiziksel Sorunlar: Gözle görülebilir bazı fiziksel bozukluklar ya da psikosomatik sonuçları vardır. Akran zorbalığının en istenmedik sonucu intihardır.

Akran zorbalığı zorba, kurban ve tanık olanlarda da sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. Kurban çocuklarda somatik bozukluklar, depresyon, sosyal işlevsizlikler, anksiyete ve intihar gibi sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. Bu durum erkek ve kız çocuklarda benzer oranlardadır (Yelboğa ve Koçak, 2019). Eğitimle ilgili zorbalığın en temel olumsuz sonucu kurban çocuğun okuluna ve derslerine odaklanamaması, kendini arkadaşlarından ve okul ortamından soyutlamasıyla sonuçlanmaktadır. Bazen de kurban çocuk içine kapanarak derslerine ve okuluna odaklanır. Çocuğun vermiş olduğu tepki kendisinin baş etme stratejisiyle alakalıdır (Aslan, 2024).

Akran zorbalığı meydana geldiği andan itibaren etkileri ve sonuçları bakımından gözlenir. Uzun vadede zorba, kurban ve tanık çocuklar üzerinde etkisi vardır. Uzun dönem etkilerinin meydana gelmesi bu davranışın uzun bir süre devam etmesi ve/veya uygulama sıklığı ile ilgilidir. Zorbalığı kurbanlar gelip geçici olarak yaşamamaktadırlar. Tam tersi yaşamış oldukları bu olumsuz durum ilerleyen yaşamlarında tutumlarına, kişisel tercihlerine dolayısıyla da ebeveynlik, cinsel yaşam ve evliliklerini de olumsuz olarak etkileyebilmektedir. Akran zorbalığına uğrayan çocuklarda bu durum travmatize bir duruma sebep olup etkili bir şekilde atlatamayan çocuklar yetişkinlikte özgüven yoksunluğu, sosyalleşememe ve kendini küçük görme gibi sorunlar yaşarlar (Rigby, 2003).

Uzun dönemde zorbalığın her zaman olumsuz sonuçlara sebep olduğu da söylenemez. Zorbalığa maruz kalan çocukların yaşamlarının ilerleyen dönemlerinde zorbalık davranışına karşı bilinç geliştirdiği görülmüştür. Bu bilinçle çevresinden veya ailesinden zorbalığa maruz kalabilecek veya maruz kalanları koruma konusunda daha hassas oldukları gözlemlenmiştir (Aluedse, 2006).

İlerleyen yaşamlarında zorbalık yapan çocukların saldırgan kişiler oldukları, depresyona girdikleri ve suç işlemeye daha eğilimli oldukları ortaya konulmuştur (Aslan, 2024). Akran zorbalığına tanık olan çocuklar düşük akademik başarı, mutsuzluk, korku ve endişe yaşarlar. Akran zorbalığının tanık olanlar açısından nelere sebep olduğu yine de tam bilinmemektedir (Küçükşen ve ark., 2023).

2.2. Akran zorbalığından korunma

Çocuklar, yaşadıkları akran zorbalığı nedeniyle utanç, terk edilme ve suçluluk duyguları hissederler. Hissettikleri bu duyguları ortaya çıkarmamak için zorbalığı bildirmekten kaçınırlar.

ISBN : 978-625-8795-68-4

Bu sebeple okullarda zorbalığın düzenli olarak takip edilmesi ve önlemek için eğitim programlarının geliştirilmesi gerekmektedir (Özbek ve Taneri, 2023).

3. PEDİATRİ HEMŞİRELİĞİ AÇISINDAN AKRAN ZORBALIĞI

Hemşireler akran zorbalığına uğrayan veya risk altındaki öğrencilerin tanılanmasında kilit noktadadır. Hemşireler danışman, eğitici, değişim ajanı ve savunucu gibi rollerini kullanarak zorbalığın önlenmesini sağlarlar. Öğrencilere sağlıklı bir öğrenme ortamı yaratarak okul çevresi, aile, öğrenci ve öğretmeni içine alan bütüncül programlar hazırlayabilir, zorbalık karşıtı programları geliştirip, yaygınlaştırabilir (Celdrán-Navarro ve ark., 2023).

Çizelge 1. Akran zorbalığında birincil, ikincil ve üçüncül düzey hemşirelik rolleri (Demir ve Küçük, 2020; Celdrán-Navarro ve ark., 2023)

Koruma Düzeyi	**Amaç**	**Etkinlik**
Birincil Koruma	Okulda akran zorbalığının meydana gelmesini engellemek,	❖ Akran zorbalığı konusunda kendini geliştirme ve bilimsel araştırmalar yapma, ❖ Akran zorbalığının kurban, zorba, seyirci ve zorba- kurban öğrenciler üzerindeki etkisini bilme ve semptomları takip edip, değerlendirebilme, ❖ Riskli öğrenci grubunu (fazla kilolu, gözlüklü, sivilceli vb. öğrenciler) takip etme, ❖ Okul genelinde zorba ve kurban öğrencileri belirlemek için taramalar yapma, ❖ Akran zorbalığı açısından okula gitmek istemeyen, sık devamsızlık yapan, akademik başarısı düşen, vücudunda açıklayamadığı morluklar ve kayıp eşyası olan öğrencileri takip etme, ❖ Öğrencilere zorbalıkla ilgili konuşabilecekleri rahat ve güvenli bir ortam yaratma ve kaydetme, ❖ Zorbalığı önlemek için okul yönetimiyle beraber politika ve protokoller oluşturma, ❖ Akran zorbalığı ile ilgili öğrenci ve okul personeline eğitimler düzenleme, ❖ Akran zorbalığı ile ilgili okulda drama, edebiyat, görsel-işitsel materyaller gibi etkinlikler yapma,
İkincil Koruma	Meydana gelen zorbalığın uzun süreli etkilerini veya rahatsızlıklarını azaltmak, erken müdahale etmek, zorbalığı durdurmak	❖ Zorba ve kurban öğrenciyle "suçlayıcı olmayan" yaklaşımla, yargılama yapmadan tartışılmalı, ❖ Zorbalıkla ilgili bilgileri toplayıp, kaydetme ❖ Zorba ve kurban öğrenciye güven vererek, yardım amacıyla orada bulunduğunu bildirme, ❖ Öğrenciler için uygun müdahalelerde bulunma ve ihtiyaçları belirleme, ❖ Okul idaresi ve zorbalığa tanık olan öğrencilerle sorunun çözümü için iş birliği yapma, ❖ Yaralanma durumu söz konusuysa bakımını yapma, ❖ Zorba ve kurban öğrencilerin duygu ve düşüncelerini aileleri ile paylaşmaları için destek olma,

ISBN : 978-625-8795-68-4

		❖ Okul idaresiyle beraber zorbalığın azaltılması için birlikte çalışmalar yapma, ❖ Sağlık kuruluşuna yardıma ileri düzeyde ihtiyacı olan öğrencileri yönlendirme, ❖ Yapılmış olan uygulamaların etkinliğini değerlendirme,
Üçüncül Koruma	Zorba ve kurban öğrencilere rehabilitasyon sağlamak,	❖ Aile ve öğrencilere danışmanlık yapma, ❖ Şiddet kullanmadan öğrencilerin kendilerini ifade etmesini ve problemlerini çözmesini destekleme, ❖ Zorbalığın hoş görülmediği bir okul ortamı yaratma, ❖ Akran zorbalığının sergilenmemesi için her öğrencinin sorumluluk alması ve çabalamasını teşvik etme, ❖ Öğrencileri akranlarıyla sağlıklı ilişkiler kurması konusunda destekleme,

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Akran zorbalığı günümüzde hızla yayılan ve çocukları olumsuz etkileyen önemli bir sağlık sorunudur. Bu sorunla mücadele etmek için pediatri hemşirelerine de büyük sorumluluklar düşmektedir. Ancak bu sağlık sorunlarıyla meslek gruplarının birbirleri ile işbirliği içerisinde çalışması başarı olasılığını arttırmaktadır. Bu nedenle çocukla ilgilenen tüm meslek gruplarının akran zorbalığı konusunda işbirliği ve dayanışma içerisinde olmaları ve ortak çalışabilmeleri için farkındalık eğitimlerinin planlanması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Aluedse, O. Bullying in Schools: a Form of Child Abuse in Schools. Educ. Res. Q., 30(1), 37-49, 2006.

Aslan, Z., *Anne-Baba ve Öğretmenlerin Akran Zorbalığı Deneyimleri ve Sosyal Hizmet.* Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2024.

Carter, M., Watt, R., ve Esterhuyse, K. The Relationship Between Perceived Parenting Dimensions, Attachment, and Pre-Adolescent. JPA, 30(2), 106-118, 2020.

Celdrán-Navarro, M. D. C., Leal-Costa, C., Suárez-Cortés, M., Molina-Rodríguez, A., ve Jiménez-Ruiz, I. Nursing Interventions against Bullying: A Systematic Review. IJERPH, 20(4), 2914, 2023.

Cosma, A., Walsh, S.D., Chester, K.L., Callaghan, M., Molcho, M., Craig, W., ve Pickett, W. Bullying Victimization: Time Trends and The Overlap Between Traditional and Cyberbullying Across Countries in Europe and North America. IJPH, 65(1), 75–85, 2020.

Demir, K., ve Küçük, S. Akran Zorbalığı Önleme ve Müdahale Programlarında Güncel Yaklaşımlar ve Hemşirelik Rolleri. TÜSBAD, 3(2), 87-102, 2020.

Doğan, A. Ekolojik Sistemler Kuramı Çerçevesinde Akran Zorbalığının İncelenmesi. TJCAMH, 17(3), 149-162, 2010.

Dorio, N.B, Clark, K.N., Demaray, M.K., ve Doll, E.M. School Climate Counts: A Longitudinal Analysis Of School Climate And Middle School Bullying Behaviors. Int. J. Bullying Prev., 2, 292-308, 2020.

Ergül Topçu, A. Okullarda Akran Zorbalığının Yaygınlığı ve Doğası Üzerine Bir Derleme. Kriz Dergisi, 26(2), 10-20, 2018.

Farrington, D.P. Understanding and preventing bullying. Crim. Justice J., 17, 381-458, 2013.

Feng, J., Chen, J., Jia, L., ve Liu, G. Peer Victimization and Adolescent Problematic Social Media use: The Mediating Role of Psychological İnsecurity and the Moderating Role of Family Support. Addict. Behav., 144, 107721, 2023.

Fletcher, E.C., ve Dumford, A.D. The Relationship of School Characteristics and Bullying Between Care Eracademy and Comprehensive High School Students. JESPAR, 28(3), 306–325, 2023.

Francis, J., Strobel, N., Trapp, G., Pearce, N., Vaz, S., Christian, H., Runions, K., Martin, K., ve Cross, D. How Does the School Built Environment İmpact Students' Bullying Behaviour? A Scoping Review. Soc Sci Med, 314, 115451, 2022.

Georgiou, S.N., ve Stavrinides, P. Parenting at Home and Bullying at School. SPOE, 16(2), 165-179, 2013.

Hikmat, R., Suryani, S., Yosep, I., Jeharsae, R., Pramukti, I., Sriati, A., Rafiyah, I., ve Purnama, H. The Effect of Empathy Training on Bullying Behavior in Juvenile Prisoners: A Quasi-Experiment. J Multidiscip Healthc, 17, 4177–4188, 2024.

Hong, J.S., Espelage, D.L., ve Rose, C.A. Bullying, Peer Victimization, and Child and Adolescent Health: An Introduction to the Special Issue. JCFS, 28(9), 2329–2334, 2019.

Ighaede-Edwards, I.G., Liu, X., Olawade, D.B., Ling, J., Odetayo, A., ve David-Olawade, A.C. Prevalence And Predictors Of Bullying Among İn-School Adolescents İn Nigeria. JTUMED, 18(6), 1329–1341, 2023.

Küçükşen, K., Biddevi, A., Yılmaz, B., ve Koçer, G. Ergenlikte Maruz Kalınan Akran Zorbalığının Üniversite Öğrencilerinin Sosyal Becerileri Üzerindeki Etkisi. NEUFHSJ, 6(02), 13-18, 2023.

Man, X., Liu, J., ve Xue, Z. Effects of Bullying Forms on Adolescent Mental Health and Protective Factors: A Global Cross-Regional Research Based on 65 Countries. IJERPH, 19(4), 2374, 2022.

Menesini, E., ve Salmivalli, C. Bullying in Schools: the State of Knowledge and Effective Interventions. Psychol. Health Med., 22(sup1), 240–253, 2017.

Midgett, A., Doumas, D., ve Trull, R. Evaluation Of A Brief, School-Based Bullying Bystander Intervention For Elementary School Students. Prof. Sch. Couns., 20(1), 172-183, 2017.

Nocentini, A., Fiorentini, G., Di Paola, L., ve Menesini, E. Parents, Family Characteristics and Bullying Behavior: A Systematic Review. Aggress. Violent Behav., 45(2), 41-50, 2019.

ISBN : 978-625-8795-68-4

O'Connor K.E. Psychosocial Adjustment Across Aggressor/Victim Subgroups: A Systematic Review and Critical Evaluation of Theory. Clin Child Fam Psychol Rev, 24(3), 500–528, 2021.

O'Connor, K.E., Farrell, A. D., Kliewer, W., ve Lepore, S.J. Social and Emotional Adjustment Across Aggressor/Victim Subgroups: Are Aggressive-Victims Distinct?. J Youth Adolesc, 48(11), 2222–2240, 2019.

Olweus, D. Bullyin at School: Basic Facts and Effects of a School Based Intervention Program. J. Child Psychol. Psychiatry., 35(7), 1171-1190, 1994.

Özada, A., ve Duyan, V. Ebeveyn-Çocuk İlişkisi ve Zorbalık. TJFMPC, 12(1), 49-55, 2018.

Peng, C., Wang, Z., Yu, Y., Cheng, J., Qiu, X., ve Liu, X. Co-Occurrence of Sibling and Peer Bullying Victimization and Depression and Anxiety Among Chinese Adolescents: The Role of Sexual Orientation. Child Abuse Negl., 131, 105684, 2022.

Pişkin, M. Okul Zorbalığı: Tanımı, Türleri, İlişkili Olduğu Faktörler ve Alınabilecek Önlemler. Kuram Uygul Egit Bil., 2(2), 531-562, 2002.

Rigby, K. Consequences of Bullying in Schools. Can. J. Psychiatry, 48(9), 583-590, 2003.

Rigby, K. *Bullying in Schools: and What to do About it*. Australian Council for Educational Research. 10, 2007.

Schott, R. M., ve Søndergaard, D. M. *School Bullying: New Theories in Context*. Cambridge University Press. 37, 2014.

Seyhan Şahin, S., ve Ayaz-Alkaya, S. The Effect of Motivational Interviewing on Peer Bullying and Cyberbullying in Adolescents: A Randomized Controlled Trial. J. Nurs. Scholarsh., 56(3), 382–391, 2024.

Smith, P.K., Pepler, D., ve Rigby, K. *Bullying. Bullying in schools: How Successful can Interventions be?*. Cambridge University Press, 284, Cambridge, Birleşik Krallık, 2004.

Solberg, M.E., Olweus, D.,ve Enderesen, I. M. Bullies and Victims at School: Are They the Same Pupils?. Br. J. Educ. Psychol, 77, 441-464, 2007.

Sulak, S.E., ve Altuntaş, Z. İlkokullarda Yaşanan Akran Zorbalığının Sınıf Öğretmenlerinin Görüşleri Doğrultusunda İncelenmesi. SUJEF, 22(1), 128-143, 2022.

Şirvanlı Özen, D. Ergenlerde Akran Zorbalığına Maruz Kalmanın Yaş, Çocuk Yetiştirme Stilleri ve Benlik İmgesi ile İlişkisi. TPD, 21(58), 77–94, 2006.

Xiao, Y., Jiang, L., Yang, R., Ran, H., Wang, T., He, X., Xu, X., ve Lu, J. Childhood Maltreatment With School Bullying Behaviors in Chinese Adolescents: A Cross-Sectional Study. J. Affect. Disord, 281, 941–948, 2021.

Yelboğa, N., ve Koçak, O. Ergenlerde Akran Zorbalığını Yordayan Bazı Faktörlerin Zorba ve Mağdur Bireyler Açısından Değerlendirilmesi. OPUS JSR, 13(19), 2286-2320, 2019.

ISBN : 978-625-8795-68-4

ÇOCUKLUK ÇAĞI EPİLEPSİSİNDE NÖBET İLK YARDIMININ AİLE VE OKUL ARASINDA SÜREKLİLİĞİ: YAZILI EYLEM PLANLARI VE DİJİTAL SAĞLIK BİLGİSİNİN GÜVENLİĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ali AKDEMİR

Kafkas Üniversitesi, Kağızman Meslek Yüksekokulu; mehmetali.akdemir@kafkas.edu.tr; ORCID: 0000-0002-7345-7461

Arş. Gör. Behlül OKUŞLUK

Batman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi; behlulokusluk73@gmail.com; ORCID: 0009-0003-8024-8240

ÖZET

Amaç: Çocukluk çağı epilepsisinde nöbet ilk yardımının aile ve okul ortamlarında tutarlı biçimde uygulanabilmesi için yazılı nöbet eylem planlarının işlevini ve dijital sağlık bilgisinin güvenliğine ilişkin gereksinimleri tartışmaktır.

Yöntem: Bu anlatı derlemesinde nöbet ilk yardımı, okulda epilepsi yönetimi, bireyselleştirilmiş eylem planları ve dijital sağlık bilgisinin niteliğiyle ilgili rehberler ve araştırmalar tematik olarak ele alınmaktadır. Sistematik tarama veya meta-analiz yapılmamış; yeni hasta verisi ya da yapay zekâ yanıtı toplanmamıştır.

Bulgular: Temel ilk yardım önerileri nöbet süresinin izlenmesini, çocuğun fiziksel güvenliğinin sağlanmasını, zararlı müdahalelerden kaçınılmasını ve acil yardım gerektiren durumların tanınmasını içerir. Ancak genel öneriler, çocuğun nöbet özelliklerini, varsa reçeteli kurtarma tedavisine ilişkin talimatları ve bakım ekibinin belirlediği acil durum koşullarını içeren yazılı planın yerini tutmaz. Aile, okul hemşiresi ve ilgili öğretmenler arasında planın güncel sürümünün paylaşılması; sorumlulukların, yardım çağırma koşullarının ve aileyle iletişim adımlarının önceden belirlenmesi, ortamlara göre değişen uygulamaların azaltılması açısından önem taşır. Çevrim içi içerikler ve üretken yapay zekâ tarafından hazırlanan açıklamalar ise okunaklı görünmelerine karşın klinik doğruluk, anlaşılabilirlik, uygulanabilirlik ve çocuğa özgü planla uyum yönünden ayrıca incelenmelidir. Dijital bir metnin, bireysel ilaç dozu veya acil yardım kararını bağımsız biçimde belirlemesi güvenli kabul edilmemelidir.

Sonuç: Nöbet ilk yardımında aile ve okul arasındaki süreklilik, güncel eylem planının ortak biçimde anlaşılması, erişilebilir olması ve bakım ekibiyle birlikte gözden geçirilmesiyle desteklenebilir. Dijital sağlık bilgisi eğitime katkı sunabilir; güvenli kullanım için klinik olarak doğrulanmış plan ve sağlık profesyonellerinin rehberliği esas alınmalıdır. Eğitim materyallerinde kimin hangi koşulda hangi adımı atacağı açıkça yazılmalı; yeni nöbet özellikleri veya tedavi değişiklikleri olduğunda hem aileye hem okul ekibine güncelleme ulaştırılmalıdır. Önerilen yaklaşım, gelecekte aile ve okul kullanıcılarıyla yapılacak araştırmalarda sınanabilir.

Anahtar Kelimeler: Çocukluk çağı epilepsisi; nöbet ilk yardımı; nöbet eylem planı; okul sağlığı; dijital sağlık bilgisi

ISBN : 978-625-8795-68-4

ALLODAT: COMPUTATIONAL MAPPING OF PUTATIVE ALLOSTERIC POCKETS IN THE DOPAMINE TRANSPORTER AND PRELIMINARY STRUCTURE-BASED LIGAND SCREENING

Doç. Dr. KADER ŞAHİN

Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, kadersahin@bandirma.edu.tr- 0000-0002-9056-9000

ABSTRACT

The dopamine transporter (DAT) plays a central role in regulating synaptic dopamine levels by mediating dopamine reuptake and is an important pharmacological target. Although most studies have focused on the orthosteric binding site, cryptic and lateral pockets may provide alternative opportunities for modulating DAT function. However, the functional significance of these regions remains poorly understood. In this study, we aimed to identify potential non-orthosteric binding pockets in DAT and develop a computational strategy for exploring their possible involvement in negative allosteric modulation. The inhibitor-bound cryo-EM structure of DAT (PDB ID: 8Y2D) was prepared using the Protein Preparation Wizard in Schrödinger Maestro, with protonation states assigned at pH 7.4 followed by energy minimization. Potential binding pockets were identified and evaluated using SiteMap. Compounds from the ChemDiv library were prepared using LigPrep, filtered according to Lipinski and Veber criteria, and subjected to structure-based virtual screening using Glide. Preliminary SiteMap analysis identified a promising pocket located away from the dopamine-binding region. Molecular docking further revealed several candidate compounds capable of forming hydrogen-bonding and hydrophobic interactions within this pocket, with the best docking score reaching −9.346 kcal/mol. These initial findings suggest that the identified pocket may be suitable for further investigation as a potential alternative binding region. However, the docking results alone do not establish allosteric activity or inhibition of dopamine transport. To further investigate the relevance of this pocket, mutation scanning, molecular dynamics simulations, binding-energy calculations, and dopamine uptake assays in HEK293T cells are planned. Overall, this preliminary work provides a computational basis for investigating non-orthosteric ligand binding in DAT and identifying compounds for subsequent functional evaluation.

Keywords: dopamine transporter; allosteric pocket; SiteMap; molecular docking; virtual screening; molecular dynamics.

1. INTRODUCTION

Dopamine transporter (DAT, SLC6A3) is responsible for the reuptake of extracellular dopamine and plays a central role in regulating dopaminergic neurotransmission. Its conformational cycle is linked to substrate and ion transport, making its dynamic organization relevant to both physiology and pharmacology (Nguyen et al., 2024; Srivastava et al., 2024).

ISBN : 978-625-8795-68-4

Classical transporter inhibitors often interact with the principal substrate-binding region. In contrast, non-orthosteric pockets could provide distinct opportunities for regulating conformational transitions. The uploaded project highlights unresolved questions concerning the positions, accessibility and functional consequences of DAT cryptic pockets, as well as the potential role of small molecules in their modulation (Razavi et al., 2017; Schmidt et al., 2022).

Cryptic pockets may be poorly represented in individual static structures and may become accessible as the protein explores alternative conformations. Accordingly, structure-based pocket prediction is a hypothesis-generating starting point rather than definitive evidence of allostery (Kuzmanic et al., 2020). The present contribution describes the actual preliminary computational work and the proposed validation strategy separately.

2. STUDY OBJECTIVE AND HYPOTHESIS

The objective is to prioritize putative DAT allosteric pockets, examine their sensitivity to selected amino-acid substitutions and identify candidate ligands that might indirectly reduce dopamine binding or uptake. The central hypothesis is that lateral or cryptic pockets outside the principal substrate-binding site can influence DAT conformational behavior and may be targeted by small molecules.

The scope is limited to monomeric DAT and approximately three to five candidate pockets. Negative allosteric modulation is the primary pharmacological direction under investigation; it is not an established outcome of the preliminary docking experiment.

3. MATERIALS AND METHODS

3.1. Structure preparation

The inhibitor-bound cryo-electron microscopy structure PDB 8Y2D was selected as the starting configuration (https://www.rcsb.org/structure/8Y2D). The DAT model was processed in Schrödinger Maestro using Protein Preparation Wizard. Missing side-chain atoms and hydrogens were added, protonation states were assigned at pH 7.4, and geometry was optimized by energy minimization. The structure provides an initial conformational snapshot, not direct experimental proof of a particular allosteric site.

3.2. Preliminary pocket identification. SiteMap was used to identify candidate surface cavities and compare SiteScore, DScore, volume, polarity, hydrophobicity and ligand-accommodation properties. The pocket ranked most favorably and judged potentially connected to the dopamine-binding region was prioritized for preliminary screening. The project does not report on the actual numerical SiteScore, DScore or cavity volume for this pocket; these should be added when exported results are available.

3.3. Ligand preparation and docking. Compound sets were prepared using LigPrep and filtered using Lipinski and Veber criteria. A multistage Glide docking procedure was then applied to the prioritized pocket. The project describes inspection of hydrogen-bond and

ISBN : 978-625-8795-68-4

hydrophobic interactions and reports the best docking score as −9.346. This score is a docking output, not an experimentally measured affinity, inhibitory potency or free energy.

3.4. Proposed mutation analysis. The planned workflow selects residues associated with cavity opening, solvent exposure, dynamic correlations with the S1 region and evolutionary conservation. BioLuminate residue scanning will estimate stability changes (ΔΔG); alanine substitutions and physicochemical substitutions will be evaluated. Short 50 ns and extended 200–500 ns Desmond simulations are proposed to assess RMSD, RMSF, hydrogen-bond persistence and conformational sensitivity.

3.5. Proposed extended screening and molecular dynamics. ZINC, Enamine, ChemDiv, Specs and Otava collections are to be prepared using LigPrep, Lipinski/Veber, PAINS and reactive-group filters. Glide HTVS, SP and XP, optionally induced-fit docking, followed by Prime MM-GBSA are proposed to rank candidates. Molecular dynamics will compare ligand-free and ligand-bound states and characterize cavity opening using ΔSASA and tICA/MSM. Binding scores or MM-GBSA estimates alone cannot establish allosteric efficacy.

3.6. Proposed functional validation. The project plans transient expression of wild-type and mutant DAT in HEK293T cells, Sanger confirmation of mutations, Western blot verification, XTT viability analysis, concentration-dependent dopamine uptake measurement and cell-surface biotinylation. WT, mock-transfected and known inhibitor controls are included. Uptake changes will be interpreted alongside surface/total DAT abundance to distinguish potential functional modulation from trafficking effects (Loland et al., 2012; Sorkina, 2021).

3.7. Proposed data analysis. Uptake dose-response curves will be fitted by four-parameter nonlinear regression to derive IC_{50} values; WT versus mutant effects will be assessed using ΔIC_{50} and analysis of variance as described in the application. Biological replication, effect sizes and uncertainty reporting should be specified before definitive inference.

4. PRELIMINARY RESULTS

4.1. Protein preparation and pocket prioritization.

The initial DAT model was prepared and a SiteMap analysis completed. A candidate pocket outside the principal dopamine-binding region was selected based on qualitative structural and physicochemical evaluation. Figure 1 reproduces the project's original DAT/pocket visualization. No experimentally verified pocket-opening kinetics are available at this stage.

ISBN : 978-625-8795-68-4

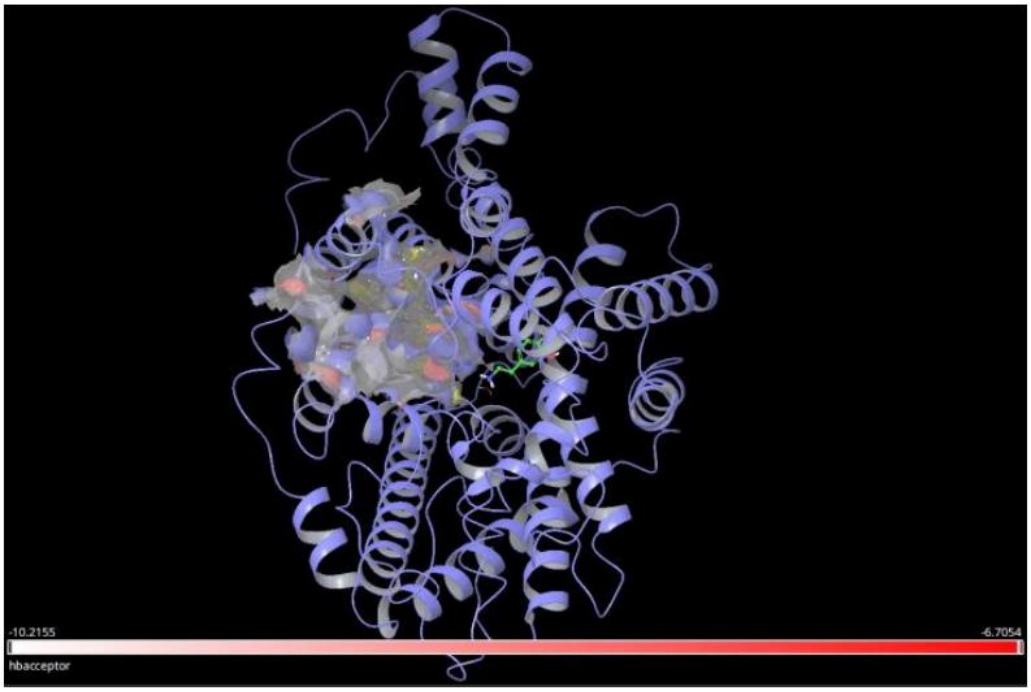


Figure 1. DAT structure (PDB 8Y2D) and highlighted candidate pocket.

4.2. ChemDiv docking. The preliminary virtual screen produced candidate ligands with predicted interactions in the prioritized pocket. The strongest reported Glide docking score was −9.346. Figure 2 reproduces the original project visualization of a DAT–dopamine–candidate ligand arrangement. Ligand identifier, molecular structure, individual interaction residues and full docking score distribution was not provided in the application.

ISBN : 978-625-8795-68-4



Figure 2. Proposed DAT–dopamine–candidate ligand complex.

4.3. Evidence boundary. These results demonstrate feasibility of the computational setup and the presence of a dockable predicted pocket in the selected model. They do not demonstrate a negative allosteric mechanism, a decrease in dopamine binding, a change in dopamine uptake, or a therapeutic effect.

5. DISCUSSION

The combined use of cryo-EM structural information, pocket prediction and ligand docking offers a practical route to generate testable hypotheses about DAT regulation. In the present preliminary work, the distinction between a predicted non-orthosteric binding cavity and a functionally validated allosteric site is particularly important. A favorable docking pose does not establish whether the ligand changes the DAT transport cycle.

The planned MD simulations may help determine whether the candidate pocket remains accessible, opens transiently or communicates dynamically with the orthosteric region. Mutation analysis may further reveal residues important for this communication. Nevertheless,

ISBN : 978-625-8795-68-4

conformational correlations are not causal evidence. Comparing mutant and WT uptake under matched surface expression, alongside dose-dependent ligand responses, is therefore essential.

The project also anticipates ADMET assessment, including hERG, CYP and blood-brain barrier-related predictions. Such estimates can support compound prioritization but should not be treated as evidence of in vivo safety or central nervous system efficacy.

The principal limitations are the use of a single starting cryo-EM conformation in the preliminary work, missing quantitative pocket descriptors, the absence of compound identifiers and the lack of completed MD or functional data. The proposed workflow directly addresses several of these limitations but requires independent validation.

6. CONCLUSIONS

An initial structure-based workflow for DAT pocket mapping and ligand screening has been implemented. A candidate non-orthosteric pocket was prioritized, and a ChemDiv screening hit with a reported docking score of −9.346 was visualized. The results support further mechanistic study but cannot yet establish negative allosteric modulation. The next steps are quantitative pocket characterization, mutation-dependent MD, expanded virtual screening and controlled HEK293T uptake and surface-expression experiments.

ACKNOWLEDGMENT AND DISCLOSURE

This congress manuscript is based on the uploaded TÜBİTAK 1002-A AlloDAT application dated 6 February 2026. The preliminary results are those explicitly described in that document. The application does not provide a complete bibliographic appendix, ligand identity or experimental validation data.

REFERENCES

[1] Kuzmanic, A., Bowman, G. R., Juarez-Jimenez, J., Michel, J. ve Gervasio, F. L., Investigating Cryptic Binding Sites by Molecular Dynamics Simulations, Accounts of Chemical Research, 53(3), 654-661, 2020. https://doi.org/10.1021/acs.accounts.9b00613

[2] Loland, C. J., Mereu, M., Okunola, O. M., Cao, J., Prisinzano, T. E., Mazier, S., ... Newman, A. H., R-Modafinil (Armodafinil): A Unique Dopamine Uptake Inhibitor and Potential Medication for Psychostimulant Abuse, Biological Psychiatry, 72(5), 405-413, 2012. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2012.03.022

[3] Nguyen, H., Cheng, M. H., Lee, J. Y., Aggarwal, S., Mortensen, O. V. ve Bahar, I., Allosteric Modulation of Serotonin and Dopamine Transporters: New Insights from Computations and Experiments, Current Research in Physiology, 7, 100125, 2024. https://doi.org/10.1016/j.crphys.2024.100125

ISBN : 978-625-8795-68-4

[4] Razavi, A. M., Khelashvili, G. ve Weinstein, H., A Markov State-Based Quantitative Kinetic Model of Sodium Release from the Dopamine Transporter, Scientific Reports, 7, 40076, 2017. https://doi.org/10.1038/srep40076

[5] RCSB Protein Data Bank, PDB ID: 8Y2D, Protein Structure, https://www.rcsb.org/structure/8Y2D (Erişim tarihi: 26.10.2026).

[6] Refai, O., Aggarwal, S., Cheng, M. H., Gichi, Z., Salvino, J. M., Bahar, I., ... Mortensen, O. V., Allosteric Modulator KM822 Attenuates Behavioral Actions of Amphetamine in Caenorhabditis elegans Through Interactions with the Dopamine Transporter DAT-1, Molecular Pharmacology, 101(3), 123-131, 2022. https://doi.org/10.1124/molpharm.121.000400

[7] Schmidt, S. G., Malle, M. G., Nielsen, A. K., Bohr, S. S.-R., Pugh, C. F., Nielsen, J. C., ... Loland, C. J., The Dopamine Transporter Antiports Potassium to Increase the Uptake of Dopamine, Nature Communications, 13, 2446, 2022. https://doi.org/10.1038/s41467-022-30154-5

[8] Sorkina, T., Cheng, M. H., Bagalkot, T. R., Wallace, C., Watkins, S. C., Bahar, I., ... Sorkin, A., Direct Coupling of Oligomerization and Oligomerization-Driven Endocytosis of the Dopamine Transporter to Its Conformational Mechanics and Activity, Journal of Biological Chemistry, 296, 100430, 2021. https://doi.org/10.1016/j.jbc.2021.100430

[9] Srivastava, D. K., Navratna, V., Tosh, D. K., Chinn, A., Sk, M. F., Tajkhorshid, E., ... Gouaux, E., Structure of the Human Dopamine Transporter and Mechanisms of Inhibition, Nature, 632(8025), 672-677, 2024. https://doi.org/10.1038/s41586-024-07739-9

ISBN : 978-625-8795-68-4

İNDİRUBİNİN LİPOPOLİSAKKARİT İLE İNDÜKLENEN İNSAN PERİODONTAL LİGAMENT KAYNAKLI MEZENKİMAL KÖK HÜCRELERİNDE İNFLAMATUVAR YANIT ÜZERİNE ETKİSİ

Pari GULIYEVA

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimler Enstitüsü Kök Hücre Anabilim Dalı, Hücresel Tedavi ve Kök Hücre Üretim, Uygulama ve Araştırma Merkezi, ESTEM, Eskişehir, Türkiye, periquliyeva36@gmail.com, 0009-0001-3482-8573

Dr. Öğr. Üyesi Onur UYSAL

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimler Enstitüsü Kök Hücre Anabilim Dalı, Hücresel Tedavi ve Kök Hücre Üretim, Uygulama ve Araştırma Merkezi, ESTEM, Eskişehir, Türkiye, ouysal1971@gmail.com, 0000-0001-6800-5607

Uzm. Merve Nur SOYKAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimler Enstitüsü Kök Hücre Anabilim Dalı, Hücresel Tedavi ve Kök Hücre Üretim, Uygulama ve Araştırma Merkezi, ESTEM, Eskişehir, Türkiye, mervesykn@gmail.com, 0000-0003-1231-9791

Dr. Öğr. Üyesi Sibel GUNES BAGIS

Eskisehir Osmangazi University, Center for Cellular Therapy and Stem Cell Production, Application and Research (ESTEM), Eskisehir, Turkey, gunesibel@gmail.com, 0000-0003-0846-1170

Öğr. Gör. Tayfun ŞENGEL

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimler Enstitüsü Kök Hücre Anabilim Dalı, Hücresel Tedavi ve Kök Hücre Üretim, Uygulama ve Araştırma Merkezi, ESTEM, Eskişehir, Türkiye, tayfun.sengel@gmail.com, 0000-0002-1162-6979

Prof.Dr. Ayla EKER SARIBOYACI

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimler Enstitüsü Kök Hücre Anabilim Dalı, Hücresel Tedavi ve Kök Hücre Üretim, Uygulama ve Araştırma Merkezi, ESTEM, Eskişehir, Türkiye, aylaekersariboyaci@yahoo.com, 0000-0003-4536-9859

ÖZET

Periodontitis, periodontal dokularda kronik inflamasyon ve doku yıkımıyla karakterize multifaktöriyel bir hastalıktır. Porphyromonas gingivalis kaynaklı lipopolisakkarit (LPS), konak hücrelerinde Toll benzeri reseptör 4 (TLR4) aracılı sinyal mekanizmalarını aktive ederek siklooksijenaz-2 (COX-2) gibi inflamasyonla ilişkili mediyatörlerin ekspresyonunu artırabilmektedir. Bu süreçte salınan proinflamatuvar sitokinler ve prostaglandinler, periodontal doku hasarının gelişiminde önemli rol oynamaktadır.

ISBN : 978-625-8795-68-4

İndirubin, antiinflamatuvar etkileri de dahil olmak üzere çeşitli biyolojik özellikleri araştırılan doğal kökenli bir bisindol alkaloididir. Bununla birlikte, indirubinin periodontal inflamasyon üzerindeki etkileri ve insan periodontal ligament kaynaklı mezenkimal kök hücrelerde (iPDL-MKH) inflamatuvar yanıtı düzenleme potansiyeli yeterince açıklığa kavuşturulmamıştır. Bu çalışmada, indirubinin LPS ile indüklenen iPDL-MKH'lerde inflamatuvar yanıt üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Çalışma kapsamında insan periodontal ligament kaynaklı mezenkimal kök hücreler izole edilerek kültüre alınmış ve karakterize edilmiştir. LPS ile in vitro inflamasyon modeli oluşturulmuş, ardından indirubinin hücre canlılığı üzerindeki etkileri değerlendirilerek uygun uygulama konsantrasyonları belirlenmiştir. İnflamatuvar yanıtın değerlendirilmesi amacıyla TLR4 ve COX-2 pozitif hücre oranları akış sitometrisiyle; interlökin-6 (IL-6), tümör nekroz faktörü alfa (TNF-α) ve prostaglandin E_2 (PGE_2) düzeyleri ise enzime bağlı immünosorbent analiz (ELISA) yöntemiyle incelenmiştir.

Elde edilen bulgular, LPS uygulamasının iPDL-MKH'lerde TLR4 ve COX-2 pozitif hücre oranlarını istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artırdığını ve IL-6, TNF-α ile PGE_2 düzeylerinde artışa neden olduğunu göstermiştir. İndirubin uygulaması sonrasında ise LPS ile uyarılan hücrelerde TLR4 ve COX-2 pozitif hücre oranlarının yanı sıra IL-6, TNF-α ve PGE_2 düzeylerinde azalma gözlenmiştir.

Bu bulgular, indirubinin LPS ile indüklenen inflamatuvar yanıtı düzenleyebileceğini ve insan periodontal ligament kaynaklı mezenkimal kök hücrelerde potansiyel antiinflamatuvar etki gösterebileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, söz konusu etkilerin altında yatan moleküler mekanizmaların aydınlatılması ve indirubinin periodontal inflamasyondaki terapötik potansiyelinin değerlendirilmesi için ileri deneysel çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Bu çalışma, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından TYL-3437 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İndirubin, Lipopolisakkarit (LPS), Periodontal inflamasyon, Periodontal ligament kaynaklı mezenkimal kök hücreler, TLR4, COX-2.

ISBN : 978-625-8795-68-4

THE EFFECT OF INDIRUBIN ON THE INFLAMMATORY RESPONSE IN LIPOPOLYSACCHARIDE-INDUCED HUMAN PERIODONTAL LIGAMENT-DERIVED MESENCHYMAL STEM CELLS

Pari GULIYEVA

Eskisehir Osmangazi University, Center for Cellular Therapy and Stem Cell Production, Application and Research (ESTEM), Eskisehir, Turkey, periquliyeva36@gmail.com, 0009-0001-3482-8573

Dr. Ogr. Uyesi Onur UYSAL

Eskişehir Osmangazi University, Center for Cellular Therapy and Stem Cell Production, Application and Research (ESTEM), Eskişehir, Turkey, ouysal1971@gmail.com, 0000-0001-6800-5607

Uzm. Merve Nur SOYKAN

Eskisehir Osmangazi University, Center for Cellular Therapy and Stem Cell Production, Application and Research (ESTEM), Eskisehir, Turkey, mervesykn@gmail.com, 0000-0003-1231-9791

Ogr. Gor. Tayfun ŞENGEL

Eskisehir Osmangazi University, Center for Cellular Therapy and Stem Cell Production, Application and Research (ESTEM), Eskisehir, Turkey, tayfun.sengel@gmail.com, 0000-0002-1162-6979

Dr. Ogr. Uyesi Sibel GUNES BAGIS

Eskisehir Osmangazi University, Center for Cellular Therapy and Stem Cell Production, Application and Research (ESTEM), Eskisehir, Turkey, gunesibel@gmail.com, 0000-0003-0846-1170

Prof. Dr. Ayla EKER SARIBOYACI

Eskisehir Osmangazi University, Center for Cellular Therapy and Stem Cell Production, Application and Research (ESTEM), Eskisehir, Türkiye, aylaekersariboyaci@yahoo.com, 0000-0003-4536-9859

ABSTRACT

Periodontitis is a multifactorial disease characterized by chronic inflammation and progressive tissue destruction in periodontal tissues. Lipopolysaccharide (LPS) derived from Porphyromonas gingivalis can activate Toll-like receptor 4 (TLR4)-mediated signaling pathways in host cells, leading to increased expression of inflammation-associated mediators, including cyclooxygenase-2 (COX-2). The resulting production of pro-inflammatory cytokines and prostaglandins plays an important role in periodontal tissue damage.

ISBN : 978-625-8795-68-4

Indirubin is a naturally occurring bisindole alkaloid that has been investigated for various biological activities, including its anti-inflammatory properties. However, its effects on periodontal inflammation and its potential to modulate inflammatory responses in human periodontal ligament-derived mesenchymal stem cells (hPDL-MSCs) remain insufficiently understood. This study aimed to investigate the effects of indirubin on LPS-induced inflammatory responses in hPDL-MSCs.

Human periodontal ligament-derived mesenchymal stem cells were isolated, cultured, and characterized. Following the establishment of an in vitro LPS-induced inflammatory model, the effects of indirubin on cell viability were evaluated to determine appropriate treatment concentrations. To assess the inflammatory response, the proportions of TLR4- and COX-2-positive cells were analyzed by flow cytometry, while interleukin-6 (IL-6), tumor necrosis factor-alpha (TNF-α), and prostaglandin E_2 (PGE_2) levels were measured using enzyme-linked immunosorbent assays (ELISA).

The results demonstrated that LPS treatment significantly increased the proportions of TLR4- and COX-2-positive hPDL-MSCs and elevated IL-6, TNF-α, and PGE_2 levels. Following indirubin treatment, reductions were observed in the proportions of TLR4- and COX-2-positive cells, as well as in IL-6, TNF-α, and PGE_2 levels in LPS-stimulated hPDL-MSCs.

These findings suggest that indirubin may modulate LPS-induced inflammatory responses and exert potential anti-inflammatory effects in human periodontal ligament-derived mesenchymal stem cells. Nevertheless, further experimental investigations are required to elucidate the underlying molecular mechanisms and evaluate the therapeutic potential of indirubin in periodontal inflammation. This study was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Eskişehir Osmangazi University under Project No. TYL-3437.

Keywords: Indirubin, Lipopolysaccharide (LPS), Periodontal inflammation, Periodontal ligament-derived mesenchymal stem cells, TLR4, COX-2.

ISBN : 978-625-8795-68-4

YAPAY ZEKA DESTEKLİ FOTOĞRAF ANALİZİ İLE ELEKTRİK PANOSU ÇALIŞMALARINDA RİSK DEĞERLENDİRMESİ: 5×5 L TİPİ MATRİS, FİNE-KİNNEY, FMEA ve HRN YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI

Öğr. Gör. BORA ÜREDEN
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, bora.ureden@mku.edu.tr - 0000-0002-8109-3071

Öğr. Gör. HATİCE ÇORAPLI
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, haticekar@mku.edu.tr - 0000-0002-4526-8794

ÖZET

İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmelerinde kullanılan yöntemler, dikkate aldıkları risk bileşenlerinin ve puanlama ölçeklerinin farklı olması nedeniyle aynı tehlikeyi farklı öncelik düzeylerinde sıralayabilmektedir. Bu çalışma, elektrik panosu üzerinde çalışma faaliyetini gösteren bir saha fotoğrafında yapay zeka destekli görsel inceleme ile belirlenen tehlikelerin dört yarı nicel (yarı sayısal) risk değerlendirme yöntemi kullanılarak karşılaştırılmasını amaçlamaktadır. İncelenen yöntemler 5×5 L Tipi Risk Matrisi, Fine-Kinney, Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) ve Tehlike Derecelendirme Sayısı (HRN) 'dir. İlk aşamada çok modlu yapay zeka sistemi kullanılarak fotoğrafta gözlenebilir tehlikeler ve fotoğraftan doğrulanamayan değişkenler ayrıştırılmış, ardından ortak bir tehlike tablosu oluşturulmuştur. Belirlenen tehlikeler dört yöntemle ayrı ayrı puanlanmış; yöntemlerin farklı sayısal aralıkları nedeniyle ham risk skorları doğrudan karşılaştırılmamıştır. Bunun yerine tehlikeler her yöntemin kendi içinde sıralanmış, sıra değerleri 0–100 aralığında normalize edilmiş ve eşit ağırlıklı Birleşik Öncelik Puanı (BÖP) oluşturulmuştur. Bu uygulamada enerji izolasyonu/LOTO yetersizliği, enerjili bölümlere yaklaşma veya temas ve ark flaşına karşı yetersiz koruma dört yöntemde de üst sıralarda yer almıştır. SPSS programı kullanılarak yapılan analizlerde, yöntem sıralamaları arasındaki Keşifsel Spearman korelasyonlarının 0,71–0,97 aralığında olması ve Kendall uyum katsayısının W = 0,881 bulunması, bu tek vaka kapsamında yöntemlerin genel risk öncelik sıralamasında yüksek düzeyde benzerlik sergilemekle birlikte tamamen eşdeğer olmadığını göstermektedir. Bulgular, yapay zeka destekli fotoğraf analizinin uzman risk değerlendirmesinin yerine geçen bağımsız bir karar mekanizması olarak değil, tehlike taraması ve standartlaştırılmış karşılaştırmalı risk değerlendirmesini destekleyen bir araç olarak konumlandırılmasının daha uygun olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: İş Sağlığı ve Güvenliği, Yapay Zeka, Risk Değerlendirmesi, Fine-Kinney, FMEA, HRN, L Tipi Matris, Elektrik Güvenliği

ISBN : 978-625-8795-68-4

RISK ASSESSMENT IN ELECTRICAL PANEL WORK USING AI-ENABLED PHOTO ANALYSIS: A COMPARISON OF THE 5×5 L-TYPE MATRIX, FINE-KINNEY, FMEA, AND HRN METHODS

Lecturer BORA ÜREDEN
Hatay Mustafa Kemal University, bora.ureden@mku.edu.tr - 0000-0002-8109-3071

Lecturer HATİCE ÇORAPLI
Hatay Mustafa Kemal University, haticekar@mku.edu.tr - 0000-0002-4526-8794

ABSTRACT

The methods used in occupational health and safety risk assessments may rank the same hazard at different priority levels due to differences in the risk components they consider and the scoring scales they employ. This study aims to compare the hazards identified through AI-assisted visual analysis of a field photograph depicting work activities on an electrical panel using four semi-quantitative risk assessment methods. The methods examined are the 5×5 L-Type Risk Matrix, Fine-Kinney, Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), and Hazard Rating Number (HRN). In the first stage, a multimodal artificial intelligence system was used to distinguish between hazards observable in the photograph and variables that could not be verified from the photograph; subsequently, a common hazard table was created. The identified hazards were scored separately using the four methods; however, due to the methods' differing numerical ranges, the raw risk scores were not directly compared. Instead, the hazards were ranked within each method, the rank values were normalized to a 0–100 range, and an equally weighted Combined Priority Score (CPS) was created. In this application, inadequate energy isolation/LOTO, approaching or contacting energized parts, and inadequate protection against arc flashes ranked among the top hazards in all four methods. Analyses conducted using SPSS revealed that the exploratory Spearman correlations between method rankings ranged from 0.71 to 0.97, and the Kendall's coefficient of concordance was W = 0.881. This indicates that, within the scope of this single case, while the methods exhibited a high degree of similarity in the overall risk priority ranking, they were not entirely equivalent. The findings suggest that it is more appropriate to position AI-supported image analysis not as an independent decision-making mechanism that replaces expert risk assessment, but rather as a tool that supports hazard screening and standardized comparative risk assessment.

Keywords: Occupational Health and Safety, Artificial Intelligence, Risk Assessment, Fine-Kinney, FMEA, HRN, L-Type Matrix, Electrical Safety

ISBN : 978-625-8795-68-4

1.GİRİŞ

Risk değerlendirmesi, iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının temel unsurlarından biridir. Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, bu süreci işyerindeki tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörlerin analiz edilmesi, risklerin derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması süreci olarak tanımlamaktadır [1]. Yönetmelik ayrıca risk değerlendirmesinin ekip tarafından yürütülmesini öngörmektedir.

Risklerin değerlendirilmesinde tek ve evrensel bir teknik bulunmamaktadır. IEC 31010:2019, farklı risk değerlendirme tekniklerinin farklı karar bağlamlarında kullanılabileceğini ve yöntem seçiminin değerlendirmenin amacı, veri yapısı ve belirsizlik düzeyiyle uyumlu olması gerektiğini vurgulamaktadır [2].

Uygulamada yaygın kullanılan risk matrisleri kolay anlaşılmaları ve hızlı uygulanabilmeleri nedeniyle avantaj sağlamakla birlikte; sınırlı çözünürlük yani gerçek değerleri görememek, farklı risklerin aynı kategoriye atanabilmesi ve girdilerin uzman yorumuna bağımlılığı gibi metodolojik sorunlara sahiptir [3]. (Cox, 2008) çalışması, risk matrislerinin özellikle hassas risk sıralaması amacıyla kullanıldığında dikkatli yorumlanması gerektiğini göstermiştir.

Fine-Kinney yöntemi, olasılık ve sonuç şiddetine ek olarak tehlikeye maruziyet sıklığını ayrı bir değişken olarak değerlendirmektedir [4]. Bu yöntem, olasılık, maruziyet ve sonuç bileşenlerinin çarpımıyla karşılaştırmalı bir risk puanı üretmektedir. Türkiye'de metal sektöründe gerçekleştirilen karşılaştırmalı bir çalışmada Fine-Kinney yönteminin 5×5 matrise göre riskler arasında daha hassas ayrım sağlayabildiği bildirilmiştir [5].

FMEA ise risk değerlendirmesini yalnızca meydana gelme olasılığı ve sonuç şiddetiyle sınırlamamakta; hata türünün mevcut kontroller tarafından fark edilme zorluğunu da değerlendirmeye katmaktadır. IEC 60812:2018, FMEA'yı sistem, süreç, donanım, yazılım ve insan faaliyetlerindeki potansiyel hata türlerini, etkilerini ve nedenlerini sistematik biçimde belirlemek ve önceliğine göre sıralamak amacıyla kullanılabilecek bir yöntem olarak tanımlamaktadır [6]. Bununla birlikte geleneksel Risk Öncelik Sayısı yaklaşımının farklı O-S-F kombinasyonlarında aynı sonucu üretebilmesi literatürde bilinen bir sınırlılıktır [7].

HRN yaklaşımı ise gerçekleşme olasılığına, maruziyet sıklığına ve zarar derecesine ek olarak risk altında bulunan kişi sayısını ayrı bir parametre olarak hesaba katmaktadır. HRN'nin çok parametreli yapısı, kontrol öncesi ve kontrol sonrası risklerin karşılaştırılması amacıyla iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarında kullanılmıştır [8]. HRN ölçeklerinin uygulamalar arasında değişebilmesi nedeniyle seçilen puanlama şemasının çalışmada önceden tanımlanması ve tüm vakalarda aynı biçimde uygulanması önemlidir.

Bilgisayarlı görü ve yapay zekâ tabanlı güvenlik uygulamaları son yıllarda iş sağlığı ve güvenliği alanında hızla gelişmektedir. Bilgisayarlı görü sistemlerinin çalışan davranışlarının, kişisel koruyucu donanım kullanımının ve çalışan-çevre etkileşimlerinin belirlenmesinde önemli potansiyel taşıdığı bildirilmiştir [9]. Sistematik literatür bulguları, bilgisayarlı görü ve Nesnelerin İnterneti teknolojilerinin özellikle şantiye güvenliği yönetiminde öne çıktığını

ISBN : 978-625-8795-68-4

göstermektedir [10]. Daha güncel araştırmalar da görsel veriden otomatik risk hesaplama ve güvenlik risklerinin mekânsal olarak görselleştirilmesi yönünde ilerlemektedir [11 - 12].

Bu araştırmanın temel yeniliği, yapay zekâ destekli tek bir görsel tehlike envanterini dört farklı yarı nicel risk değerlendirme yöntemine aynı analiz birimleriyle uygulaması ve yöntemlerin farklı puan ölçeklerini ham değerler üzerinden değil, normalize edilmiş risk sıralamaları üzerinden karşılaştırmasıdır.

Araştırma üç soruya odaklanmaktadır:

S1: Dört yöntem aynı elektriksel tehlikeleri benzer bir öncelik sırasına göre mi değerlendirmektedir?

S2: Yöntemlere özgü parametreler risk sıralamalarında hangi farklılıkları oluşturmaktadır?

S3: Farklı puan ölçekleri, sıra temelli normalizasyon yoluyla ortak bir karşılaştırma çerçevesinde değerlendirilebilir mi?

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Araştırma

Araştırma, tek vaka üzerinden yürütülen karşılaştırmalı ve keşifsel bir yöntem çalışması olarak tasarlanmıştır. Araştırma nesnesi, bir çalışanın açık elektrik panosuna el aleti kullanarak müdahale ettiği çalışma sahası fotoğrafıdır. Bu fotoğraf ücretsiz ve telifsiz bir internet sitesinden alınmıştır [13]. Çalışma dört aşamada gerçekleştirilmiştir: (i) fotoğrafın yapay zekâ destekli incelenmesi ve ortak tehlike envanterinin oluşturulması, (ii) aynı tehlikelerin dört risk değerlendirme yöntemiyle ayrı ayrı puanlanması, (iii) düzeltici ve önleyici faaliyetlerin belirlenmesi ve (iv) yöntem sonuçlarının sıra normalizasyonu ile uyum analizleri kullanılarak karşılaştırılması.

Yapay zekâ sistemi bu çalışmada karar verici değil, karar destek aracı olarak kullanılmıştır. Görsel analiz, çok modlu üretken yapay zekâ aracı ChatGPT (OpenAI; GPT-5.6 Sol) ile Eylül 2026 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Fotoğraftan kesin olarak belirlenemeyen pano gerilimi, enerji izolasyonu, LOTO uygulaması, eldivenlerin elektriksel sınıfı, aletlerin sertifikasyonu, gerçek maruziyet sıklığı ve sahadaki toplam çalışan sayısı mevcutmuş ya da yokmuş gibi kabul edilmemiş; bu değişkenler açık ve ihtiyatlı (tedbirli) varsayımlar altında değerlendirilmiştir.

ISBN : 978-625-8795-68-4



Görsel 1. Yapay zekâ destekli risk değerlendirmesinde kullanılan elektrik panosu çalışma sahası görüntüsü, Magnific / ücretsiz-fotoğraf

2.2 Ortak Tehlike Listesi

Fotoğrafta açık elektrik panosu üzerinde çalışma görülmekle birlikte enerjinin kesilip kesilmediği görüntüden doğrulanamamaktadır. Bu nedenle değerlendirmede "pano enerjili olabilir" şeklinde bir senaryo kullanılmıştır.

Karşılaştırmanın metodolojik geçerliliğini artırmak amacıyla dört yöntem farklı tehlike ifadeleriyle uygulanmamış, ortak bir analiz birimi oluşturulmuştur. Böylece yöntemlerden birinde "elektrik çarpması", diğerinde "LOTO eksikliği" ve başka bir yöntemde "enerjili parçaya temas" gibi farklı kavramsal seviyelerin doğrudan karşılaştırılması önlenmiştir.

Çizelge 1. Karşılaştırmada Kullanılan Ortak Tehlike Listesi

Kod	Ortak Tehlike / Hata Senaryosu
H1	Enerji izolasyonu veya LOTO'nun uygulanmaması / doğrulanamaması
H2	Çalışanın elinin, kolunun veya el aletinin enerjili bölgeye yaklaşması / teması
H3	El aleti kaynaklı kısa devre veya elektrik arkının başlatılması
H4	Ark flaşına karşı yüz ve vücut korumasının yetersiz olması veya doğrulanamaması
H5	Açık pano çalışma alanının bariyer ve uyarılarla yeterince sınırlandırılmaması
H6	Keskin pano elemanları veya kablo uçlarıyla temas
H7	Öne eğilerek ve uzanarak çalışmaya bağlı ergonomik zorlanma

2.3 Uygulanan Risk Değerlendirme Yöntemleri

Çalışmada kullanılan risk değerlendirme yöntemleri aşağıda tablo halinde sunulmuştur.

ISBN : 978-625-8795-68-4

Çizelge 2. Çalışmada Karşılaştırılan Risk Değerlendirme Yöntemleri

Yöntem	Çalışmada kullanılan yapı	Ayırt edici parametre
5×5 L Tipi Matris	R = O x Ş	Olasılık ve Şiddet
Fine-Kinney	R = O x F x Ş	Maruziyet Frekansı
FMEA	RÖS = O x S x F	Fark Edilebilirlik
HRN	HRN = LO x FE x DPH x NP	Risk Altındaki Kişi Sayısı

2.3.1 5×5 L Tipi Matris

5×5 L Tipi Matris uygulamasında olasılık ve şiddet 1–5 arasında değerlendirilmiş ve iki parametrenin çarpımıyla risk skoru elde edilmiştir. Risk matrislerinin kategorik puanlama yapısı kolay uygulanabilir olmakla birlikte, farklı gerçek risk büyüklüklerini aynı sınıfa sıkıştırabilmesi nedeniyle yöntemler arası esas karşılaştırma ham skor değil risk sırası üzerinden yürütülmüştür [3].

R = Olasılık x Şiddet (R = O x Ş)

2.3.2 Fine-Kinney

Fine-Kinney değerlendirmesinde risk puanı tehlikeli olayın meydana gelme olasılığı, maruziyet frekansı ve olası sonucun şiddetinin çarpımı ile hesaplanmıştır. Yöntemin temel yapısı Kinney ve Wiruth'un (1976) pratik risk analiz sistemine dayanmaktadır.

R = Olasılık x Frekans x Şiddet (R = O × F × Ş)

2.3.3 FMEA

FMEA'da her hata türü 1–10 ölçeğinde meydana gelme olasılığı, şiddet ve fark edilebilirlik açısından değerlendirilmiştir. Bu çalışmada FMEA için evrenselmiş gibi sabit RÖS eşikleri varsayılmamış; karşılaştırmada doğrudan RÖS sıralaması esas alınmıştır. Bu tercih, farklı O-S-F kombinasyonlarının aynı RÖS değerini üretebilmesi gibi geleneksel yaklaşımın bilinen sınırlılıkları nedeniyle yapılmıştır [7].

RÖS = Olasılık x Şiddet x Fark Edilebilirlik (RÖS = O × S × F)

2.3.4 HRN

HRN puanı gerçekleşme olasılığı (LO), maruziyet sıklığı (FE), meydana gelebilecek zararın derecesi (DPH) ve risk altında bulunan kişi sayısının (NP) çarpımıyla hesaplanmıştır. HRN ölçekleri uygulamalar arasında farklılaşabildiğinden, çalışmada kullanılan ölçekler analiz başlamadan önce sabitlenmiş ve tüm tehlikelere aynı biçimde uygulanmıştır.

HRN = Olasılık x Sıklık x Zarar Derecesi x Kişi Sayısı (HRN = LO × FE × DPH × NP)

2.4 Yöntemler Arası Karşılaştırma ve Normalizasyon

Dört risk değerlendirme yönteminin farklı puan ölçeklerinde sonuç üretmesi nedeniyle ham skorlar doğrudan karşılaştırılmamıştır. OECD/JRC (2008) tarafından açıklanan sıralama ve

ISBN : 978-625-8795-68-4

Min–Max normalizasyon yaklaşımlarından hareketle, her yöntemde elde edilen risk sıraları 0–100 aralığına doğrusal olarak yeniden ölçeklendirilmiştir [14].

Bu çalışma kapsamında söz konusu dönüştürülmüş değer "Normalize Edilmiş Öncelik Puanı (NOP)" olarak adlandırılmış ve [NOP = 100 x $(n-r)/(n-1)$] eşitliği kullanılmıştır. NOP, OECD/JRC tarafından tanımlanmış standart bir indeks olmayıp, bu araştırmada yöntemler arası karşılaştırmayı sağlamak amacıyla oluşturulan türetilmiş bir göstergedir.

$NOP_{ij} = 100 \times (n - r_{ij}) / (n - 1)$

Burada n toplam tehlike sayısını, r_{ij} ise i'inci tehlikenin j'inci yöntem içindeki sıra değerini göstermektedir. Dört yönteme herhangi bir yöntemin diğerinden üstün olduğuna ilişkin bir kanıt bulunmadığından eşit ağırlık verilmiştir. Birleşik Öncelik Puanı (BÖP) aşağıdaki biçimde hesaplanmıştır.

$BÖP = (NOP_{5x5} + NOP_{FK} + NOP_{FMEA} + NOP_{HRN}) / 4$

BÖP yeni veya standartlaştırılmış bir risk ölçütü değildir. Bu çalışmada farklı puan ölçeklerinin ortak bir sıralama düzleminde karşılaştırılmasını sağlayan araştırmacı tanımlı bir karar destek göstergesi olarak kullanılmıştır.

2.5 İstatistiksel Analiz

Yöntemlerin tehlikeleri sıralama biçimleri arasındaki ilişki SPSS programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Keşifsel olarak Spearman sıra korelasyon katsayısı incelenmiştir. Dört yöntemin genel sıralama uyumu ise Kendall W katsayısı kullanılarak değerlendirilmiştir. Analiz birimi yalnızca yedi ortak tehlikeden ve tek fotoğraftan oluştuğu için istatistiksel anlam değeri olan p değerleri doğrulayıcı istatistiksel kanıt olarak değil, pilot örneklem içindeki uyumun betimleyici bir göstergesi olarak yorumlanmıştır.

3. BULGULAR

3.1 Dört Yöntemde Elde Edilen Risk Skorları

Sonuçlar, dört yöntemin aynı tehlikelere eşit sayısal değer atamadığını göstermektedir. Bunun temel nedeni yöntemlerin risk kavramını farklı parametrelerle temsil etmesidir. H2 tehlikesi Fine-Kinney ve HRN'de çok güçlü biçimde öne çıkarken, H1 FMEA'da en yüksek RÖS değerine ulaşmıştır. 5×5 Matris ise H1 ve H4'ü aynı en yüksek risk puanında sınıflandırmıştır.

Çizelge 3. Dört Yöntemde Elde Edilen Ham Risk Skorları

Tehlike	5×5	Fine-Kinney	FMEA RÖS	HRN
H1 – Enerji izolasyonu / LOTO yetersizliği	20	360	480	187,5
H2 – Enerjili bölgeye yaklaşma / temas	15	1440	270	300
H3 – El aleti kaynaklı kısa devre / ark	12	270	252	187,5
H4 – Ark koruyucu KKD yetersizliği	20	540	400	150
H5 – Çalışma alanının sınırlandırılmaması	12	120	192	75
H6 – Keskin pano elemanlarıyla temas	6	54	80	6,25

ISBN : 978-625-8795-68-4

H7 – Ergonomik olmayan çalışma duruşu	6	54	72	6,25

3.2 Normalleştirilmiş Ortak Risk Skorları

Birleşik sonuçlara göre enerji izolasyonu/LOTO yetersizliği ile enerjili bölgelere yaklaşma veya temas ortak olarak en yüksek önceliğe sahiptir. Ark flaşı korumasının yetersizliği üçüncü, el aleti kaynaklı kısa devre/ark senaryosu ise dördüncü sırada yer almıştır. Dört yöntem ölümcül elektrik enerjisiyle doğrudan ilişkili tehlikeleri üst sıralarda, daha düşük şiddetli mekanik ve ergonomik tehlikeleri ise alt sıralarda konumlandırmıştır.

Çizelge 4. Normalleştirilmiş Ortak Risk Skorları

Tehlike	**5×5**	**FK**	**FMEA**	**HRN**	**BÖP**	**Sıra**
H1 – Enerji izolasyonu / LOTO	91,67	66,67	100,00	75,00	83,33	1=
H2 – Enerjili bölgeye yaklaşma / temas	66,67	100,00	66,67	100,00	83,33	1=
H4 – Ark koruyucu KKD yetersizliği	91,67	83,33	83,33	50,00	77,08	3
H3 – El aleti kaynaklı kısa devre / ark	41,67	50,00	50,00	75,00	54,17	4
H5 – Çalışma alanının sınırlandırılmaması	41,67	33,33	33,33	33,33	35,42	5
H6 – Keskin pano elemanlarıyla temas	8,33	8,33	16,67	8,33	10,42	6
H7 – Ergonomik olmayan çalışma duruşu	8,33	8,33	0,00	8,33	6,25	7

3.3 Yöntemler Arası Sıralama Uyumu

Dört yöntemin ortak sıralamasına ilişkin Kendall uyum katsayısı W = 0,881 olarak hesaplanmıştır. Bağlı sıra düzeltmesiyle elde edilen yaklaşık ki-kare değeri 21,14 (sd = 6; $p \approx 0,002$) düzeyindedir.

Ancak yöntemler bağımsız rastgele değerlendiriciler olmadığı ve örneklem yalnızca yedi tehlikeden oluştuğu için bu sonuçlar istatistiksel genelleme amacıyla değil, pilot vaka içindeki sıralama uyumunun betimleyici göstergesi olarak değerlendirilmelidir.

Çizelge 5. Yöntemler Arası Sıralamalarda Keşifsel Spearman Korelasyonları

Yöntem çifti	**Spearman ρ**	**p**
5×5 – Fine-Kinney	0,871	0,011
5×5 – FMEA	0,973	<0,001
5×5 – HRN	0,710	0,074
Fine-Kinney – FMEA	0,847	0,016
Fine-Kinney – HRN	0,881	0,009
FMEA – HRN	0,764	0,046

ISBN : 978-625-8795-68-4

3.4 Düzeltici ve Önleyici Faaliyetler (DÖF)

Yapay zekâ destekli analiz sonucunda, her bir tehlike için yalnızca risk puanı ve risk seviyesi değil, aynı zamanda riski azaltmaya yönelik DÖF önerileri de elde edilmiştir. Böylece dört yöntemin çıktıları, risk öncelik skorlarının yanı sıra önerilen kontrol tedbirleri açısından da değerlendirilebilir hâle getirilmiştir.

Yapay zekâ tarafından üretilen DÖF önerileri, nihai karar niteliğinde olmayıp uzman değerlendirmesini destekleyen önleyici kontrol önerileri olarak ele alınmıştır.

Çizelge 6. Ortak tehlikeler için önerilen temel düzeltici ve önleyici faaliyetler.

Tehlike	Önerilen temel DÖF	Kontrol düzeyi
H1	Enerji izolasyonu, LOTO ve gerilim yokluğunun doğrulanması	Ortadan kaldırma / idari kontrol
H2	Enerjisiz çalışma; enerjili bölümlerin bariyer/yalıtım ile erişilemez hâle getirilmesi	Ortadan kaldırma / Mühendislik
H3	Elektrik işine uygun yalıtımlı el aletleri ve kontrollü çalışma yöntemi	Mühendislik / idari kontrol
H4	Ark tehlikesi değerlendirmesi ve uygun ark dayanımlı yüz/vücut KKD'si	KKD / idari kontrol
H5	Fiziksel bariyer, uyarı levhası ve yetkisiz giriş kontrolü	Mühendislik / idari kontrol
H6	Keskin kenarların giderilmesi/korunması ve uygun el koruması	Mühendislik / KKD
H7	Uygun çalışma yüksekliği, erişim mesafesi ve ergonomik platform	Mühendislik / ergonomi

4. TARTIŞMA

Bu çalışmanın temel bulgusu, dört farklı yarı nicel risk değerlendirme yönteminin aynı elektrik panosu çalışma senaryosunda en kritik elektriksel tehlikeleri büyük ölçüde ortak biçimde önceliğe göre sıralamasına rağmen, orta düzey tehlikelerin sıralanmasında farklı sonuçlar üretmesidir. Bu farklılaşma, yöntemlerin aynı kavramı farklı ölçeklerde ölçmesi kadar, riskin farklı boyutlarına duyarlı olmalarından da kaynaklanmaktadır.

5×5 L Tipi Matris'in iki parametreye dayanan yapısı hızlı bir ilk değerlendirme sağlamaktadır. Ancak olasılık ve şiddet dışında maruziyet süresi, fark edilebilirlik veya etkilenen kişi sayısı gibi faktörleri ayrı ayrı temsil etmemesi, farklı çalışma koşullarının aynı risk puanına ulaşmasına neden olabilmektedir. Bu durum risk matrislerinin sınırlı çözünürlük ve kategorik sıkıştırma sorunlarıyla uyumludur [3].

Fine-Kinney yönteminde maruziyet frekansının ayrı bir parametre olarak değerlendirilmesi, özellikle çalışanların sık biçimde elektrik enerjisine yakın çalıştığı senaryolarda risk sıralamasını değiştirebilmektedir. Aker'in (2020) metal sektöründeki karşılaştırmalı

ISBN : 978-625-8795-68-4

çalışmasında da Fine-Kinney yönteminin 5×5 matrise kıyasla daha hassas ayrım ürettiği bildirilmiştir.

FMEA'nın temel farklılığı fark edilebilirlik bileşenidir. Elektrik enerjisinin beklenmedik biçimde mevcut olması veya enerji izolasyonunun başarısız olması gibi olaylar meydana gelmeden önce kolay fark edilemiyorsa RÖS önemli ölçüde yükselmektedir. Bununla birlikte klasik RÖS yaklaşımında üç faktörün eşit ağırlıklı kabul edilmesi ve farklı risk profillerinin aynı çarpımı üretebilmesi, sonuçların yalnızca RÖS değerine indirgenmemesi gerektiğini göstermektedir [7].

HRN'nin ayırt edici yönü risk altındaki kişi sayısını bağımsız bir değişken olarak değerlendirmesidir. Bu özellik özellikle birden fazla çalışanın aynı elektrik tehlikesinden etkilenebileceği üretim veya bakım ortamlarında önem kazanabilir. Bununla birlikte tek bir fotoğraf, tehlikeye gerçek maruziyet sıklığını ve toplam risk altındaki kişi sayısını güvenilir biçimde belirlemek için yeterli değildir. Bu nedenle HRN'nin fotoğraf temelli kullanımında FE ve NP parametrelerinin saha bilgisiyle doğrulanması gerekir.

Yapay zekâ açısından bulgular dikkatli yorumlanmalıdır. Görüntü tabanlı sistemlerin iş sahalarındaki tehlikeleri tanıma ve güvenlik risklerini hesaplama potansiyeli giderek artmaktadır [9 – 11]. Bununla birlikte, bir yapay zekâ sisteminin fotoğrafta görünmeyen enerji durumu, bakım kaydı, prosedür uygulanması, ekipman sertifikasyonu veya gerçek maruziyet sıklığı hakkında kesin çıkarım yapması epistemik açıdan sorunludur. Bu nedenle bu çalışmanın yaklaşımı, yapay zekâyı "fotoğrafın ne gösterdiğini belirleyen ve olası tehlikeleri yapılandıran ilk tarama aracı", saha uzmanını ise "görsel dışı bağlamı doğrulayan nihai değerlendirici" olarak konumlandırmaktadır.

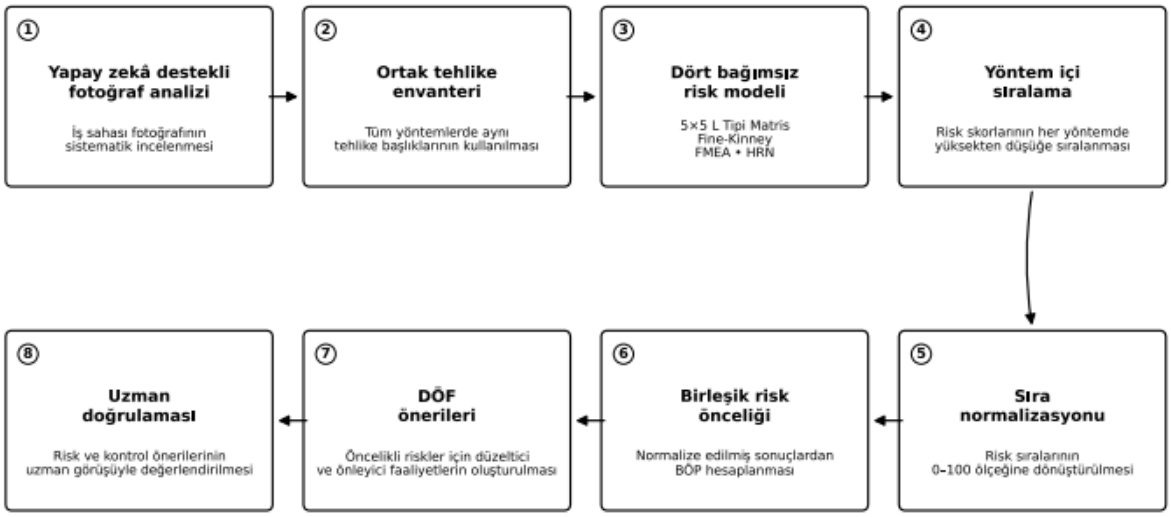
Birleşik Öncelik Puanının en önemli avantajı, doğrudan karşılaştırılamayan ham risk skorlarını ortak bir sıra ölçeğine taşımasıdır. Bununla birlikte, sıra normalizasyonu risk puanları arasındaki mutlak fark büyüklüklerini bilinçli olarak kaybetmektedir. Dolayısıyla BÖP, herhangi bir yöntemin yerine geçen yeni bir risk skoru değil, yalnızca yöntemler arası ortak öncelik sırasını özetleyen bir karşılaştırma göstergesi olarak değerlendirilmelidir.

5. BİLİMSEL KATKI VE UYGULAMA DEĞERİ

Çalışmanın özgün değeri yalnızca dört risk yönteminin aynı fotoğrafa uygulanması değildir. Temel katkı, tüm yöntemlerde ortak bir tehlike sözlüğü kullanılması, ham skorların doğrudan karşılaştırılmaması ve sıra-temelli ortak bir normalizasyon yaklaşımının benimsenmesidir. Bu yaklaşım, gelecekte çok sayıda iş sahası fotoğrafı ve uzman paneli değerlendirmesiyle genişletilebilir.

Önerilen araştırma akışı aşağıdaki görselde özetlenmiştir.

ISBN : 978-625-8795-68-4



Görsel 2. Çalışmanın Yöntemsel Akışı, (Python ve Colab Programları Kullanılarak Oluşturulmuştur)

6. SINIRLILIKLAR

Çalışmanın en önemli sınırlılığı tek bir fotoğraf ve tek bir çalışma senaryosuna dayanmasıdır. Fotoğraf enerji seviyesi, LOTO uygulaması, kısa devre gücü, ark enerjisi, gerçek çalışma sıklığı, çalışanın elektrik yetkinliği, KKD sertifikaları ve sahadaki toplam çalışan sayısı gibi kritik değişkenleri içermemektedir.

İkinci sınırlılık, dört risk yönteminin puanlarının uzman yargısına dayalı ordinal veya yarı nicel ölçeklerden oluşmasıdır. Çarpma işlemi sonucunda sayısal bir değer elde edilmesi bu skorların gerçek kaza olasılığı veya yıllık ölüm riski gibi fiziksel nicelikler olduğu anlamına gelmemektedir.

Üçüncü sınırlılık, yapay zekâ değerlendirmesinin bağımsız İSG ve elektrik uzmanlarından oluşan bir panel tarafından körleme yöntemiyle doğrulanmamış olmasıdır. Bu nedenle mevcut sonuçlar pilot yapay zekâ destekli ön değerlendirme olarak kabul edilmelidir.

Son olarak BÖP, uluslararası standart tarafından tanımlanmış bir risk metriği değildir; bu çalışmada yalnızca yöntemlerin sıralamalarını ortak bir ölçeğe taşıyan araştırmacı tarafından tanımlanan karşılaştırma göstergesidir.

7. SONUÇ

Bu çalışma, yapay zekâ destekli fotoğraf analizi sonucunda belirlenen elektrik panosu tehlikelerinin 5×5 L Tipi Matris, Fine-Kinney, FMEA ve HRN yöntemleriyle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesini ele almıştır.

Pilot sonuçlarda enerji izolasyonu/LOTO yetersizliği ve enerjili bölgelere yaklaşma veya temas dört yöntemin ortak olarak en kritik riskleri arasında belirlenmiştir. Ark flaşına karşı yetersiz koruma ve el aleti kaynaklı kısa devre/ark senaryoları da yüksek birleşik öncelik göstermiştir. Buna karşılık kesilme ve ergonomik zorlanma gibi sonuç şiddeti daha sınırlı tehlikeler tüm yöntemlerde alt sıralarda yer almıştır.

ISBN : 978-625-8795-68-4

Yöntemlerin aynı riskleri tamamen aynı sırada değerlendirmediği görülmüştür. Bu farklılık bir yöntem hatası olarak değil, yöntemlerin riskin farklı bileşenlerine duyarlılığının sonucu olarak yorumlanmalıdır. Fine-Kinney maruziyet frekansını, FMEA fark edilebilirliği, HRN ise maruziyet frekansıyla birlikte risk altındaki kişi sayısını ayrı parametreler olarak değerlendirirken 5×5 Matris daha sade bir olasılık-şiddet yapısı kullanmaktadır.

Çalışmanın temel sonucu "hangi yöntem en iyidir?" sorusundan ziyade "hangi yöntem riskin hangi boyutuna daha duyarlıdır?" sorusunun daha anlamlı olduğudur. Yapay zekâ destekli görsel inceleme, tehlike envanterinin oluşturulmasını ve aynı fotoğraf üzerinde standartlaştırılmış çoklu yöntem karşılaştırmasını kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte fotoğraftan gözlenemeyen saha değişkenleri hakkında kesin hüküm verilmemeli ve nihai risk puanları yetkin uzmanlar tarafından doğrulanmalıdır.

Sonuç olarak önerilen çerçeve, yapay zekâyı İSG uzmanının yerine koyan bir sistem değil; uzman kararını sistematikleştiren, karşılaştırılabilir hâle getiren ve tehlike taramasını destekleyen bir karar destek yaklaşımıdır.

KAYNAKÇA

1. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2012, 29 Aralık). İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği. Resmî Gazete (Sayı 28512). https://resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121229-13.htm
2. International Electrotechnical Commission. (2019). IEC 31010:2019 Risk management—Risk assessment techniques (2nd ed.). IEC. https://cdn.standards.iteh.ai/sist-preview/72140/55da5b77eff64e2aa4e6cc632dcd7f9b/IEC-31010-2019.pdf (Erişim Tarihi : 21.08.2026)
3. Cox, L. A., Jr. (2008). What's wrong with risk matrices? Risk Analysis, 28(2), 497–512. https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2008.01030.x
4. Kinney, G. F., & Wiruth, A. D. (1976). Practical risk analysis for safety management (NWC Technical Publication 5865). Naval Weapons Center.
5. Aker, A. (2020). Metal sektöründe 5x5 matris ve Fine-Kinney yöntemi ile risk değerlendirmesi. Karaelmas Journal of Occupational Health and Safety, 4(1), 65–75. https://doi.org/10.33720/kisgd.630799
6. International Electrotechnical Commission. (2018). IEC 60812:2018 Failure modes and effects analysis (FMEA and FMECA) (3rd ed.). IEC. https://cdn.standards.iteh.ai/samples/21903/331059ef02794b548d049d58b18e456f/IEC-60812-2018.pdf
7. Liu, H.-C., Liu, L., & Liu, N. (2013). Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature review. Expert Systems with Applications, 40(2), 828–838. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.08.010
8. Yarahmadi, R., Moridi, P., & Roumiani, Y. (2016). Health, safety and environmental risk management in laboratory fields. Medical Journal of the Islamic Republic of Iran, 30, 343.
9. Guo, B. H. W., Zou, Y., Fang, Y., Goh, Y. M., & Zou, P. X. W. (2021). Computer vision technologies for safety science and management in construction: A critical review and future research directions. Safety Science, 135, 105130. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.105130

ISBN : 978-625-8795-68-4

10. Arshad, S., Akinade, O., Bello, S., & Bilal, M. (2023). Computer vision and IoT research landscape for health and safety management on construction sites. Journal of Building Engineering, 76, 107049. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.107049
11. Hou, X., Li, C., & Fang, Q. (2023). Computer vision-based safety risk computing and visualization on construction sites. Automation in Construction, 156, 105129. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105129
12. Rabbi, A. B. K., & Jeelani, I. (2024). AI integration in construction safety: Current state, challenges, and future opportunities in text, vision, and audio based applications. Automation in Construction, 164, 105443. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105443
13. https://www.magnific.com/tr/ucretsiz-fotograf/elektrik-panosunda-calisan-erkek-elektrikci-tulum-giyen-erkek-elektrikci_417293891.htm#fromView=keyword&page=1&position=1&uuid=8bdaf02b-7da3-4d7a-ac32-a304a9157571&query=Elektrik%C3%A7iler
14. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2008/08/handbook-on-constructing-composite-indicators-methodology-and-user-guide_g1gh9301/9789264043466-en.pdf
15. https://www.python.org
16. https://colab.research.google.com

ISBN : 978-625-8795-68-4

AŞIRI SINIF DENGESİZLİĞİ ALTINDA KREDİ KARTI SAHTECİLİĞİ TESPİTİ İÇİN GÖZETİMSİZ ANOMALİ TESPİT YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRMESİ

HAKAN KAVURGA

Malatya Turgut Özal Üniversitesi

hakankvrga@gmail.com - 0009-0005-7978-485X

Dr. Öğr. Üyesi ALİ FATİH GÜNDÜZ

Malatya Turgut Özal Üniversitesi

fatih.gunduz@ozal.edu.tr - 0000-0002-3838-6813

ÖZET

Anomali tespiti, diğer adıyla aykırı değer tespiti, gözlemlerin bir veri dağılımının beklenen davranışından önemli ölçüde sapanlarını belirlemeyi amaçlar. Ağ saldırısı tespiti, tıbbi tanı, endüstriyel izleme ve finansal sahtecilik tespiti gibi kritik uygulamaların temelini oluşturur. Sahtecilik tespiti, hileli işlemlerin nadir olması, zaman içinde değişmesi ve çoğunlukla meşru davranışı taklit edecek şekilde tasarlanması nedeniyle özellikle zordur. Bu çalışma, ciddi sınıf dengesizliği altında kredi kartı sahteciliği tespiti için gözetimsiz anomali tespit yöntemlerini değerlendirmektedir. Deneylerde, Avrupalı kart sahiplerinin işlemlerinden oluşan, 284.315 meşru ve 492 sahte kayıt içeren herkese açık Kredi Kartı Sahtecilik Tespiti veri seti (Kaggle, MLG-ULB) kullanılmıştır. Öznitelikler, gizlilik nedeniyle orijinal değişkenler paylaşılmadığından PCA ile dönüştürülmüş bileşenlerdir. Aşırı sınıf dengesizliği (yaklaşık %0,17 sahtecilik), doğruluk (accuracy) temelli değerlendirmeyi yanıltıcı kılar; çünkü hiçbir sahteciliği tespit etmeyen basit bir sınıflandırıcı bile yüksek doğruluk elde edebilir. Hesaplama verimliliği için 9.600 normal ve 400 anormal örnekten oluşan 10.000 işlemlik rastgele bir alt küme seçilmiş, bu da anomali oranını %4'e yükseltmiştir. Bağlantı Tabanlı Aykırılık Faktörü (COF), Yerel Aykırılık Faktörü (LOF), Isolation Forest ve Açı Tabanlı Aykırı Değer Tespiti (ABOD) karşılaştırılmıştır. Kirlilik (contamination) parametresi, örneklenen verinin gerçek anomali oranına uygun olarak tüm yöntemler için 0,04 alınmış; böylece her dedektör tam olarak 400 örneği anomali olarak işaretlemiş ve kesinlik, duyarlılık ve F1 skoru çakışmıştır. Bu ayar, pratikte nadiren bilinen anomali oranına dair ön bilgiyi varsaydığından, eşik tabanlı sonuçlar operasyonel performans için üst sınır olarak yorumlanmalıdır. Performans ayrıca Jaccard indeksi ve eşikten bağımsız AUPRC (precision-recall eğrisi altında kalan alan) ile değerlendirilmiştir. Isolation Forest en iyi performansı göstermiş (F1 skoru 0,6150, Jaccard indeksi 0,4440, AUPRC 0,6625), bunu ABOD izlemiştir (F1 skoru 0,3025, AUPRC 0,2421). LOF (F1 skoru 0,0900, AUPRC 0,0565) ve COF (F1 skoru 0,0046, AUPRC 0,0039) düşük performans sergilemiştir. Bu bulgular, ağaç tabanlı izolasyon yaklaşımının, yüksek boyutlu ve dengesiz sahtecilik verilerinde yerel yoğunluk ve bağlantı tabanlı yaklaşımlara kıyasla daha dayanıklı olduğunu düşündürmektedir.

ISBN : 978-625-8795-68-4

Anahtar Kelimeler : Anomali tespiti, aykırı değer tespiti, sahtecilik tespiti, sınıf dengesizliği, kirlilik oranı (contamination), Isolation Forest, LOF, COF, ABOD

COMPARATIVE EVALUATION OF UNSUPERVISED ANOMALY DETECTION METHODS FOR CREDIT CARD FRAUD DETECTION UNDER SEVERE CLASS IMBALANCE

ABSTRACT

Anomaly detection, or outlier detection, is concerned with identifying observations that deviate significantly from the expected behavior of a data distribution. It underpins critical applications such as network intrusion detection, medical diagnosis, industrial monitoring, and financial fraud detection. Fraud detection is particularly challenging because fraudulent transactions are rare, evolve over time, and are often designed to resemble legitimate behavior. This study evaluates unsupervised anomaly detection methods for credit card fraud detection under severe class imbalance. The experiments used the public Credit Card Fraud Detection dataset (Kaggle, MLG-ULB), containing European cardholders' transactions: 284,315 legitimate and 492 fraudulent. The features are PCA-transformed components; original attributes are withheld for confidentiality. The extreme imbalance (approximately 0.17% fraud) makes accuracy-based evaluation misleading, since a trivial classifier can achieve high accuracy while detecting no fraud. For computational efficiency, 10,000 transactions (9,600 normal and 400 anomalous) were randomly sampled, raising the anomaly ratio to 4%. Four methods were compared: Connectivity-Based Outlier Factor (COF), Local Outlier Factor (LOF), Isolation Forest, and Angle-Based Outlier Detection (ABOD). The contamination parameter was set to 0.04 for all methods, matching the sample's true anomaly ratio. Each detector flagged exactly 400 instances, so precision, recall, and F1-score coincided. Because this setting assumes prior knowledge of the anomaly proportion, rarely available in practice, threshold-applied results should be interpreted as an upper bound on operational performance. Performance was additionally assessed using the Jaccard index and the threshold-independent area under the precision-recall curve (AUPRC). Isolation Forest achieved the best performance (F1-score of 0.6150, Jaccard index of 0.4440, AUPRC of 0.6625), followed by ABOD (F1-score of 0.3025, AUPRC of 0.2421). LOF (F1-score of 0.0900, AUPRC of 0.0565) and COF (F1-score of 0.0046, AUPRC of 0.0039) performed poorly. These findings suggest that tree-based isolation is more robust to high-dimensional, imbalanced fraud data than local density and connectivity approaches.

Keywords : Anomaly detection, outlier detection, fraud detection, class imbalance, contamination, Isolation Forest, LOF, COF, ABOD

ISBN : 978-625-8795-68-4

1. GİRİŞ

Anomali tespiti, veri kümesindeki çoğunluk davranışından önemli ölçüde sapan gözlemlerin belirlenmesini amaçlayan bir veri madenciliği ve makine öğrenmesi problemidir [1, 2]. Aykırı değer tespiti olarak da adlandırılan bu alan, ağ saldırısı tespiti, tıbbi tanı, endüstriyel arıza izleme ve finansal sahtecilik tespiti gibi birçok kritik uygulamada kullanılmaktadır [3]. Anomaliler çoğu zaman nadir görüldüğünden ve etiketli örnek elde etmek maliyetli olduğundan, gözetimsiz yöntemler bu alanda yaygın biçimde tercih edilmektedir [4].

Finansal sahtecilik, anomali tespitinin en yaygın uygulama alanlarından biridir. Kredi kartı sahteciliği, hem hane halkı hem de finans kuruluşları için ciddi ekonomik kayıplara yol açmakta ve bu nedenle etkili otomatik tespit sistemlerini zorunlu kılmaktadır [5, 6]. Ancak sahtecilik tespiti birkaç yapısal zorluk barındırır. Sahte işlemler toplam işlemlerin çok küçük bir bölümünü oluşturur, sahtekarların stratejileri zaman içinde değişir ve sahte işlemler çoğunlukla meşru davranışı taklit edecek şekilde gerçekleştirilir [7]. Ayrıca gizlilik kısıtları nedeniyle gerçek işlem verilerine erişim sınırlıdır; bu durum çalışmaların büyük kısmının sınırlı sayıdaki kamuya açık veri kümesine dayanmasına yol açmaktadır.

Bu zorlukların başında sınıf dengesizliği gelir. Azınlık sınıfının toplam verinin yalnızca çok küçük bir kısmını oluşturduğu durumlarda, öğrenme algoritmaları çoğunluk sınıfına yönelik yanlılık gösterebilir ve geleneksel doğruluk (accuracy) ölçütü yanıltıcı hâle gelir [8]. Örneğin, tüm işlemleri meşru olarak sınıflandıran basit bir model dahi %99'un üzerinde doğruluk elde edebilmekte, buna karşın hiçbir sahtecilik vakasını tespit edememektedir. Bu nedenle dengesiz veri kümelerinde kesinlik (precision), duyarlılık (recall), F1 skoru ve precision-recall eğrisi altında kalan alan (AUPRC) gibi azınlık sınıfına odaklanan ölçütlerin kullanılması önerilmektedir. Saito ve Rehmsmeier [9], pozitif sınıfın nadir olduğu durumlarda precision-recall eğrisinin ROC eğrisine kıyasla daha bilgilendirici olduğunu göstermiştir.

Literatürde gözetimsiz anomali tespiti için çeşitli yaklaşımlar önerilmiştir. Yerel Aykırılık Faktörü (Local Outlier Factor - LOF), bir gözlemin yerel yoğunluğunu komşularının yoğunluğuyla karşılaştırarak anomali skoru üretir [10]. Bağlantı Tabanlı Aykırılık Faktörü (Connectivity-Based Outlier Factor - COF), düşük yoğunluklu örüntülerde LOF'un sınırlılıklarını gidermek amacıyla komşular arasındaki bağlantı yolunu dikkate alır [11]. Açı Tabanlı Aykırı Değer Tespiti (Angle-Based Outlier Factor - ABOD), mesafe yerine veri noktaları arasındaki açıların varyansını kullanarak yüksek boyutlu verilerde mesafe ölçütlerinin zayıflamasından kaynaklanan sorunları azaltmayı hedefler [12]. Isolation Forest ise yoğunluk veya mesafe hesaplamak yerine, rastgele bölmelerle anomalilerin daha az sayıda adımda izole edilebilmesi ilkesine dayanır ve doğrusal zaman karmaşıklığı sayesinde büyük veri kümelerine uygundur [13]. Bu yöntemlerin performansı veri kümesinin boyutuna, boyut sayısına ve anomali oranına göre büyük farklılık göstermektedir [14, 15]. Bu durum, yöntemlerin gerçekçi ve dengesiz veri üzerinde karşılaştırmalı olarak incelenmesini gerekli kılmaktadır.

Bu çalışmada, Kaggle üzerinde yayımlanan ve Avrupalı kart sahiplerinin işlemlerini içeren Kredi Kartı Sahtecilik Tespiti veri kümesi [16] kullanılmıştır. Veri kümesi, 284.315 meşru ve 492 sahte işlemden oluşmakta olup sahte işlem oranı yaklaşık %0,17'dir. Hesaplama verimliliği amacıyla 9.600 normal ve 400 anormal örnekten oluşan 10.000 işlemlik rastgele bir alt küme oluşturulmuştur. COF, LOF, Isolation Forest ve ABOD yöntemleri, kontaminasyon parametresi

ISBN : 978-625-8795-68-4

0,04 olarak sabitlenerek uygulanmış ve performansları kesinlik, duyarlılık, F1 skoru, Jaccard indeksi ve AUPRC ölçütleriyle karşılaştırılmıştır.
Bu çalışmada dört yaygın gözetimsiz anomali tespit yönteminin aşırı dengesiz kredi kartı verisi üzerinde karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Eşik tabanlı ölçütlerin yanı sıra eşikten bağımsız AUPRC ölçütünün kullanılmasıyla literatüre katkıda bulunulmuştur ve kontaminasyon parametresinin önceden bilinmesinin sonuçların yorumlanmasına etkisi incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Veri Seti

Deneylerimizde kullandığımız veriler Kaggle üzerinden paylaşılan herkese açık MLG-ULB Kredi Kartı Sahtecilik Tespiti isimli veri setinden alınmıştır. Veri kümesi, Eylül 2013'te Avrupalı kart sahiplerinin iki günlük süre içinde gerçekleştirdiği toplam 284.807 işlemden oluşmaktadır. Orijinal veri setinde 284.315 meşru (%99,83) ve yalnızca 492 sahte (%0,17) işlem bulunmaktadır. Müşteri gizliliği nedeniyle orijinal öznitelikler paylaşılmamış, bunların yerine Temel Bileşen Analizi (Principal Component Analysis - PCA) ile dönüştürülerek V1'den V28'e kadar adlandırılan özellikler sunulmuştur. Yalnızca işlem zamanı (Time) ve işlem tutarı (Amount) orijinal hâliyle yer almaktadır. Bu verilerden Time bilgisi çalışmanın önişlem aşamasında çıkarlmış ve kalan 29 öznitelik StandardScaler ile ölçeklendirilmiştir. Ardından hesaplama verimliliği amacıyla, 9.600 normal ve 400 sahte işlemden oluşan toplam 10.000 işlemlik bir alt küme rastgele seçilmiştir. Sınıf bilgisi (Class) meşru işlemler (%96) için 0, sahte işlemler (%4) için 1 değeriyle etiketlenmiştir. Bu örnekleme sonucunda anomali oranı orijinal veri kümesindeki yaklaşık %0,17'den %4'e yükselmiştir. Dolayısıyla elde edilen performans değerlerinin, gerçek dağılıma sahip verideki performansı doğrudan yansıtmayabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

2.2. Anomali Tespit Yöntemleri

Çalışmada, farklı varsayımlara dayanan dört gözetimsiz anomali tespit yöntemi karşılaştırılmıştır. Yöntemler eğitim sürecinde sınıf etiketlerini kullanmamakta, etiketler yalnızca değerlendirme aşamasında başvurulan referans olarak kullanılmaktadır.
Yerel Aykırılık Faktörü (LOF): Bir gözlemin yerel erişilebilirlik yoğunluğunu, en yakın k komşusunun yoğunluğuyla karşılaştırır. Gözlemin yoğunluğu komşularına kıyasla belirgin biçimde düşükse LOF skoru 1'in üzerine çıkar ve gözlem aykırı olarak değerlendirilir [10].
Bağlantı Tabanlı Aykırılık Faktörü (COF): LOF'un yoğunluk varsayımını, komşular arasındaki zincirleme bağlantı yolunun ortalama maliyetini hesaplayarak genişletir. Bu sayede düşük yoğunluklu ve düzgün olmayan örüntülerde daha uygun skorlar üretmeyi hedefler [11].
Açı Tabanlı Aykırı Değer Tespiti (ABOD): Bir gözlemden diğer nokta çiftlerine giden vektörler arasındaki açıların varyansını inceler. Aykırı noktalar için bu varyans düşüktür. Yöntem, yüksek boyutlu uzaylarda mesafe ölçütlerinin ayırt ediciliğinin azalmasından daha az etkilenmektedir [12].

ISBN : 978-625-8795-68-4

Isolation Forest: Özniteliklerin ve bölme değerlerinin rastgele seçildiği ikili izolasyon ağaçları oluşturur. Anomaliler az sayıda ve ayrık olduğundan ağaç içinde daha kısa yol uzunluğuyla izole edilir. Anomali skoru, ağaç topluluğu üzerindeki ortalama yol uzunluğundan türetilir [13].

Komşuluk tabanlı modellerde komşu sayısı olarak 20 kullanılmıştır. Isolation Forest içinse ağaç sayısı 200 seçilmiştir. Tüm modellere contamination bilgisi 0.04 olarak sunulmuştur.

3. DENEYSEL BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Performans değerlendirmesinde anomali sınıfı pozitif sınıf kabul edilmiştir. DP, YP, YN sırasıyla doğru pozitif, yanlış pozitif ve yanlış negatif sayılarını göstermek üzere ölçütler aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

- Kesinlik (Precision) = DP / (DP + YP)
- Duyarlılık (Recall) = DP / (DP + YN)
- F1 skoru = 2 * Kesinlik * Duyarlılık / (Kesinlik + Duyarlılık)
- Jaccard indeksi = DP / (DP + YP + YN)
- Yanlış Negatif Oranı (FNR) = YN / (YN + DP) = 1 – Duyarlılık
- AUPRC (Avg Precision) = Duayrlılık/Kesinlik grafiğinde Duyarlılık artışlarıyla ağırlıklandırılmış Kesinlik değerleri toplamı

Eşik tabanlı ölçütlerden farklı olarak AUPRC, doğrudan anomali skorlarından hesaplanmakta ve kontaminasyon parametresinden bağımsız olduğu için yöntemlerin sıralama başarısını daha güvenilir biçimde yansıtmaktadır.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Dört yöntemin 10.000 örneklik deney kümesi üzerindeki performansı Çizelge 1'de sunulmuştur. Kontaminasyon parametresi 0,04 olarak ayarlandığından her yöntem tam olarak 400 örneği anomali olarak işaretlemiştir. Bu durumda yanlış pozitif ve yanlış negatif sayıları eşit olacağından tüm metotlar için kesinlik, duyarlılık ve F1 skoru birbirine eşit çıkmıştır.

Çizelge 1. Yöntemlerin performans karşılaştırması

Yöntem	Kesinlik	Duyarlılık	F1 skoru	Jaccard	AUPRC	FNR
Isolation Forest	0,6150	0,6150	0,6150	0,4440	0,6625	0,3850
ABOD	0,3025	0,3025	0,3025	0,1782	0,2421	0,6975
LOF	0,0900	0,0900	0,0900	0,0471	0,0565	0,9100
COF	0,0025	0,0263	0,0046	0,0023	0,0039	0,0401

Isolation Forest, tüm ölçütlerde en yüksek değerlere ulaşmıştır. Bu yöntem, 400 sahte işlemin yaklaşık 246'sını doğru tespit etmiş (F1 = 0,6150; AUPRC = 0,6625), yanlış negatif oranı 0,3850 olarak gerçekleşmiştir. ABOD ikinci sırada yer almış ve sahte işlemlerin yaklaşık %30'unu yakalayabilmiştir (F1 = 0,3025; AUPRC = 0,2421). LOF yalnızca yaklaşık 36 sahte işlemi doğru belirleyebilmiş (F1 = 0,0900; AUPRC = 0,0565), yanlış negatif oranı 0,9100

ISBN : 978-625-8795-68-4

olmuştur. COF ise tüm ölçütlerde ihmal edilebilir düzeyde değerler üretmiştir (F1 = 0,0046; AUPRC = 0,0039).

Dengesiz veride sonuçların yorumlanabilmesi için rastgele bir sınıflandırıcının referans değerinin bilinmesi gerekir. Rastgele bir tahminleyicinin AUPRC değeri yaklaşık olarak pozitif sınıf oranına eşittir [9] ve bu çalışmada 0,04'tür. Bu referansa göre Isolation Forest rastgele tahminin yaklaşık 16,6 katı, ABOD yaklaşık 6 katı, LOF ise yaklaşık 1,4 katı bir AUPRC değerine ulaşmıştır. COF'un AUPRC değeri (0,0039) bu referansın da altında kalmış, yani yöntem bu veri üzerinde rastgele tahminden daha iyi bir ayrım sağlayamamıştır.

Elde edilen bulgular, yoğunluk ve mesafeye dayalı yöntemlerin bu veri kümesinde zorlandığını, izolasyon tabanlı yaklaşımın ise belirgin biçimde daha başarılı olduğunu göstermektedir. Bu farkın birkaç olası nedeni bulunmaktadır. Bulgular yorumlanırken aşağıdaki sınırlılıklar göz önünde bulundurulmalıdır. (i) Örnekleme sonucunda anomali oranı %0,17'den %4'e yükselmiştir. Bu durum tespit problemini kolaylaştırmış olabilir, dolayısıyla mutlak performans değerleri gerçek dağılımda daha düşük olacaktır. (ii) Kontaminasyon parametresi gerçek anomali oranına eşitlenmiştir. Pratikte bu oran bilinmediğinden, eşik tabanlı ölçütler (kesinlik, duyarlılık, F1) operasyonel performansın üst sınırı olarak yorumlanmalıdır. Bu nedenle yöntemlerin karşılaştırılmasında eşikten bağımsız AUPRC daha güvenilir bir göstergedir. (iii) Deneyler tek bir rastgele örneklem üzerinde yapılmıştır. Farklı tohum değerleriyle tekrarlanan deneyler ve ortalama ± standart sapma değerleri, sonuçların istatistiksel güvenilirliğini artıracaktır. (iv) Hiperparametre optimizasyonu yapılmamıştır. Özellikle LOF, COF ve ABOD için komşu sayısı gibi parametrelerin sonuçlar üzerinde etkisi olabilir.

Özetle, bu çalışmada, COF, LOF, Isolation Forest ve ABOD yöntemleri aşırı dengesiz kredi kartı verisi üzerinde karşılaştırılmıştır. Isolation Forest, tüm ölçütlerde en iyi sonucu vererek (F1 = 0,6150; AUPRC = 0,6625) yüksek boyutlu ve dengesiz sahtecilik verisinde mesafe ve yoğunluk tabanlı yöntemlerden daha uygun bir seçenek olduğunu göstermiştir. ABOD orta düzeyde, LOF ve COF ise düşük performans sergilemiştir. Gelecek çalışmalarda orijinal sınıf dağılımının korunduğu deneyler, kontaminasyon parametresinin bilinmediği senaryolar, hiperparametre duyarlılık analizi ve etiketli veriden yararlanan yarı gözetimli veya gözetimli yöntemlerle karşılaştırma yapılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Hawkins, D. M. (1980). Identification of Outliers. Chapman and Hall.

[2] Chandola, V., Banerjee, A., & Kumar, V. (2009). Anomaly detection: A survey. ACM Computing Surveys, 41(3), 1–58.

[3] Aggarwal, C. C. (2017). Outlier Analysis (2. baskı). Springer.

[4] Zimek, A., Schubert, E., & Kriegel, H.-P. (2012). A survey on unsupervised outlier detection in high-dimensional numerical data. Statistical Analysis and Data Mining, 5(5), 363–387.

[5] Bolton, R. J., & Hand, D. J. (2002). Statistical fraud detection: A review. Statistical Science, 17(3), 235–255.

[6] Ahmed, M., Mahmood, A. N., & Islam, M. R. (2016). A survey of anomaly detection techniques in financial domain. Future Generation Computer Systems, 55, 278–288.

ISBN : 978-625-8795-68-4

[7] Dal Pozzolo, A., Caelen, O., Le Borgne, Y.-A., Waterschoot, S., & Bontempi, G. (2014). Learned lessons in credit card fraud detection from a practitioner perspective. Expert Systems with Applications, 41(10), 4915–4928.

[8] He, H., & Garcia, E. A. (2009). Learning from imbalanced data. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 21(9), 1263–1284.

[9] Saito, T., & Rehmsmeier, M. (2015). The precision-recall plot is more informative than the ROC plot when evaluating binary classifiers on imbalanced datasets. PLoS ONE, 10(3), e0118432.

[10] Breunig, M. M., Kriegel, H.-P., Ng, R. T., & Sander, J. (2000). LOF: Identifying density-based local outliers. Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, 93–104.

[11] Tang, J., Chen, Z., Fu, A. W., & Cheung, D. W. (2002). Enhancing effectiveness of outlier detections for low density patterns. Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, 535–548.

[12] Kriegel, H.-P., Schubert, M., & Zimek, A. (2008). Angle-based outlier detection in high-dimensional data. Proceedings of the 14th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, 444–452.

[13] Liu, F. T., Ting, K. M., & Zhou, Z.-H. (2008). Isolation forest. Proceedings of the IEEE International Conference on Data Mining, 413–422.

[14] Campos, G. O., Zimek, A., Sander, J., Campello, R. J. G. B., Micenková, B., Schubert, E., Assent, I., & Houle, M. E. (2016). On the evaluation of unsupervised outlier detection: Measures, datasets, and an empirical study. Data Mining and Knowledge Discovery, 30(4), 891–927.

[15] Domingues, R., Filippone, M., Michiardi, P., & Zouaoui, J. (2018). A comparative evaluation of outlier detection algorithms: Experiments and analyses. Pattern Recognition, 74, 406–421.

[16] Dal Pozzolo, A., Caelen, O., Johnson, R. A., & Bontempi, G. (2015). Calibrating probability with undersampling for unbalanced classification. IEEE Symposium Series on Computational Intelligence, 159–166.

ISBN : 978-625-8795-68-4

TÜRKÇE VE İNGİLİZCE METİNSEL YORUMLARIN DUYGU ANALİZİNDE MAKİNE ÇEVİRİSİ ETKİSİ VE ÖNCEDEN EĞİTİLMİŞ DİL MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. Öğr. Üyesi ALİ FATİH GÜNDÜZ

Malatya Turgut Özal Üniversitesi

fatih.gunduz@ozal.edu.tr - 0000-0002-3838-6813

HAKAN KAVURGA
Malatya Turgut Özal Üniversitesi

hakankvrga@gmail.com - 0009-0005-7978-485X

ÖZET

Bu çalışmada, Türkçe ve İngilizce duygu analizi modellerinin Yemeksepeti kullanıcı yorumları üzerindeki sınıflandırma başarısı karşılaştırılmıştır. Çalışmada kullandığımız veri setine Kaggle üzerinden erişilmektedir. Bu veri setinde her yorum için Türkçe metnin yanı sıra hız, servis ve lezzet olmak üzere 1–10 aralığında üç puan yer almaktadır. Yorumlar, bu üç puanın ortalamasına göre etiketlenmiş; ortalaması 5'in üzerinde olanlar POSITIVE, 5'in altında olanlar NEGATIVE olarak kabul edilmiştir çalışmamızda. Ardından Türkçe yorumlar, Helsinki-NLP/opus-mt-tr-en makine çeviri modeliyle İngilizce'ye çevrilmiştir. Türkçe metinlerde savasy/bert-base-turkish-sentiment-cased, İngilizce çevirilerde ise cardiffnlp/twitter-roberta-base-sentiment-latest modeli kullanılarak metinler duygularına göre sınıflandırılmıştır. Her sınıftan (pozitif ve negatif) 5.000'er örnek içeren dengeli bir test kümesi (toplam 10.000 yorum) üzerinde değerlendirme yapılmıştır. İngilizce yorumları işleyen cardiffnlp modeli negatif, nötr ve pozitif olmak üzere üç sınıf ürettiğinden, ikili etiket yapısıyla uyumlu olması için nötr çıktılar pozitif sınıfa dâhil edilmiştir. Türkçe modelde doğruluk 0,74 ve makro F1 0,73, İngilizce modelde ise doğruluk 0,77 ve makro F1 0,76 olarak ölçülmüştür. Çeviri sürecindeki olası anlam kayıplarına rağmen İngilizce model yaklaşık üç puan daha başarılı olmuştur. Sınıf bazındaki sonuçlar her iki modelde benzer bir tablo ortaya koymaktadır. Negatif sınıfta duyarlılık çok yüksek (0,95), kesinlik ise düşüktür (TR: 0,67; EN: 0,70). Pozitif sınıfta kesinlik yüksek (TR: 0,91; EN: 0,92), duyarlılık ise düşüktür (TR: 0,53; EN: 0,58). Dolayısıyla modeller yorumları sistematik biçimde negatife yöneltmekte ve pozitif yorumların büyük bölümünü kaçırmaktadır. Sonuç olarak, bu veri setinde İngilizce model Türkçe modele kıyasla hafif bir üstünlük göstermiştir. Ancak alan uyarlaması veya ince ayar yapılmadan her iki model de pozitif yorumları yakalamada yetersiz kalmaktadır.

Anahtar Kelimeler : Duygu analizi, doğal dil işleme, makine çevirisi, önceden eğitimli dil modelleri, yapay öğrenme

ISBN : 978-625-8795-68-4

THE EFFECT OF MACHINE TRANSLATION ON SENTIMENT ANALYSIS OF TURKISH AND ENGLISH TEXTUAL REVIEWS AND A COMPARISON OF PRE-TRAINED LANGUAGE MODELS

ABSTRACT

This study compares the classification performance of Turkish and English sentiment analysis models on Yemeksepeti user reviews. The dataset used in this study is available on Kaggle. For each review, the dataset contains the Turkish text along with three scores, ranging from 1 to 10, for speed, service, and taste. Reviews were labeled according to the average of these three scores: those with an average above 5 were labeled POSITIVE, and those below 5 were labeled NEGATIVE. The Turkish reviews were then translated into English using the Helsinki-NLP/opus-mt-tr-en machine translation model. The texts were classified by sentiment using savasy/bert-base-turkish-sentiment-cased for the Turkish texts and cardiffnlp/twitter-roberta-base-sentiment-latest for the English translations. Evaluation was conducted on a balanced test set containing 5,000 samples from each class (positive and negative), for a total of 10,000 reviews. Since the cardiffnlp model, which processes the English reviews, produces three classes (negative, neutral, and positive), neutral outputs were merged into the positive class to match the binary label structure. The Turkish model achieved an accuracy of 0.74 and a macro F1 of 0.73, while the English model achieved an accuracy of 0.77 and a macro F1 of 0.76. Despite the possible loss of meaning during translation, the English model performed approximately three points better. The class-level results show a similar pattern for both models. For the negative class, recall is very high (0.95) while precision is low (TR: 0.67; EN: 0.70). For the positive class, precision is high (TR: 0.91; EN: 0.92) while recall is low (TR: 0.53; EN: 0.58). Consequently, the models systematically skew toward the negative class and miss a large portion of positive reviews. In conclusion, the English model showed a slight advantage over the Turkish model on this dataset. However, without domain adaptation or fine-tuning, both models remain insufficient at capturing positive reviews.

Keywords : Sentiment analysis, natural language processing, machine translation, pre-trained language models, machine learning

1. GİRİŞ

İnternet tabanlı hizmetlerin yaygınlaşmasıyla birlikte kullanıcılar, satın aldıkları ürünler ve yararlandıkları hizmetler hakkındaki görüşlerini çevrim içi platformlar aracılığıyla giderek daha fazla paylaşmaktadır. Özellikle e-ticaret, restoran ve yemek sipariş platformlarında yayımlanan kullanıcı yorumları, müşteri memnuniyetinin değerlendirilmesi ve hizmet kalitesinin iyileştirilmesi açısından önemli bir veri kaynağı oluşturmaktadır. Bununla birlikte, büyük miktardaki metinsel verinin manuel olarak incelenmesi zaman ve iş gücü bakımından önemli maliyetler doğurmaktadır. Bu nedenle, kullanıcıların metinlerde ifade ettikleri görüşlerin otomatik olarak belirlenmesini amaçlayan duygu analizi (sentiment analysis), doğal dil işleme

ISBN : 978-625-8795-68-4

(Natural Language Processing – NLP) alanının önemli araştırma konularından biri hâline gelmiştir [1].

Duygu analizi, metinsel ifadelerde yer alan öznel görüşlerin, değerlendirmelerin ve duygusal yönelimlerin otomatik olarak belirlenmesini amaçlamaktadır. Temel yaklaşımda metinler genellikle pozitif, negatif ve nötr olmak üzere üç sınıfta veya uygulamanın gereksinimlerine bağlı olarak pozitif ve negatif olmak üzere iki sınıfta değerlendirilmektedir. Pang ve Lee [1], duygu analizinin yalnızca metinlerdeki olumlu veya olumsuz ifadelerin belirlenmesinden ibaret olmadığını, aynı zamanda metnin bağlamının, ifade biçiminin ve öznel değerlendirmelerin anlaşılmasını gerektiren kapsamlı bir problem olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle kullanıcı yorumları gibi doğal dilde oluşturulmuş metinlerde ironi, olumsuzlama, örtük anlam ve bağlama bağlı ifadeler otomatik sınıflandırma sürecini zorlaştırmaktadır.

Geleneksel duygu analizi yaklaşımlarında sözcük sıklığı, TF-IDF ve n-gram gibi metin temsil yöntemleriyle birlikte Naive Bayes, Destek Vektör Makineleri (SVM) ve lojistik regresyon gibi makine öğrenmesi algoritmalarından yararlanılmıştır. Ancak bu yöntemler, sözcüklerin bağlam içerisindeki anlamlarını ve metindeki uzun mesafeli ilişkileri yeterince temsil edememektedir. Derin öğrenme yöntemlerinin gelişmesiyle birlikte tekrarlayan sinir ağları (RNN), uzun kısa süreli bellek ağları (LSTM) ve özellikle Transformer mimarisi, duygu analizi çalışmalarında yaygın biçimde kullanılmaya başlanmıştır. Transformer mimarisinin dikkat mekanizması (attention mechanism) sayesinde metin içerisindeki sözcükler arasındaki bağlamsal ilişkiler daha etkili biçimde modellenebilmektedir. Devamında geliştirilen BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) gibi önceden eğitilmiş dil modelleri, metin sınıflandırma görevlerinde önemli bir performans potansiyeli ortaya koymuştur [2].

BERT tabanlı modellerin başarısı, dilin yapısal ve anlamsal özelliklerinin öğrenilmesine dayanmaktadır. Bununla birlikte, farklı dillerdeki metinlerin işlenmesinde kullanılan modellerin performansı; eğitim verisinin dili, kapsamı, alanı ve modelin ilgili sınıflandırma görevine ne ölçüde uyum sağladığı gibi faktörlerden etkilenmektedir. Türkçe, eklemeli yapısı ve sözcük biçimbiliminin karmaşıklığı nedeniyle doğal dil işleme uygulamalarında kendine özgü zorluklar barındırmaktadır. Bu doğrultuda, Türkçe metinler üzerinde önceden eğitilmiş BERTurk gibi dil modelleri geliştirilmiş ve duygu analizi çalışmalarında kullanılmaya başlanmıştır. Türkçe film yorumları üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada Gündüz [3], BERTurk modelinin ince ayar (fine-tuning) yöntemiyle kullanılmasının yüksek sınıflandırma başarısı sağlayabildiğini göstermiştir. Benzer şekilde, İncidelen ve Aydoğan [4], farklı Türkçe ve çok dilli dil modellerini e-ticaret yorumları üzerinde karşılaştırmış ve Türkçe için özelleştirilmiş modellerin önemli avantajlar sağlayabildiğini ortaya koymuştur.

Öte yandan, bir dildeki metinlerin başka bir dile çevrilerek hedef dilde eğitilmiş veya önceden eğitilmiş modellerle sınıflandırılması, çok dilli doğal dil işleme uygulamalarında alternatif bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Bu yaklaşımda kaynak dildeki metinler öncelikle makine çevirisi aracılığıyla hedef dile aktarılmakta, ardından hedef dil için geliştirilmiş duygu analizi modeli kullanılmaktadır. Böylece, kaynak dildeki modellerin sınırlı performansından veya dil kaynaklarının yetersizliğinden kaynaklanabilecek sorunların azaltılması

ISBN : 978-625-8795-68-4

amaçlanmaktadır. Bununla birlikte, makine çevirisi sürecinde ortaya çıkabilecek anlamsal kayıplar, sözcük tercihlerindeki farklılıklar ve kültürel ifadelerin tam olarak aktarılamaması, duygu sınıflandırmasının başarısını olumsuz etkileyebilmektedir. Dolayısıyla, çeviri tabanlı duygu analizi yaklaşımının doğrudan kaynak dilde sınıflandırma yapan modeller karşısındaki başarısı deneysel olarak incelenmesi gereken bir konudur.

Bu çerçevede, farklı diller için geliştirilmiş duygu analizi modellerinin aynı veri kümesi üzerinde karşılaştırılması, dil bağımlı model performansının değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır. Özellikle İngilizce için geniş metin koleksiyonları üzerinde eğitilmiş modellerin, Türkçe metinlerin İngilizceye çevrilmesi yoluyla kullanılmasının ne ölçüde başarılı olduğu araştırılmaya değerdir. Bu karşılaştırmada yalnızca genel doğruluk değerlerinin değil, sınıf bazındaki kesinlik (precision), duyarlılık (recall) ve F1 ölçütlerinin de dikkate alınması gerekmektedir. Zira dengeli veri kümelerinde dahi modellerin pozitif ve negatif sınıflara yönelik tahmin davranışları farklılaşabilmekte, genel performans ölçütleri bu farklılıkları tek başına açıklamakta yetersiz kalabilmektedir.

Yemek sipariş platformlarında yayımlanan yorumlar, duygu analizinin gerçek yaşam uygulamaları açısından incelenebileceği önemli veri kaynaklarından biridir. Bu yorumlar yalnızca kullanıcıların genel memnuniyetini değil, aynı zamanda yemeklerin lezzeti, servis kalitesi ve siparişin ulaştırılma hızı gibi farklı hizmet bileşenlerine ilişkin değerlendirmelerini de içermektedir. Bu nedenle restoran yorumlarının analiz edilmesi, genel duygu sınıflandırmasının yanı sıra hizmet kalitesinin değerlendirilmesine yönelik uygulamalara da katkı sağlayabilir. Nitekim duygu analizinin daha ayrıntılı bir biçimi olan özellik tabanlı duygu analizi (Aspect-Based Sentiment Analysis – ABSA), bir metinde belirtilen farklı özellikleri ve bu özelliklere yönelik olumlu veya olumsuz görüşleri ayrı ayrı belirlemeyi amaçlamaktadır [5]. Bu yaklaşım, restoran yorumlarında lezzet, servis ve teslimat hızı gibi bileşenlerin birbirinden bağımsız değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

Bu çalışmada, Türkçe ve İngilizce duygu analizi modellerinin aynı kullanıcı yorumları üzerindeki sınıflandırma performanslarının karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, Kaggle platformundan elde edilen Yemeksepeti kullanıcı yorumları kullanılmıştır. Veri kümesinde bulunan hız, servis ve lezzet puanlarının ortalamasından yararlanılarak yorumlar pozitif ve negatif olarak etiketlenmiştir. Türkçe yorumlar, Helsinki-NLP tarafından geliştirilen OPUS-MT makine çevirisi yaklaşımından yararlanan Helsinki-NLP/opus-mt-tr-en modeli ile İngilizceye çevrilmiştir [6]. Daha sonra Türkçe metinler üzerinde savasy/bert-base-turkish-sentiment-cased, İngilizce çeviriler üzerinde ise Cardiff NLP tarafından geliştirilen cardiffnlp/twitter-roberta-base-sentiment-latest modeli kullanılarak duygu sınıflandırması gerçekleştirilmiştir. İngilizce modelin üç sınıflı çıktı yapısındaki nötr sınıf, ikili sınıflandırma düzeniyle uyum sağlamak amacıyla pozitif sınıfa dâhil edilmiştir.

Çalışmanın temel amacı, makine çevirisi aracılığıyla İngilizceye aktarılan Türkçe kullanıcı yorumlarının, İngilizce için geliştirilmiş bir duygu analizi modeli tarafından ne ölçüde doğru sınıflandırılabildiğini incelemek ve elde edilen sonuçları doğrudan Türkçe metinler üzerinde çalışan bir modelin sonuçlarıyla karşılaştırmaktır. Bu kapsamda her iki model, pozitif ve negatif

ISBN : 978-625-8795-68-4

sınıflardan eşit sayıda örnek içeren 10000 yorumluk dengeli bir test kümesi üzerinde değerlendirilmiştir. Modellerin performansları doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve makro F1 ölçütleri üzerinden incelenmiş; ayrıca sınıf bazındaki tahmin davranışları karşılaştırılmıştır. Böylece yalnızca hangi modelin daha yüksek genel başarıya ulaştığının değil, modellerin olumlu ve olumsuz yorumları belirleme konusundaki güçlü ve zayıf yönlerinin de ortaya konulması hedeflenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Çalışmada, Kaggle platformunda herkese açık olarak paylaşılan Yemeksepeti yorum veri seti kullanılmıştır. Veri seti, kullanıcıların Türkçe yazdığı yorum metinlerini ve her yoruma ait üç ayrı değerlendirme puanını içermektedir: teslimat hızı, servis kalitesi ve yemeğin lezzeti. Puanlar 1 ile 10 arasında değer almaktadır. Duygu etiketleri bu üç puanın ortalamasından türetilmiştir. Ortalaması 5'ten büyük olan yorumlar pozitif (POSITIVE), 5'ten küçük olan yorumlar negatif (NEGATIVE) olarak etiketlenmiştir. Değerlendirmede negatif sınıf FALSE, pozitif sınıf TRUE olarak kodlanmıştır. Üçüncü bir seçenek tanımlanmamış, nötr yorumlar da pozitif kabul edilmiştir. Google Colab Free ortamında gerçekleştirilen deneylerin hesaplama kolaylığı için her iki sınıftan rastgele seçilen 5000’er yorumla toplamda 10000 yorumdan oluşan bir küme kullanılmıştır.

Türkçe ve İngilizce modellerin aynı içerik üzerinde karşılaştırılabilmesi için tüm Türkçe yorumlar, Helsinki-NLP/opus-mt-tr-en makine çeviri modeli ile İngilizce’ye çevrilmiştir. Böylece her yorum için biri özgün Türkçe metin, diğeri onun İngilizce çevirisi olmak üzere iki sürüm elde edilmiştir ve her iki sürüm de aynı etiketi taşımaktadır.

Türkçe metinlerin sınıflandırılmasında, Türkçe için önceden eğitilmiş BERT tabanlı savasy/bert-base-turkish-sentiment-cased modeli kullanılmıştır. İngilizce çevirilerin sınıflandırılmasında ise cardiffnlp/twitter-roberta-base-sentiment-latest modeli tercih edilmiştir. Her iki model de herhangi bir ek eğitim veya ince ayar (fine-tuning) yapılmadan, önceden eğitilmiş hâliyle doğrudan çıkarım için kullanılmıştır. İngilizce model negatif, nötr ve pozitif olmak üzere üç sınıf üretmektedir. Çalışmadaki ikili etiket yapısıyla uyum sağlamak amacıyla nötr çıktılar pozitif sınıfa dâhil edilmiştir.

3. DENEYSEL BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Modellerin başarımı; doğruluk (accuracy), kesinlik (precision), duyarlılık (recall) ve F1 skoru ile değerlendirilmiştir. Bu ölçütler sınıf bazında hesaplanmış, ayrıca makro ve ağırlıklı ortalamaları raporlanmıştır. Kullanılan ölçütler aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

- Kesinlik = TP / (TP + FP)
- Duyarlılık = TP / (TP + FN)
- F1 = 2 * (Kesinlik × Duyarlılık) / (Kesinlik + Duyarlılık)
- Doğruluk = (TP + TN) / (TP + TN + FP + FN)

Çizelge 1’de modellerin performansları gösterilmiştir. İngilizce çeviriler üzerinde çalışan model, tüm genel ölçütlerde Türkçe modele kıyasla yaklaşık üç puan daha yüksek değerler elde

ISBN : 978-625-8795-68-4

etmiştir. Bu sonuç, çeviri sürecinde ortaya çıkabilecek anlam kaybı ve gürültüye rağmen, İngilizce modelin bu veri setinde daha başarılı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 2. Modellerin performans değerleri

Model	**Doğruluk**	**Makro Kesinlik**	**Makro Duyarlılık**	**Makro F1**
TR (savasy/bert-base-turkish-sentiment-cased)	0,74	0,79	0,74	0,73
EN (cardiffnlp/twitter-roberta-base-sentiment-latest)	0,77	0,81	0,77	0,76

Çizelge 2'de sınıf bazındaki kesinlik, duyarlılık ve F1 değerleri sunulmuştur. Her iki modelde de belirgin ve birbirine benzer bir örüntü gözlenmektedir. Negatif sınıfta duyarlılık çok yüksek (0,95) olmasına karşın kesinlik düşüktür (TR: 0,67; EN: 0,70). Pozitif sınıfta ise tersine, kesinlik yüksek (TR: 0,91; EN: 0,92), duyarlılık düşüktür (TR: 0,53; EN: 0,58). Bu tablo, modellerin bir yorumu pozitif olarak işaretlediğinde genellikle haklı olduğunu, ancak pozitif yorumların yaklaşık yarısını negatif olarak sınıflandırdığını göstermektedir.

Çizelge 3. Sınıf bazında başarı değerleri

Model	**Sınıf**	**Kesinlik**	**Duyarlılık**	**F1**
TR	Negatif	0,67	0,95	0,79
TR	Pozitif	0,91	0,53	0,67
EN	Negatif	0,70	0,95	0,80
EN	Pozitif	0,92	0,58	0,71

Sınıf bazındaki duyarlılık ve kesinlik değerlerinden yaklaşık bir karışıklık matrisi geri çıkarılabilir. Bu değerlere göre Türkçe modelde 5.000 pozitif yorumun yaklaşık 2.350'si, İngilizce modelde ise yaklaşık 2.100'ü negatif olarak sınıflandırılmıştır; negatif yorumlardan yanlış sınıflandırılanların sayısı ise her iki modelde de yaklaşık 250'dir. Dolayısıyla toplam hataların büyük çoğunluğu, pozitif yorumların negatife atanmasından kaynaklanmaktadır.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, Türkçe ve İngilizce duygu analizi modellerinin Yemek Sepeti kullanıcı yorumları üzerindeki sınıflandırma performansları karşılaştırılmıştır. Bu amaçla, Türkçe kullanıcı yorumları doğrudan Türkçe duygu analizi modeliyle sınıflandırılmış, aynı yorumların İngilizceye makine çevirisiyle aktarılmış hâlleri ise İngilizce duygu analizi modeli kullanılarak değerlendirilmiştir. Her iki modelin performansı, pozitif ve negatif sınıflardan eşit sayıda örnek içeren toplam 10000 yorumluk dengeli bir test kümesi üzerinde ölçülmüştür.

Elde edilen bulgular, modellerin sınıflandırma davranışında negatif sınıf yönünde belirgin bir eğilim bulunduğunu ortaya koymaktadır. Test kümesinin iki sınıf bakımından dengeli olmasına rağmen modellerin negatif yorumları daha yüksek duyarlılıkla belirlemesi, bu davranışın

ISBN : 978-625-8795-68-4

yalnızca sınıf dağılımındaki dengesizlikle açıklanamayacağını göstermektedir. Kullanıcı yorumlarında olumsuz ifadelerin daha belirgin sözcüklerle aktarılması, olumlu yorumlarda ise dolaylı anlatım, ironi ve bağlama bağlı değerlendirmelerin bulunması bu farklılığa neden olabilecek faktörler arasındadır. Bununla birlikte, bu olası nedenlerin doğrulanması için hata analizlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

İngilizce modelin daha yüksek performans göstermesi, makine çevirisinin duygu analizinde her zaman olumsuz bir etkiye sahip olmadığını göstermesi bakımından önemlidir. Çeviri sürecinde bazı anlamsal farklılıklar ortaya çıkabilse de hedef dildeki modelin önceden öğrendiği dilsel örüntüler, bu kayıpların etkisini kısmen telafi etmiş olabilir. Bununla birlikte, iki modelin farklı mimarilere ve eğitim veri kümelerine sahip olması nedeniyle elde edilen performans farkını yalnızca kullanılan dile veya makine çevirisine bağlamak doğru değildir. Bu çalışma, Türkçe ve İngilizce modellerin mevcut yapılandırmaları altındaki performanslarını karşılaştırmakta olup dil etkisini diğer model özelliklerinden bağımsız olarak ölçmeyi amaçlamamaktadır.

Çalışmanın bir diğer önemli sınırlılığı, duygu etiketlerinin kullanıcı yorumlarının metinsel içeriğinden değil, hız, servis ve lezzet puanlarının ortalamasından elde edilmesidir. Sayısal puanlar ile metinde ifade edilen duygu her zaman örtüşmeyebilir. Ayrıca ortalamanın 5'in üzerinde veya altında olmasına dayalı etiketleme yaklaşımı, sınır değerine yakın yorumlarda belirsizlik oluşturabilir. İngilizce modelin üç sınıflı çıktı yapısındaki nötr tahminlerin pozitif sınıfa dâhil edilmesi de iki modelin karşılaştırılmasında dikkate alınması gereken bir metodolojik sınırlılıktır.

KAYNAKÇA

[1] B. Pang and L. Lee, "Opinion mining and sentiment analysis," Foundations and Trends in Information Retrieval, vol. 2, no. 1–2, pp. 1–135, 2008. Yayın bağlantısı.

[2] A. Vaswani et al., "Attention is all you need," in Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS), vol. 30, 2017, pp. 5998–6008. Yayın bağlantısı.

[3] H. Gündüz, "Sentiment analysis on Turkish movie reviews with deep bidirectional encoder representations from transformers (BERT) and support vector machines," Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, vol. 26, no. 2, 2023. Yayın bağlantısı.

[4] M. İncidelen and M. Aydoğan, "Sentiment analysis in Turkish using language models: A comparative study," European Journal of Technique, vol. 15, no. 1, pp. 68–74, 2025, doi: 10.36222/ejt.1592448. Yayın bağlantısı.

[5] Y. C. Hua, P. Denny, J. Wicker, and K. Taskova, "A systematic review of aspect-based sentiment analysis: Domains, methods, and trends," Artificial Intelligence Review, vol. 57, Art. no. 296, 2024, doi: 10.1007/s10462-024-10906-z. Yayın bağlantısı.

[6] J. Tiedemann et al., "Democratizing neural machine translation with OPUS-MT," Language Resources and Evaluation, vol. 58, pp. 713–755, 2024, doi: 10.1007/s10579-023-09704-w. Yayın bağlantısı.

ISBN : 978-625-8795-68-4

[7] D. Loureiro, F. Barbieri, L. Neves, L. Espinosa Anke, and J. Camacho-Collados, "TimeLMs: Diachronic language models from Twitter," in Proceedings of the 60th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics: System Demonstrations, 2022, pp. 251–260, doi: 10.18653/v1/2022.acl-demo.25. Yayın bağlantısı.

ISBN : 978-625-8795-68-4

COMPARATIVE ANALYSIS OF OPTIMIZATION ALGORITHMS FOR SKIN LESION CLASSIFICATION USING DEEP LEARNING

Asst. Prof. Dr. Ismail Irmakci

Ege University, Faculty of Computer and Informatics Engineering,

Department of Computer Engineering, Izmir, Türkiye

ismail.irmakci@ege.edu.tr ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3277-2710

ABSTRACT

This study investigates the effects of optimization algorithms on the performance of deep learning models for skin lesion image classification. Specifically, we evaluate three convolutional neural network (CNN) architectures—RegNet-Y-800MF, EfficientNet-B0, and ConvNeXt-Tiny—using the DermaMNIST dataset. Recognizing that optimizer selection can influence model training and classification performance, we compare three widely used optimization algorithms: Adam, AdamW, and stochastic gradient descent (SGD). All models are trained under consistent experimental settings, with a fixed learning rate of 0.0001, batch size of 64, and label smoothing value of 0.05. Each model is evaluated using test accuracy, precision, recall, F1-score, and area under the receiver operating characteristic curve (AUC). Results reveal that EfficientNet-B0 using Adam achieves the highest test accuracy (0.7930), precision (0.7868), recall (0.6058), and F1-score (0.6628), while ConvNeXt-Tiny with Adam achieves the highest AUC (0.9442). RegNet-Y-800MF achieves its best accuracy (0.7531) using AdamW, whereas SGD produces lower classification performance across all three architectures. These findings demonstrate that optimizer effectiveness varies across deep learning architectures and evaluation metrics, with Adam and AdamW generally outperforming SGD under the evaluated settings. Comparative plots of accuracy, precision, recall, F1-score and AUC further support these observations and provide practical insights into selecting suitable optimization algorithms for automated skin lesion classification.

Keywords: DermaMNIST, Skin Lesion Classification, Deep Learning, Optimization Algorithms, Adam, AdamW, SGD, Medical Image Classification

ISBN : 978-625-8795-68-4

1. INTRODUCTION

Medical image analysis has become an important component of modern healthcare, providing valuable information for disease detection and clinical decision-making. Among dermatological applications, skin lesion image classification plays a significant role in identifying different types of skin abnormalities and supporting the early detection of skin cancer. Dermoscopic imaging enables the visualization of lesion structures that may not be clearly visible to the naked eye. However, manual interpretation requires clinical expertise and can be affected by variations in lesion appearance. Consequently, automated skin lesion classification using deep learning has attracted increasing attention as a potential tool for improving diagnostic support [1].

In recent years, convolutional neural networks (CNNs) have demonstrated considerable potential for automated medical image classification. Standardized datasets such as DermaMNIST, introduced as part of the MedMNIST benchmark[1], provide opportunities to systematically evaluate deep learning models for skin lesion classification. Modern CNN architectures, including RegNet[2] , EfficientNet[3] , and ConvNeXt[4], employ different strategies to improve feature extraction and classification performance. Nevertheless, their effectiveness depends not only on architectural design but also on training configurations, particularly the optimization algorithm. Widely used optimizers such as Adam , AdamW [5], and stochastic gradient descent (SGD) [6] employ different parameter update strategies, which can influence model training and classification performance.

In this study, we compare three optimization algorithms—Adam, AdamW, and SGD—using RegNet-Y-800MF, EfficientNet-B0, and ConvNeXt-Tiny on the DermaMNIST dataset. All models are evaluated under consistent experimental settings, with a fixed learning rate of 0.0001, batch size of 64, and label smoothing value of 0.05. Classification performance is assessed using test accuracy, precision, recall, F1-score, and area under the receiver operating characteristic curve (AUC). Through this comparative analysis, we aim to investigate the influence of optimizer selection on different deep learning architectures and identify suitable optimization strategies for automated skin lesion image classification..

ISBN : 978-625-8795-68-4

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 DATASET

The DermaMNIST dataset [1], derived from the HAM10000 collection of dermoscopic skin lesion images , was used for model training and evaluation. DermaMNIST is part of the MedMNIST benchmark and consists of seven skin lesion categories: actinic keratoses and intraepithelial carcinoma (AKIEC), basal cell carcinoma (BCC), benign keratosis-like lesions (BKL), dermatofibroma (DF), melanoma (MEL), melanocytic nevi (NV), and vascular lesions (VASC). The dataset provides standardized 28 × 28 RGB images for evaluating deep learning-based skin lesion classification methods.

2.2 MODEL ARCHITECTURES AND OPTIMIZERS

We employed RegNet-Y-800MF, EfficientNet-B0, and ConvNeXt-Tiny —three convolutional neural network (CNN) architectures known for their classification capabilities and computational efficiency. Each model was evaluated using three optimization algorithms: Adam , AdamW , and stochastic gradient descent (SGD). A total of nine experimental configurations were compared to investigate the influence of optimizer selection on skin lesion classification performance.

2.3 TRAINING PROTOCOL

All models were trained with a learning rate of 0.0001, batch size of 64, dropout rate of 0.0, and label smoothing value of 0.05. The training parameters were maintained consistently across experiments, with only the optimization algorithm varied. This controlled experimental setup allowed us to compare the performance of Adam, AdamW, and SGD across different deep learning architectures. All experiments were conducted without additional image noise corruption.

2.4 EVALUATION METRICS

We evaluated the models based on test accuracy, precision, recall, F1-score, and area under the receiver operating characteristic curve (AUC). The best epoch was also recorded for each configuration to compare training behavior across optimization algorithms.

ISBN : 978-625-8795-68-4

3. RESULTS

The experimental results revealed noticeable differences in classification performance among the three optimization algorithms. Adam and AdamW generally outperformed SGD across the evaluated architectures, particularly in terms of accuracy and F1-score. EfficientNet-B0 achieved the highest classification accuracy (0.7930) using Adam, whereas ConvNeXt-Tiny showed nearly identical accuracy with Adam and AdamW (See Figure 1).

A different pattern was observed in AUC performance, where ConvNeXt-Tiny achieved the highest value (0.9442) using Adam, despite having slightly lower accuracy than EfficientNet-B0 (See Figure 5). Furthermore, EfficientNet-B0 demonstrated the strongest precision, recall, and F1-score results, while RegNet-Y-800MF showed greater variation across optimizers (See Figures 2–5).

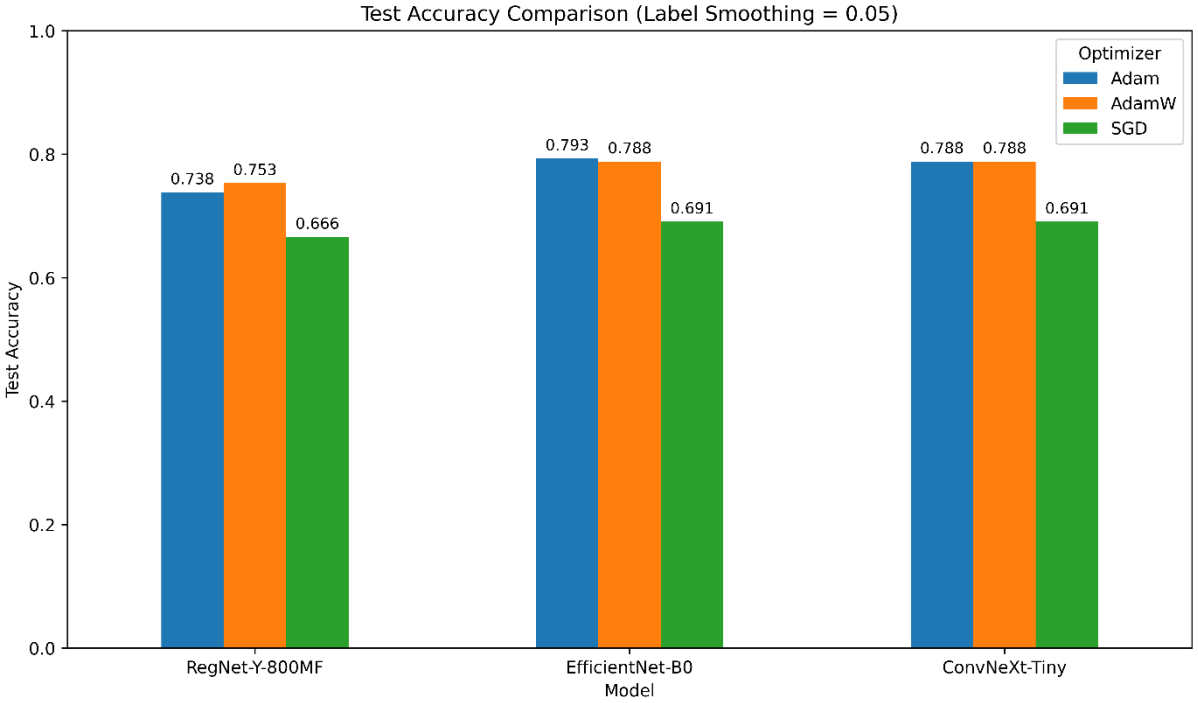


Figure 1 Test Accuracy Comparison

ISBN : 978-625-8795-68-4

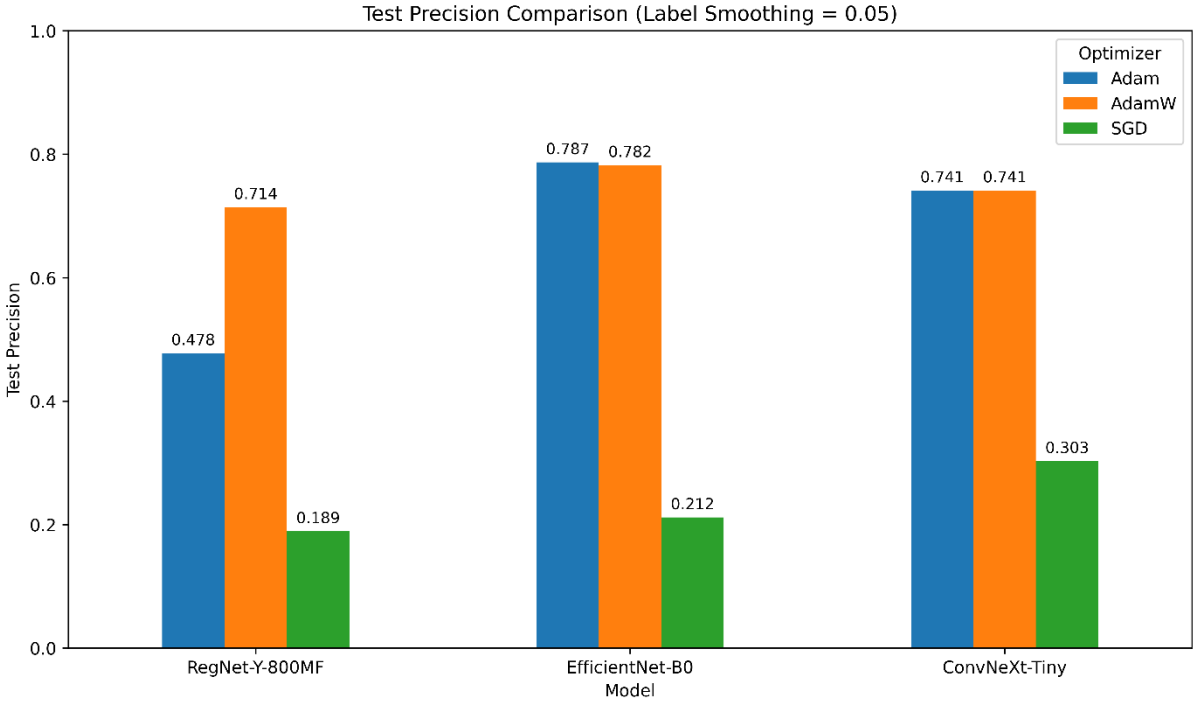


Figure 2 Test Precision Comparison

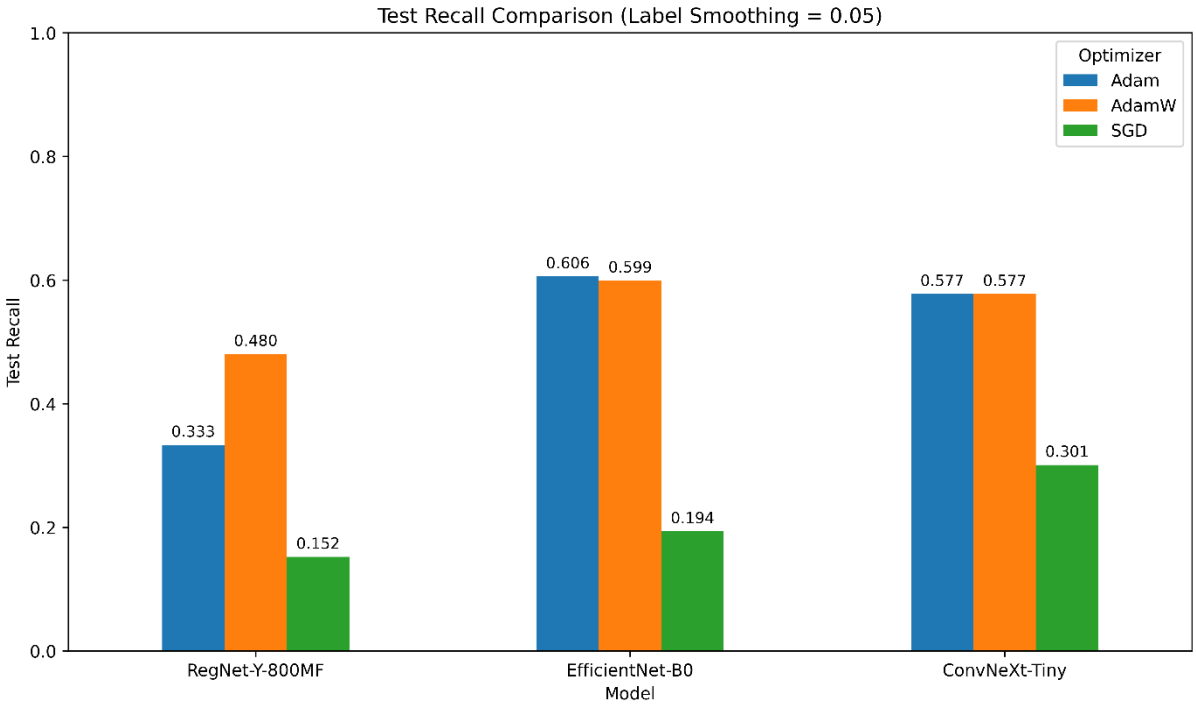


Figure 3 Test Recall Comparison

ISBN : 978-625-8795-68-4

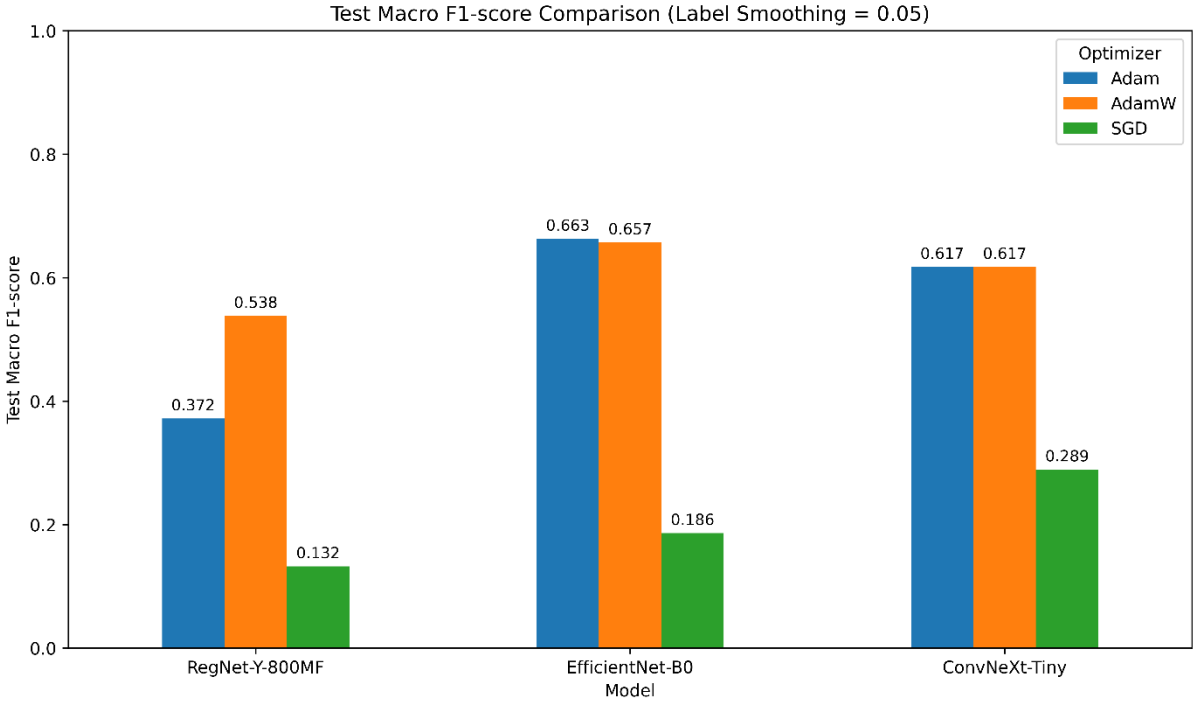


Figure 4 F1 Score Comparison

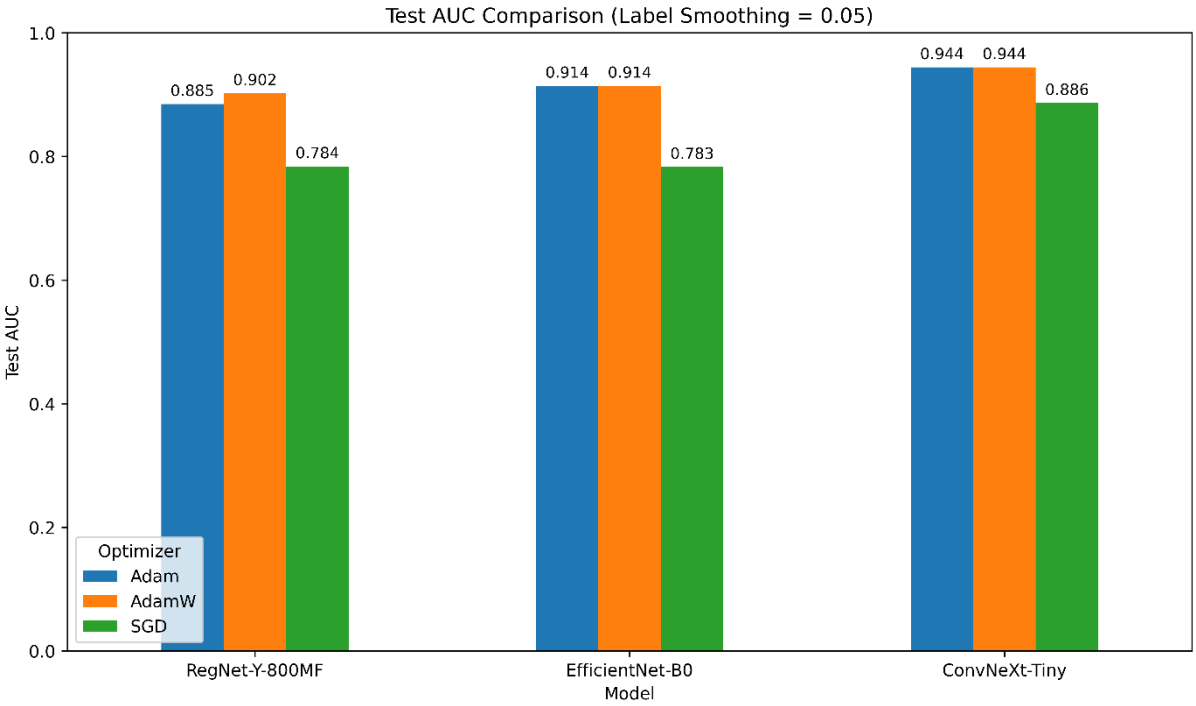


Figure 5 Test AUC Comparison

ISBN : 978-625-8795-68-4

Regarding training behavior, adaptive optimizers generally reached their best recorded epochs earlier than SGD, particularly for EfficientNet-B0 and ConvNeXt-Tiny . Overall, these results highlight differences between optimization algorithms in terms of classification effectiveness and training behavior on the DermaMNIST dataset..

4.DISCUSSION

The findings of this study highlight the importance of optimization strategies in skin lesion classification, particularly when dealing with different deep learning architectures and imbalanced datasets. As presented in Table 1, adaptive optimization methods generally provided more favorable results than SGD under the selected training conditions.

Table 1. Performance Comparison of Deep Learning Optimizers on DermaMNIST

Model	Optimizer	Accuracy	Precision	Recall	F1-score	AUC	Best Epoch
RegNet-Y-800MF	Adam	0.7382	0.4776	0.3331	0.3720	0.8846	3
RegNet-Y-800MF	AdamW	0.7531	0.7142	0.4801	0.5382	0.9022	8
RegNet-Y-800MF	SGD	0.6658	0.1891	0.1520	0.1323	0.7840	22
EfficientNet-B0	Adam	**0.7930**	**0.7868**	**0.6058**	**0.6628**	0.9141	12
EfficientNet-B0	AdamW	0.7880	0.7822	0.5993	0.6571	0.9141	12
EfficientNet-B0	SGD	0.6908	0.2117	0.1936	0.1861	0.7828	24
ConvNeXt-Tiny	Adam	0.7880	0.7412	0.5774	0.6173	**0.9442**	4
ConvNeXt-Tiny	AdamW	0.7880	0.7412	0.5774	0.6173	0.9442	4
ConvNeXt-Tiny	SGD	0.6908	0.3029	0.3010	0.2891	0.8865	23

ISBN : 978-625-8795-68-4

An important observation is that higher classification accuracy did not always correspond to better AUC performance. EfficientNet-B0 achieved the highest accuracy and F1-score, whereas ConvNeXt-Tiny demonstrated stronger class discrimination in terms of AUC. This suggests that model selection should consider multiple evaluation metrics rather than relying exclusively on overall accuracy, especially for multiclass skin lesion classification.

Although SGD produced weaker results in most configurations, its performance may be influenced by the selected learning rate and other training parameters. Therefore, the observed differences should not be interpreted as universal superiority of adaptive optimizers. Further experiments involving hyperparameter tuning and repeated training runs would provide a more comprehensive understanding of optimizer effectiveness.

5. CONCLUSIONS

This study compared three optimization algorithms across different deep learning architectures for skin lesion classification using the DermaMNIST dataset. The main findings indicate that:

- Adam provided the highest classification accuracy (0.7930) and F1-score (0.6628) when combined with EfficientNet-B0.
- ConvNeXt-Tiny achieved the highest AUC (0.9442) using Adam, demonstrating the importance of considering discrimination performance alongside accuracy.
- AdamW performed competitively with Adam, whereas SGD generally showed weaker results under the evaluated training settings.

Overall, the findings emphasize that optimizer selection should account for both network architecture and the specific performance requirements of skin lesion classification tasks**.**

REFERENCES

[1] J. Yang *et al.*, “Medmnist v2-a large-scale lightweight benchmark for 2d and 3d biomedical image classification,” *Scientific data*, vol. 10, no. 1, p. 41, 2023.

[2] C. Szegedy, V. Vanhoucke, S. Ioffe, J. Shlens, and Z. Wojna, “Rethinking the inception architecture for computer vision,” in *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 2016, pp. 2818–2826.

ISBN : 978-625-8795-68-4

[3] M. Tan and Q. Le, “Efficientnet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks,” in *International conference on machine learning*, PmLR, 2019, pp. 6105–6114.

[4] Z. Liu, H. Mao, C.-Y. Wu, C. Feichtenhofer, T. Darrell, and S. Xie, “A convnet for the 2020s,” in *2022 IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition (CVPR)*, IEEE, 2022, pp. 11966–11976.

[5] I. Loshchilov and F. Hutter, “Decoupled weight decay regularization,” *arXiv preprint arXiv:1711.05101*, 2017.

[6] D. Kinga, J. B. Adam, and others, “A method for stochastic optimization,” in *International conference on learning representations (ICLR)*, California;, 2015, p. 1.

ISBN : 978-625-8795-68-4

IMPACT OF LABEL SMOOTHING ON DEEP LEARNING PERFORMANCE IN BLOOD CELL IMAGE CLASSIFICATION

Asst. Prof. Dr. Ismail Irmakci
Ege University, Faculty of Computer and Informatics Engineering,
Department of Computer Engineering, Izmir, Türkiye
ismail.irmakci@ege.edu.tr ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3277-2710

ABSTRACT

This study investigates the effects of label smoothing regularization on the performance of deep learning models for blood cell image classification. Specifically, we evaluate three convolutional neural network (CNN) architectures—RegNet-Y-800MF, EfficientNet-B0, and ConvNeXt-Tiny—using the BloodMNIST dataset. Recognizing that deep learning models may produce overconfident predictions and exhibit differences in generalization performance, we investigate three label smoothing rates (0.0, 0.05, and 0.10) to assess their influence on classification performance. All models are trained using the AdamW optimizer under consistent experimental settings, with a learning rate of 0.0001, batch size of 64, and dropout rate of 0.0. Each model is evaluated in terms of test accuracy, precision, recall, F1-score, and area under the receiver operating characteristic curve (AUC). Results reveal that ConvNeXt-Tiny with a label smoothing rate of 0.10 achieves the highest test accuracy (0.9825), precision (0.9845), recall (0.9847), and F1-score (0.9844). In contrast, EfficientNet-B0 without label smoothing achieves the highest AUC (0.9992), indicating strong discrimination between blood cell categories. RegNet-Y-800MF achieves its highest accuracy (0.9708) at a label smoothing rate of 0.05. These findings demonstrate that the effectiveness of label smoothing varies across deep learning architectures and evaluation metrics. Comparative plots of accuracy, precision, recall, F1-score and AUC further support these observations and provide practical insights into selecting suitable regularization configurations for automated blood cell image classification.

Keywords: BloodMNIST, Blood Cell Classification, Deep Learning, Label Smoothing, Medical Image Classification, EfficientNet, ConvNeXt.

ISBN : 978-625-8795-68-4

1. INTRODUCTION

Medical imaging has become an essential component of modern healthcare, providing clinicians with valuable information for diagnosing and monitoring various diseases. Among medical imaging applications, microscopic blood cell image analysis plays an important role in hematological examinations by enabling the identification and characterization of different blood cell types. Blood cell morphology provides valuable information for clinical assessment, and accurate recognition of cell categories is essential for supporting laboratory workflows. However, manual examination of blood cell images can be time-consuming and requires specialized expertise. Consequently, automated blood cell classification methods have attracted increasing attention as potential tools for improving the efficiency of hematological image analysis [1].

In recent years, deep learning, particularly convolutional neural networks (CNNs), has demonstrated considerable potential for automated medical image classification. Standardized datasets such as BloodMNIST, introduced as part of the MedMNIST benchmark, provide opportunities to systematically evaluate deep learning models for blood cell image classification[2]. Modern CNN architectures, including RegNet[3] , EfficientNet[4] , and ConvNeXt[5] , employ different architectural strategies to improve feature extraction, computational efficiency, and classification performance. Nevertheless, their effectiveness may vary depending on training configurations, regularization techniques, and dataset characteristics. In particular, deep learning models can produce overconfident predictions, potentially affecting their reliability in medical image classification.

Label smoothing is a regularization technique designed to reduce excessive prediction confidence by replacing hard one-hot labels with softened target distributions during training. Originally introduced in the training of deep convolutional networks, label smoothing discourages overly confident predictions and may improve generalization. Previous research has demonstrated that label smoothing can influence learned feature representations and prediction calibration [6]. However, its effectiveness may vary across different neural network architectures and classification tasks. Excessive label smoothing may also reduce the distinction between target classes, potentially affecting classification accuracy. Therefore, investigating

ISBN : 978-625-8795-68-4

different smoothing rates is important for identifying suitable regularization configurations for automated blood cell image classification.

In this study, we investigate the effects of label smoothing on three deep learning architectures: RegNet-Y-800MF , EfficientNet-B0 , and ConvNeXt-Tiny , using the BloodMNIST dataset . We evaluate three label smoothing rates—0.0 (no smoothing), 0.05 (moderate smoothing), and 0.10 (higher smoothing)—while maintaining the AdamW optimizer and consistent experimental settings across all configurations. Each model is evaluated using test accuracy, precision, recall, F1-score, and area under the receiver operating characteristic curve (AUC). Through this comparative analysis, we aim to examine how label smoothing influences different model architectures and identify suitable regularization configurations for blood cell image classification.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 DATASET

The BloodMNIST dataset, derived from microscopic images of peripheral blood cells, was used for model training and evaluation. BloodMNIST is part of the MedMNIST benchmark and consists of eight blood cell categories: basophils, eosinophils, erythroblasts, immature granulocytes, lymphocytes, monocytes, neutrophils, and platelets. The dataset provides standardized 28 × 28 RGB images for evaluating deep learning-based blood cell classification methods.

2.2 MODEL ARCHITECTURES AND LABEL SMOOTHING

We employed RegNet-Y-800MF , EfficientNet-B0 , and ConvNeXt-Tiny—three modern convolutional neural network (CNN) architectures known for their efficiency and classification capabilities. Each model was evaluated using three label smoothing rates: 0.0 (no smoothing), 0.05 (moderate smoothing), and 0.10 (higher smoothing). Label smoothing was applied during training to investigate its influence on classification performance across different network architectures.

ISBN : 978-625-8795-68-4

2.3 TRAINING PROTOCOL

All models were trained using the AdamW optimizer[7] with a learning rate of 0.0001, batch size of 64, and dropout rate of 0.0. The optimizer and training parameters were maintained consistently across all experiments to isolate the effects of label smoothing. Nine experimental configurations were evaluated, comprising three deep learning architectures and three label smoothing values. All experiments were performed without additional image noise corruption..

2.4 EVALUATION METRICS

We evaluated the models based on test accuracy, precision, recall, F1-score, and area under the receiver operating characteristic curve (AUC). The best epoch was also recorded for each configuration to compare training behavior across different label smoothing rates..

3. RESULTS

ConvNeXt-Tiny (Label Smoothing 0.10) achieved the highest test accuracy of 0.9825, followed closely by ConvNeXt-Tiny without label smoothing (0.9810) and EfficientNet-B0 (0.9795) with label smoothing of 0.05, as shown in Figure 1. RegNet-Y-800MF achieved its highest accuracy of 0.9708 at a label smoothing value of 0.05.

The highest AUC score was achieved by EfficientNet-B0 without label smoothing (0.9992), followed by EfficientNet-B0 with label smoothing of 0.10 (0.9991) and 0.05 (0.9990), indicating strong discrimination between blood cell categories (See Figure 5).

ConvNeXt-Tiny achieved the highest F1-score of 0.9844 at Label Smoothing 0.10, with corresponding precision and recall values of 0.9845 and 0.9847, respectively, demonstrating strong classification performance. EfficientNet-B0 achieved its highest F1-score of 0.9819 at label smoothing 0.05, while RegNet-Y-800MF obtained its highest F1-score of 0.9702 at the same smoothing value (See Figure 1-5).

ISBN : 978-625-8795-68-4

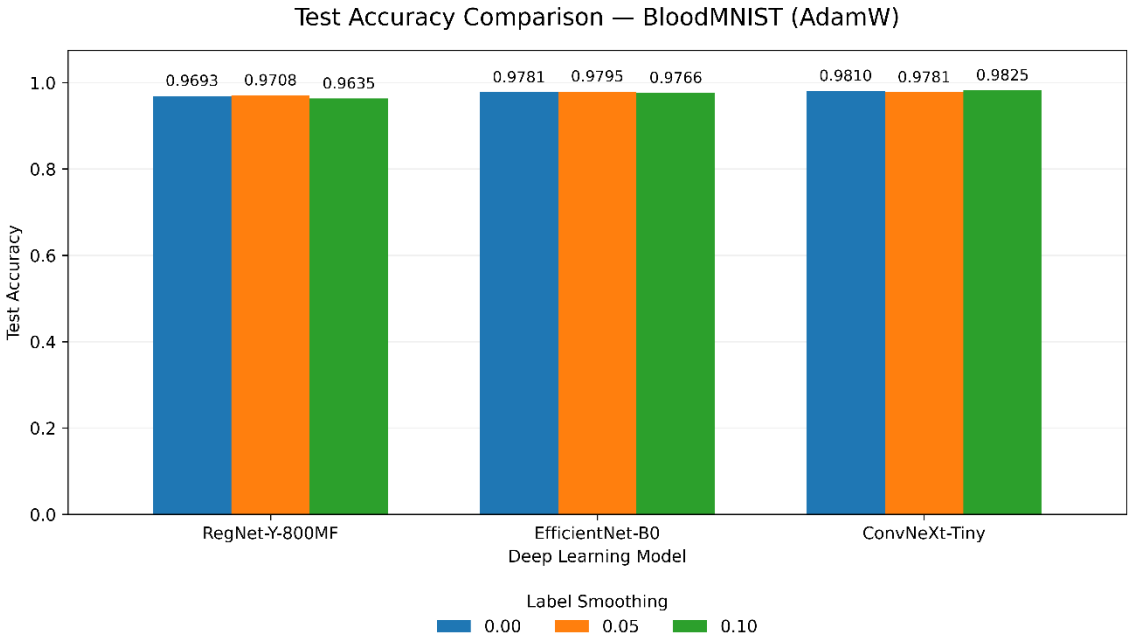


Figure 6 Test Accuracy Comparison

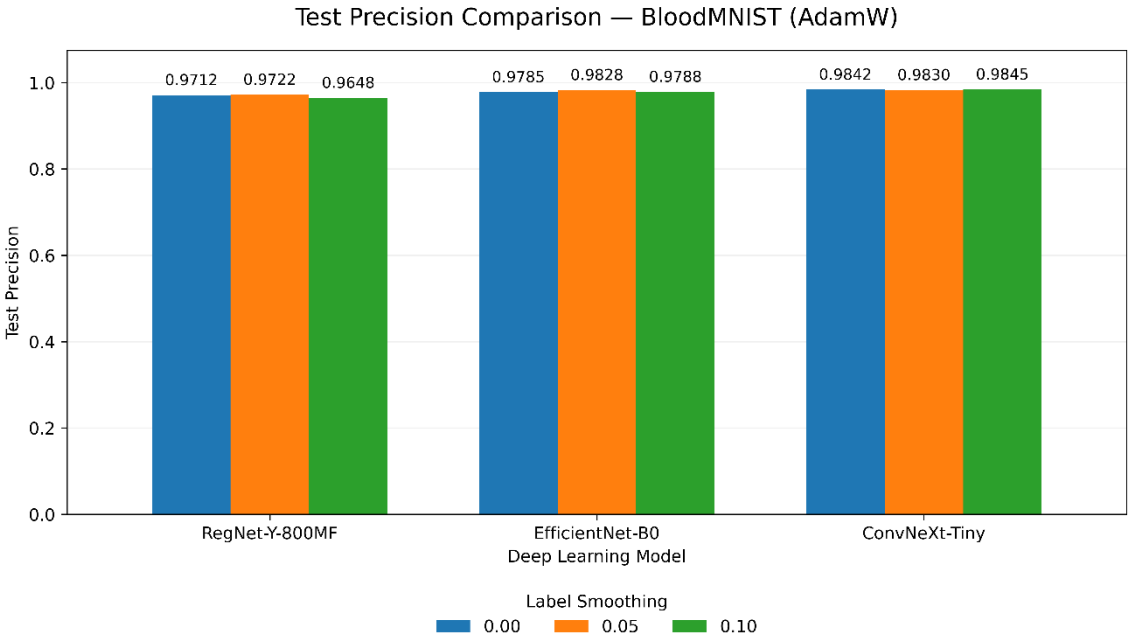


Figure 7 Test Precision Comparison

ISBN : 978-625-8795-68-4

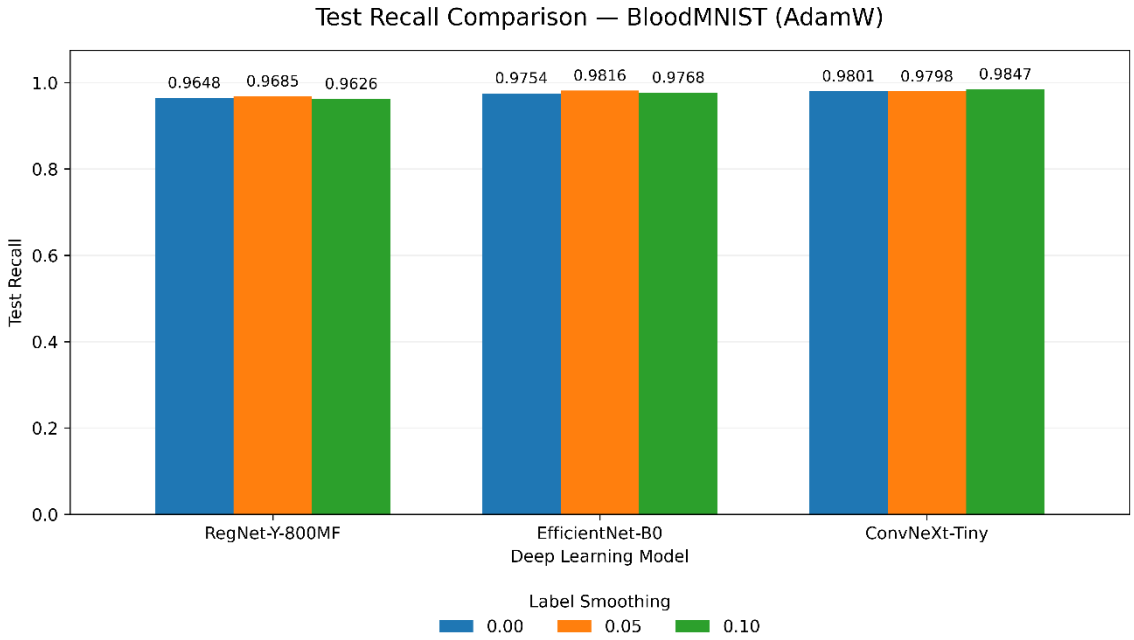


Figure 8 Test Recall Comparison

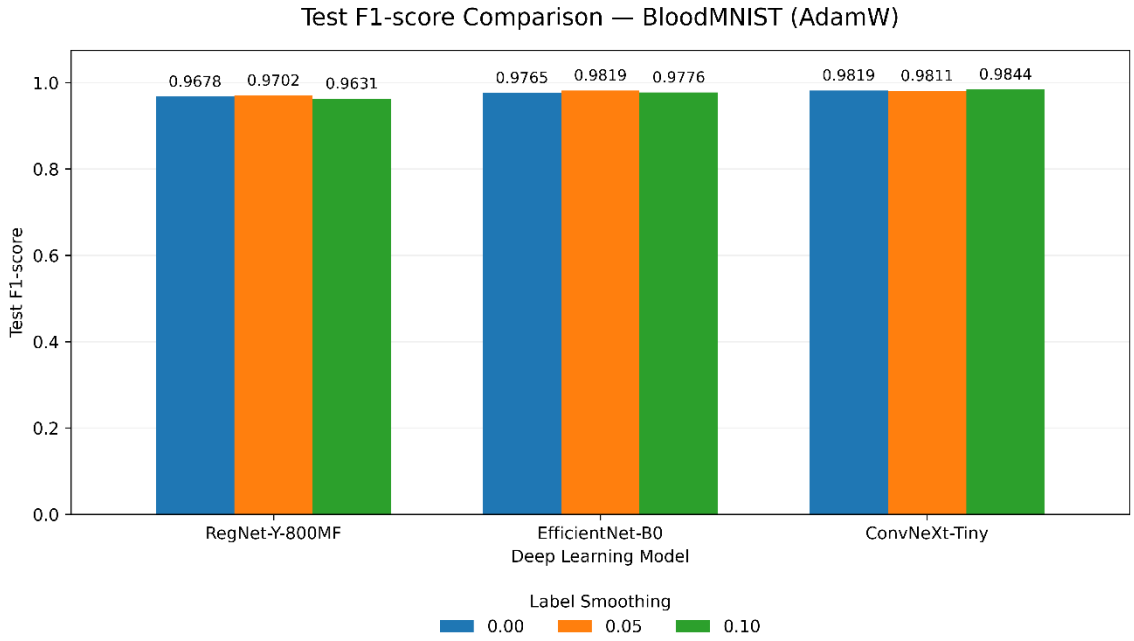


Figure 9 F1 Score Comparison

ISBN : 978-625-8795-68-4

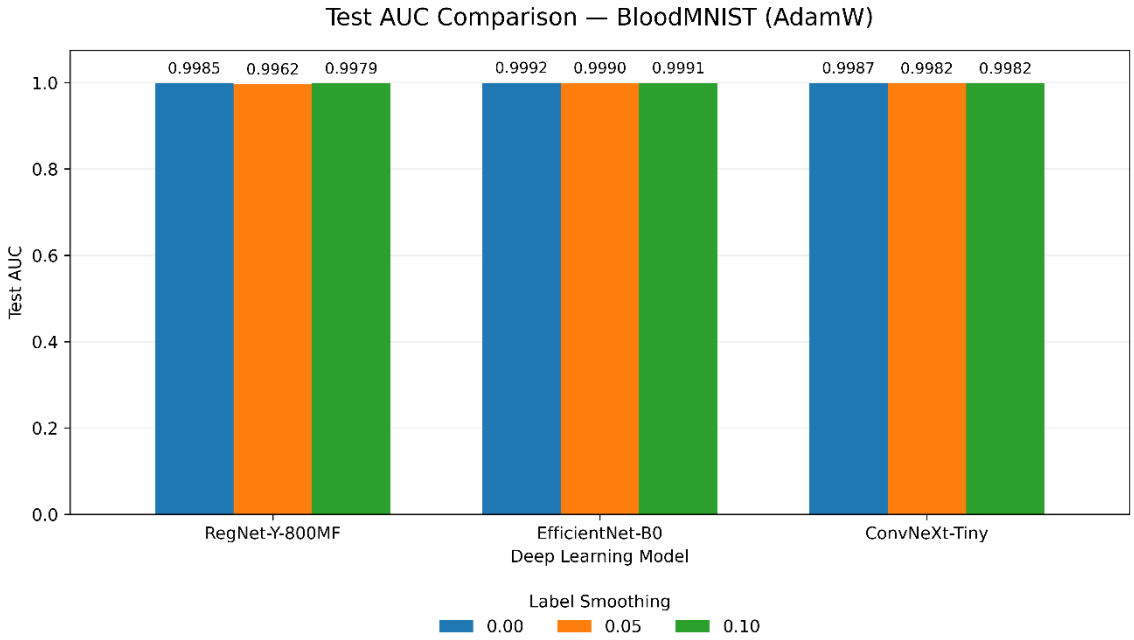


Figure 10 Test AUC Comparison

The best training epochs also varied across configurations. ConvNeXt-Tiny achieved its highest accuracy at epoch 8, whereas EfficientNet-B0 and RegNet-Y-800MF reached their highest accuracies at epochs 12 and 22, respectively. These findings suggest that the influence of label smoothing differs across network architectures and evaluation metrics.

4.DISCUSSION

Our results indicate that the effectiveness of label smoothing varies depending on the deep learning architecture (See Table 1). While ConvNeXt-Tiny benefited from higher smoothing rates, EfficientNet-B0 and RegNet-Y-800MF achieved their best classification accuracy with moderate label smoothing. ConvNeXt-Tiny demonstrated the strongest overall performance, suggesting that higher label smoothing can be beneficial for this architecture. In contrast, EfficientNet-B0 maintained relatively stable performance across different smoothing rates, while RegNet-Y-800MF showed greater sensitivity to changes in label smoothing. These findings suggest that applying the same label smoothing rate across different architectures may not produce optimal results. Therefore, label smoothing should be adjusted according to the

ISBN : 978-625-8795-68-4

model architecture and classification objectives to improve blood cell image classification performance.

Table 1. Classification Performance of Deep Learning Models Under Different Label Smoothing Rates on BloodMNIST

Model	Label Smoothing	Accuracy	Precision	Recall	F1-score	AUC	Best Epoch
RegNet-Y-800MF	0.00	0.9693	0.9712	0.9648	0.9678	0.9985	24
RegNet-Y-800MF	0.05	0.9708	0.9722	0.9685	0.9702	0.9962	22
RegNet-Y-800MF	0.10	0.9635	0.9648	0.9626	0.9631	0.9979	24
EfficientNet-B0	0.00	0.9781	0.9785	0.9754	0.9765	**0.9992**	14
EfficientNet-B0	0.05	0.9795	0.9828	0.9816	0.9819	0.9990	12
EfficientNet-B0	0.10	0.9766	0.9788	0.9768	0.9776	0.9991	4
ConvNeXt-Tiny	0.00	0.9810	0.9842	0.9801	0.9819	0.9987	18
ConvNeXt-Tiny	0.05	0.9781	0.9830	0.9798	0.9811	0.9982	5
ConvNeXt-Tiny	0.10	**0.9825**	**0.9845**	**0.9847**	**0.9844**	0.9982	8

Note: Bold values indicate the highest overall performance for each classification metric.

5. CONCLUSIONS

Label smoothing and model architecture influence deep learning performance in blood cell image classification. Our experiments demonstrate that:

- ConvNeXt-Tiny achieves the highest accuracy (0.9825) and F1-score (0.9844) with a label smoothing rate of 0.10.
- EfficientNet-B0 achieves the highest AUC (0.9992) without label smoothing.
- RegNet-Y-800MF achieves its best accuracy (0.9708) with a label smoothing rate of 0.05.

These findings highlight the importance of selecting appropriate label smoothing rates for different deep learning architectures to improve blood cell image classification performance.

REFERENCES

[1] M. Shahzad *et al.*, “Blood cell image segmentation and classification: a systematic review,” *PeerJ Computer Science*, vol. 10, p. e1813, 2024.

ISBN : 978-625-8795-68-4

[2] J. Yang *et al.*, "Medmnist v2-a large-scale lightweight benchmark for 2d and 3d biomedical image classification," *Scientific data*, vol. 10, no. 1, p. 41, 2023.

[3] I. Radosavovic, R. P. Kosaraju, R. Girshick, K. He, and P. Dollár, "Designing network design spaces," *arXiv preprint arXiv:2003.13678*, 2020.

[4] M. Tan and Q. Le, "Efficientnet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks," in *International conference on machine learning*, PmLR, 2019, pp. 6105–6114.

[5] Z. Liu, H. Mao, C.-Y. Wu, C. Feichtenhofer, T. Darrell, and S. Xie, "A convnet for the 2020s," in *2022 IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition (CVPR)*, IEEE, 2022, pp. 11966–11976.

[6] R. Müller, S. Kornblith, and G. E. Hinton, "When does label smoothing help?," *Advances in neural information processing systems*, vol. 32, 2019.

[7] I. Loshchilov and F. Hutter, "Decoupled weight decay regularization," *arXiv preprint arXiv:1711.05101*, 2017.

ISBN : 978-625-8795-68-4

KİRLETİCİLERİN MİKROPLASTİKLERE ADSORPSİYONUNDA ÇEVRESEL FAKTÖRLERİN ROLÜ

Doç. Dr. Arzu ULVİ

Necmettin Erbakan Üniversitesi, atekinay@erbakan.edu.tr - 0000-0001-7303-1869

Prof. Dr. Senar AYDIN

Necmettin Erbakan Üniversitesi, sozcan@erbakan.edu.tr - 0000-0002-0960-480X

Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN

Necmettin Erbakan Üniversitesi, meaydin@erbakan.edu.tr - 0000-0001-6665-198X

ÖZET

Kalıcılıkları, her yerde bulunmaları ve toksiklikleri nedeni ile mikroplastikler önemli çevresel sorunlardan biri haline gelmiştir. Literatür çalışmalarına göre yüksek yüzey alanlarına sahip olan mikroplastikler toksik kirleticiler tarafından adsorban olarak kullanılabilirler. Mikroplastikler üzerlerine adsorbe olan çeşitli inorganik ve organik kirleticiler için taşıyıcı görevi görebilirler. Farklı kirleticilerin mikroplastiklere adsorpsiyonu çevresel koşullar ve fizikokimyasal özelliklerden etkilenir. Mikroplastikler ve diğer kirleticilerin etkileşiminde Van der Waals kuvvetleri, elektrostatik etkileşimler, hidrofobik dağılım ve gözenek doldurma temel mekanizmaları önemli rol oynamaktadır. Sıcaklık, tuzluluk, pH gibi çevresel şartlar, kirleticinin konsantrasyonu, polaritesi gibi fizikokimyasal özellikleri, mikroplastiklerin polimer türü, parçacık boyutu, yaşlanması gibi özellikleri de adsorpsiyon davranışlarını etkilemektedir. Literatür çalışmaları incelendiğinde UV ile yaşlandırılmış mikroplastiklerin daha güçlü bir adsorpsiyon kapasitesi gösterdiği bildirilmiştir. Yüksek yoğunluklu ve polipropilen mikroplastiklerle gerçekleştirilen çalışmada, UV ile yaşlandırma sonrasında, metilen mavisinin adsorpsiyonu 4.7 kat artmıştır. Mikroplastik parçacık boyutunun küçülmesi ile adsorpsiyon kapasitesinin arttığı da bildirilmiştir. Sularda tuzluluğun artması ile mikroplastiklere sülfametoksazol adsorpsiyonunun azaldığı tespit edilmiştir. Siprofloksasin bileşiğinin mikroplastiklere adsorpsiyonunun pH artışı ile pH 6.5-7.5'a kadar artış gösterdiği daha sonra azaldığı görülmüştür. Bu çalışma da literatürde elde edilen veriler incelenerek mikroplastik-kirletici ilişkisine çevresel faktörlerin etkisinin anlaşılması hedeflenmiştir. Böylece mikroplastik kirliliğinin çevresel etkilerinin daha kapsamlı anlaşılması sağlanacaktır.

Anahtar kelimeler: Adsorpsiyon, çevre, mikroplastik, su.

GİRİŞ

Sentetik veya yarı sentetik polimerlerden oluşan plastikler, dayanıklı, esnek, hafif, inert ve düşük maliyetleri nedeni ile birçok alanda kullanılmaktadır. Tüm bu özelliklerinden dolayı plastik üretimi son yıllarda giderek artmıştır (Menéndez-Pedriza ve Joaquim Jaumot, 2020). Plastik üretimi 2022 yılında 400 milyon tona ulaşmıştır ve üretim hala artarak devam

ISBN : 978-625-8795-68-4

etmektedir. 2021 yılında çoğunlukla üretildikleri yıl içinde atıldıkları tahmin edilen ambalaj ürünleri üretilen plastiklerin %44'ünü oluşturmuştur (Gavlova ve diğ., 2025). 2050 yılına kadar plastik üretiminin 1000 milyon tonu aşacağı tahmin edilmektedir (Menéndez-Pedriza ve Joaquim Jaumot, 2020). Plastiklerin fizikokimyasal özellikleri ve bazı ürünlerin kullanım süresinin çok kısa olması plastik atıkların hızla birikmesine neden olmaktadır. Belediye katı atıklarının %17.4'ünü plastikler oluşturmaktadır (Alrazen ve diğ., 2025). 2023 küresel plastik atık miktarının yalnızca %10.30'u geri dönüştürülmüştür (Guha ve diğ., 2025). Plastiklerin geri dönüşüm oranlarının düşük olmasının başlıca sebepleri arasında çok çeşidi bulunan plastik tür ve katkı maddelerinin ayrı ayrı işlenmesi gerekliliği, plastik atıkların gıda atıkları gibi safsızlıklarla kirlenmesi bu yüzden geri dönüştürülmüş malzemenin kalitesinin düşük olması, genellikle ekonomik olarak ham maddenin geri dönüştürülmüş plastikten daha uygun olması bulunmaktadır. Bu sebepler geri dönüşüme yatırım yapılmasını engelleyebilmektedir (Houssini ve diğ., 2025).

Boyutları 5 mm'den küçük olan plastikler mikroplastik olarak adlandırılmaktadır. Büyük plastik atıkların çevrede parçalanması ile oluşabilirler veya ev ve endüstriyel kullanım için küçük boyutta üretilmiş olabilirler (Biswas ve diğ., 2024). Mikroplastikler literatür çalışmalarında hava, toprak, yüzeysel sular vb. çevresel ortamlarda, hatta tuz şeker, bal, poşet çay gibi gıda ürünlerinde tespit edilmiştir (Kamalasekaran ve Sundramoorthy, 2026). Örneğin; yüzeysel sularda 1139-23444 parçacık/m^3 (Aydın ve diğ., 2024), toprakta 183-1683 parçacık/kg (Temiz ve Yıldızbaş, 2026), balda 363.3 ± 286.4 parçacık/kg (Ashry ve Naggar, 2026) konsantrasyonunda mikroplastik bulunmuştur. Mikroplastikler çeşitli organizmalar tarafından kolayca yutulabilir. Çalışmalar deniz hayvanları tarafından mikroplastiklerin yutulduğunu, canlının gastrointestinal sisteminde biriktiğini bildirmiştir (Sangkham ve diğ., 2022). İnsanlarda yutma, soluma, deri yoluyla mikroplastiklere maruz kalabilir ve insan kan, akciğer, böbrek ve beyninde mikroplastik varlığı rapor edilmiştir (Walker-Franklin ve diğ., 2026). Leslie ve diğ., (2022) insan kanında bazı polimerlere ait plastik bileşenlerini tespit etmişlerdir. Massardo ve diğ., (2024) hem böbrek hem de idrar örneklerinde 26 plastik partikül tanımlamışlardır. Nihart ve diğ., (2025) insan beyninde polietilen (PE) polimeri birikimi olduğunu tespit etmişlerdir.

Mikroplastikler başlı başına çevre ve canlılar için olumsuz etkilere sebep olan kirletici grubudur. Bunun yanı sıra çevresel ortamlarda birlikte bulunduğu ağır metaller, kalıcı organik kirleticiler, farmasötikler vb., kirleticileri adsorplayabilmektedirler (Rafa ve diğ., 2024). Çevresel koşullar, ışık, korozyon, yaşlanma, parçalanma gibi etkiler mikroplastiklerin yüzey alanlarını etkileyebilir ve bu durum adsorpsiyon performanslarını da değiştirebilir (Zhao ve diğ., 2022). Bu çalışmada mikroplastiklerin diğer kirleticiler ile etkileşimleri ve adsorpsiyon mekanizmalarını etkileyen faktörler araştırılmıştır.

ISBN : 978-625-8795-68-4

MİKROPLASTİK–KİRLETİCİ ETKİLEŞİMLERİNİ YÖNLENDİREN MEKANİZMALAR

Mikroplastikler karasal çevrede, tatlı su ve deniz ortamlarında yaygın olarak bulunur. Mikroplastik kaynakları arasında atıksu arıtma tesisleri, çöp deponi sahaları, tarım alanları, endüstriyel atıksular ve evsel atıklar, atmosferik çökelme, gübreler, suni çim, kara ve hava taşımacılığı, tekstil, kıyı ve turizm aktiviteleri, ticari balıkçılık, deniz taşıtları, su ürünleri yetiştiriciliği gibi alanlar bulunmaktadır (Amelia ve diğ., 2021). Mikroplastiklerin Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH'lar) ve Poliklorlu Bifeniller (PCB'ler) gibi hidrofobik organik kirleticileri, Perfloroalkil Asitler (PFAA) gibi hidrofilik organik kirleticileri, ilaçları ve metalleri dâhil olmak üzere çevresel kirleticileri adsorplayabildikleri bildirilmiştir (Amelia ve diğ., 2021). Mikroplastikler ve diğer kirleticiler arasındaki bu ilişki, toksik kirleticilerin taşınımı ve canlılara ulaşımını etkileyebilmektedir.

Çizelge 1'de çevresel ortamlardan alınan mikroplastik örneklerinde tespit edilen bazı organik kirleticiler ve ağır metallere örnekler verilmiştir. Aydın ve diğ. (2024); Tan ve diğ., (2019), Purwiyanto ve diğ., (2020) yüzeysel sularda tespit ettikleri mikroplastiklerde, Santana-Viera ve diğ., (2021) ve Shi ve diğ., (2020) plajlardan toplanan mikroplastik örneklerinde diğer kirleticileri araştırmışlardır ve kirleticilerin adsorplandığı tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Çevresel ortamlarda bulunan mikroplastiklerde tespit edilen kirleticiler

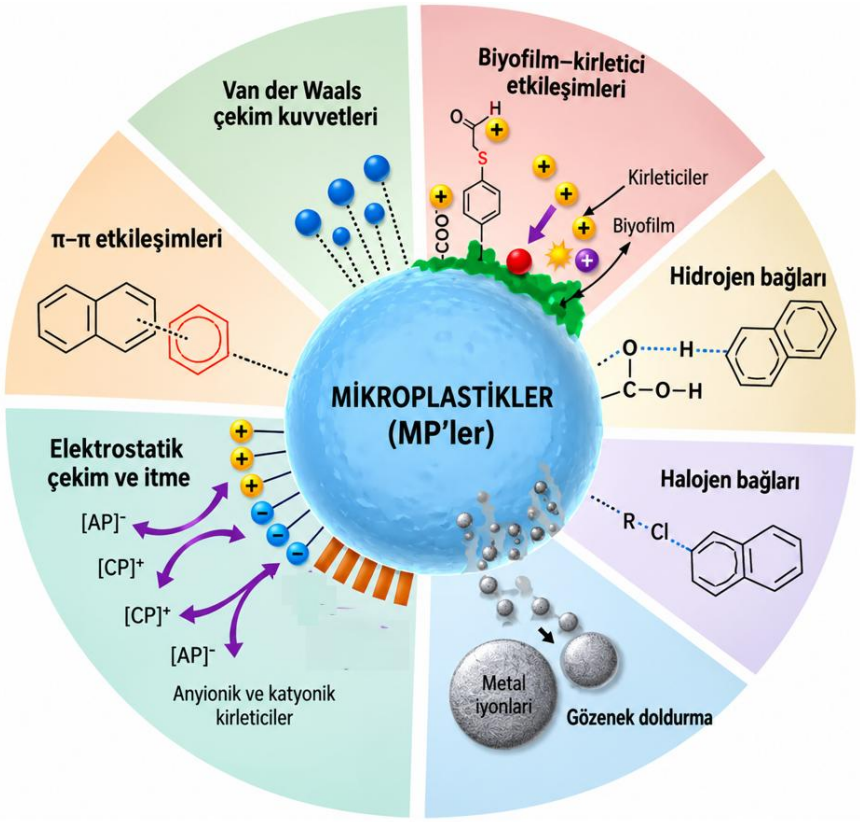
Mikroplastik polimer türü	**Adsorplanan kirletici**	**Konsantrasyon (ng/g)**	**Kaynak**
Polietilen, polipropilen, selefon	16 PAH	394- 24754	Aydın ve diğ., 2024
Polietilen, polipropilen, polisitren	16 PAHs	282.4-427.3	Tan ve diğ., 2019
Polimer türü belirtilmemiş	10 farmasötik bileşik	34-111	Santana-Viera ve diğ., 2021
Polimer türü belirtilmemiş	8 OCP	2.2–1970	Shi ve diğ., 2020
Polimer türü belirtilmemiş	16 PAH	11.2-7710	
Polipropilen, polietilen, polyester, polivinil klorür ve naylon	Pb	470	Purwiyant ve diğ., 2020
	Cu	91	

Yapılan çalışmalarda kirleticilerin mikroplastiklerle adsorbe olarak canlı vücuduna girmesinin biyolojik birikimi arttırdığı bildirilmiştir. Örneğin, balıklarda mikroplastikle alınan kirleticilerin deniz suyuna göre daha hızlı desorbe olduğu görülmüştür. Başka bir çalışmada da polibromlu difenil eterler (PBDE) ile zenginleştirilmiş mikroplastikler ile beslenen balıkların

ISBN : 978-625-8795-68-4

kontrol grubuna göre daha yüksek konsantrasyon ve birikim gösterdiği bildirilmiştir (Santana-Viera ve diğ., 2021).

Görsel 1'de mikroplastik yüzeyine kirleticilerin bağlanmasında etkili olan mekanizmalar verilmiştir. Mikroplastikler ve diğer kirleticiler arasında gerçekleşen başlıca mekanizmalar Van der Waals kuvvetleri, biyofilm-kirletici etkileşimleri, hidrojen ve halojen bağları, gözenek doldurma, elektrostatik etkileşim, π- π etkileşimi olarak sıralanabilir (Pal ve diğ., 2025).



Görsel 1. Organik ve inorganik kirleticilerin mikroplastik yüzeyine bağlanmasında rol oynayan başlıca mekanizmalar

Hidrojen bağları, hidrojen iyonlarını (H^+) içeren ve proton verici ile proton alıcı grupların etkileşime girdiği durumlarda mikroplastiklerin fonksiyonel grupları ile organik kirleticilerin fonksiyonel grupları arasındaki etkileşimle sorpsiyonu etkileyebilir. Yapılan bir çalışmada hidrofobik bir bileşik olan 17β-östradiole en düşük hidrofobikliğe sahip olan poliamid bileşiğine daha çok adsorplanmıştır ve bunun hidrojen bağlarından kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Wang ve diğ., 2020; Liu ve diğ., 2019). Kovalent olmayan bir çekim olan π–π etkileşimi, elektron verici ile elektron alıcı arasında gerçekleşmektedir ve özellikle yapısında benzen halkası bulunan plastik polimerlerin kirleticileri sorpsiyon kapasitesini etkilemektedir. Polisitren mikroplastiklere farmasötik adsorpsiyonunun polimerin aromatik yapısı ile kirletici moleküllerin konjuge π elektron sistemleri arasındaki etkileşimin ilişkili olabileceği belirtilmiştir (Agboola and Benson, 2021). Organik kirleticiler ve mikroplastikler arasında kovalent veya iyonik değişim içermeyen zayıf bağlar Van der Waals

ISBN : 978-625-8795-68-4

kuvvetleridir (Pal ve diğ., 2025). Elektrostatik etkileşim ise mikroplastikler ve organik kirleticiler elektrik yüküne sahip olduğunda gerçekleşir. Zıt elektrik yüklerine sahip olduklarında çekim, aynı elektrik yüklerine sahip olduklarında ise itme oluşur (Wang ve diğ., 2020). Mikroplastiklerin üzerinde bulunan gözeneklere de kirleticiler girebilir ve buralarda birikebilir (Wang ve diğ., 2020). Mikroplastiklerde biyofilm oluşumu BET yüzey alanını arttırarak organik kirleticilerin ve ağır metallerin mikroplastiklere adsorpsiyonunu arttırabilmektedir (Mishra ve diğ., 2024). Wu ve diğ. (2022) mikroplastik parçacık boyutu küçüldükçe Cr ve Cu için adsorpsiyon kapasitesinin arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca biyofilm oluşumunun ardından adsorpsiyonun daha da arttığını tespit etmişlerdir.

KİRLETİCİLERİN MİKROPLASTİKLERE ADSORPSİYONUNU ETKİLEYEN ÇEVRESEL FAKTÖRLER

Mikroplastiğin boyutu, rengi, yoğunluğu, yaşı ve kimyasal özellikleri; kirleticinin türü, biyofilm varlığı; çözünmüş organik madde, pH ve tuzluluk kirleticilerin mikroplastiklere adsorpsiyonunu etkileyen faktörlerdir (Amelia ve diğ., 2021).

Mikroplastiklerin adsorpsiyon bölgelerinin sayısı ve adsorpladıkları kirletici miktarları, boyutu küçülmesi ve yüzey alanlarının artması ile artar. Örneğin, polipropilen mikroplastik boyutunun 2–5 mm'den 0.15–0.45 mm'ye düşürülmesi ile adsorpsiyon oranının arttığı tespit edilmiştir. Ancak her zaman parçacık boyutunun küçülmesi ile özgül yüzey alanında artış olmaz. Küçük boyutlu mikroplastiklerin bir araya gelerek kümelenmesi sonucu özgül yüzey alan küçülebilmektedir (Fu ve diğ., 2021). Polimer kristallik derecesi de kirleticilerin mikroplastiklere adsorpsiyonunu etkilemektedir. Polimerler kristal ve amorf bölgelerden oluşmaktadır. Amorf bölgelerde bulunan serbest hacimler kirleticilerin polimere adsorpsiyonunu kolaylaştırır. Polietilen, polipropilen, polietilen tereftalat ve politetrafloroetilen plastik polimerleri yarı kristalin polimerlerdir (Menéndez-Pedriza ve Jaumot, 2020). Polimer özellikleri kadar kirleticilerin kimyasal özellikleri de adsorpsiyon hızlarının belirlenmesinde önemlidir. Özellikle hidrofobiklik ve molekül ağırlığı adsorpsiyon kapasitesini etkileyen önemli özelliklerdendir (Menéndez-Pedriza ve Jaumot, 2020).

pH adsorplama süreçlerinde en önemli faktörlerden bir tanesidir. Bazı organik kirleticilerde adsorpsiyon miktarının pH değeri arttıkça arttığı belirlenmiştir. Ancak bazı durumlarda da pH mikroplastiklerin adsorpsiyon sürecini kısıtlayabilmektedir (Zhao ve diğ., 2022). Farmasötiklerin iyonlaşma durumu ve mikroplastik yüzey yükleri için pH değeri kritik öneme sahiptir. Siprofloksasin bileşiğinin yükünün nötre yaklaştığı pH 6.5-7.0 arasında mikroplastiklere maksimum adsorpsiyon gösterdiği bildirilmiştir (Rajasekhar ve Subramanian, 2026). Ağır metallerin kimyasal türleşmesi de pH değerine bağlı olarak değişebilmektedir. Örneğin pH değerinin 3'ten 9'a yükseltilmesi, biyobozunur polilaktik asit mikroplastiklere Cu (II) adsorpsiyonunu arttırmıştır (Wang ve diğ., 2026).

Polimer türüne de bağlı olarak mikroplastiklerin yüzeyinde, mikroplastik kütlesinin %6'sı civarında biyofilm kütlesi oluşabilmektedir. Bu süreç uzun bir zaman içermekte ve karmaşık ve dinamik bir yapıda olabilmektedir. Gelişen biyofilm polimerlerin hidrofobikliğini

ISBN : 978-625-8795-68-4

azalmakta ve böylece metal iyonlarının adsorpsiyonunu kolaylaştırmaktadır (Gavlova ve diğ., 2025).

Mikroplastiklerin zamanla çevresel şartlarda yaşlanması da mikroplastiklerin özgül yüzey alanını ve oksijen içeren fonksiyonel gruplarını artırarak kirleticiler ile arasındaki etkileşim mekanizmalarını değiştirmektedir (Luo ve diğ., 2023). Mikroplastiklerin rüzgar hareketleri ve diğer atmosferik dinamiklere maruz kalması ile yüzeylerinde oluklar, çatlaklar, çukurlar oluşarak mekanik olarak yaşlanırlar. Kimyasal bağların büyük çoğunluğunu parçalayabilen UV ışınıma maruz kalarak da fotokimyasal olarak yaşlanırlar (Shekhar ve Sarkar, 2025). Mekanik kuvvetler, yüksek sıcaklık, UV ışınımı ve mikrobiyal aktivite gibi faktörler mikroplastiklerin fiziksel ve kimyasal yapısında değişikliklere neden olabilirler. Örneğin UV ışınımı, oksijen atomu bağlarının kırılmasına yol açabilir (Gao ve diğ., 2024). Fizikokimyasal özelliklerdeki farklılıklar; görsel inceleme, taramalı elektron mikroskobu, yüzey alanı ve gözenek analizi, parçacık boyutu dağılımı, X-ışını kırınım analizi, Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi ve X-ışını fotoelektron spektroskopisi gibi yöntemler kullanılarak değerlendirilebilir (Gao ve diğ., 2024).

Moura ve diğ., (2024) laboratuvarda yapay olarak yaşlandırılmış ve yaşlanmamış mikroplastiklere farmasötiklerin adsorpsiyonunu incelemişlerdir. Mikroplastiklerin yaşlanmasının, farmasötiklerin mikroplastikler tarafından adsorpsiyonunu önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir. Yaşlanmış mikroplastiklerin farmasötikler için taşıyıcı görevi gördükleri vurgulanmıştır. Kalaronis ve diğ., (2024) yedi farmasötik bileşik karışımının yaşlandırılmamış ve yaşlandırılmış polilaktik asit (PLA) mikroplastiklere adsorpsiyonu araştırmışlardır. Mikroplastikleri UV ışınımı ve simüle edilmiş güneş ışığı altında yaşlandırmışlardır. Her iki yaşlandırma yönteminde de yaşlandırılmış mikroplastiklere hedef bileşiklerin adsorpsiyonunun, yaşlanmamış mikroplastiklerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

SONUÇ

Çevrede mikroplastik kirliliği gün geçtikçe artmaktadır ve olumsuz etkileri her geçen gün daha fazla hissedilmektedir. Yüksek yüzey alanları ve yüzey özellikleri nedeni ile çevrede birlikte bulundukları diğer kirleticiler ile etkileşim içinde olabilirler. Mikroplastikler diğer kirleticiler için bir yutak ve taşıyıcı görevi görmektedir. Ancak mikroplastikler ve diğer kirleticiler arasındaki etkileşim birçok faktöre bağlıdır. Mikroplastiğin özellikleri, kirleticilerin özellikleri, bulundukları çevresel ortamın özellikleri ve mikroplastiklerin zamanla maruz kaldığı rüzgar, UV, mikroorganizmalar sebebi ile yaşlanarak değişen fiziko kimyasal özellikleri bu durumu etkilemektedir. Mikroplastiklerin çevresel ortamlardaki davranışları ve zaman içerisindeki değişimleri oldukça karmaşık süreçleri içermektedir. Bu nedenle, mikroplastiklerin diğer kirleticilerle etkileşimlerini inceleyen çalışmalarda yalnızca mikroplastik ve kirletici özelliklerinin değil, çevresel faktörlerin ve mikroplastiklerin yaşlanma süreçlerinin de dikkate alınması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

ISBN : 978-625-8795-68-4

Agboola, O. D., & Benson, N. U. (2021). Physisorption and Chemisorption Mechanisms Influencing Micro (Nano) Plastics-Organic Chemical Contaminants Interactions: A Review. *Frontiers in Environmental Science*, *9*. https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.678574

Alrazen, H. A., Aminossadati, S. M., Mahmood, H. A., Hussein, A. K., Ahmad, K. A., Dol, S. S., Jabbar, S., Algayyim, S. J. M., Konarova, M., & Fattah, I. M. R. (2025). A review of the pathways, limitations, and perspectives of plastic waste recycling. *Materials for Renewable and Sustainable Energy*, *14*(3). https://doi.org/10.1007/s40243-025-00328-4

Amelia, T. S. M., Khalik, W. M. A. W. M., Ong, M. C., Shao, Y. T., Pan, H.-J., & Bhubalan, K. (2021). Marine microplastics as vectors of major ocean pollutants and its hazards to the marine ecosystem and humans. *Progress in Earth and Planetary Science*, *8*(1). https://doi.org/10.1186/s40645-020-00405-4

Ashry, A., & Al Naggar, Y. (2026). Toxicological Implications of Microplastics in Honey: First Evidence from Egypt. *International Journal of Food Science and Technology*. https://doi.org/10.1093/ijfood/vvag044

Aydin, S., Ulvi, A., & Aydin, M. E. (2024). Occurrence, characteristics, and risk assessment of microplastics and polycyclic aromatic hydrocarbons associated with microplastics in surface water and sediments of the Konya Closed Basin, Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*. https://doi.org/10.1007/s11356-024-35029-4

Biswas, T., & Pal, S. C. (2024). Emerging threats of microplastics on marine environment: A critical review of toxicity measurement, policy practice gap and future research direction. *Journal of Cleaner Production*, 139941. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139941

Fu, L., Li, J., Wang, G., Luan, Y., & Dai, W. (2021). Adsorption behavior of organic pollutants on microplastics. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *217*, 112207. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112207

Gao, Y., Gao, W., Liu, Y., Zou, D., Li, Y., Lin, Y., & Zhao, J. (2024). A comprehensive review of microplastic aging: Laboratory simulations, physicochemical properties, adsorption mechanisms, and environmental impacts. *Science of The Total Environment*, *957*, 177427. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.177427

Gavlová, A., Jachimowicz, P., Praus, P., & Bednář, P. (2025). Environment changes everything. How relevant are laboratory studies of sorption of pollutants on microplastics? A critical review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 115655. https://doi.org/10.1016/j.jece.2025.115655

Guha, F., Abser, M. N., & Mondal, B. K. (2025). Fate of waste plastics: a review. *Next Research*, 100338. https://doi.org/10.1016/j.nexres.2025.100338

Houssini, K., Li, J., & Tan, Q. (2025). Complexities of the global plastics supply chain revealed in a trade-linked material flow analysis. *Communications Earth & Environment*, *6*(1). https://doi.org/10.1038/s43247-025-02169-5

Kalaronis, D., Evgenidou, E., Kyzas, G. Z., Bikiaris, D. N., & Lambropoulou, D. A. (2024). Investigation on the adsorption mechanism of a mixture of seven pharmaceutical compounds on virgin and aged biodegradable microplastics. *Colloids and Surfaces A:*

ISBN : 978-625-8795-68-4

Physicochemical and Engineering Aspects, 135019. https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2024.135019

Kamalasekaran, K., & Sundramoorthy, A. K. (2026). A review on microplastics: sources, environmental fate, degradation pathways, and analytical identification methods. *RSC Advances*, *16*(15), 13851–13874. https://doi.org/10.1039/d5ra09062h

Leslie, H. A., van Velzen, M. J. M., Brandsma, S. H., Vethaak, A. D., Garcia-Vallejo, J. J., & Lamoree, M. H. (2022). Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Environment International*, *163*, 107199. https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107199

Liu, X., Xu, J., Zhao, Y., Shi, H., & Huang, C.-H. (2019). Hydrophobic sorption behaviors of 17β-Estradiol on environmental microplastics. *Chemosphere*, *226*, 726–735. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.03.162

Luo, H., Tu, C., He, D., Zhang, A., Sun, J., Li, J., Xu, J., & Pan, X. (2023). Interactions between microplastics and contaminants: A review focusing on the effect of aging process. *Science of The Total Environment*, 165615. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165615

Massardo, S., Verzola, D., Alberti, S., Caboni, C., Santostefano, M., Eugenio Verrina, E., Angeletti, A., Lugani, F., Marco Ghiggeri, G., Bruschi, M., Candiano, G., Rumeo, N., Gentile, M., Cravedi, P., La Maestra, S., Zaza, G., Stallone, G., Esposito, P., Viazzi, F., Mancianti N., La Porta, E., Artini, C. (2024). MicroRaman spectroscopy detects the presence of microplastics in human urine and kidney tissue. *Environment International*, 108444. https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.108444

Menéndez-Pedriza, A., & Jaumot, J. (2020). Interaction of Environmental Pollutants with Microplastics: A Critical Review of Sorption Factors, Bioaccumulation and Ecotoxicological Effects. *Toxics*, *8*(2), 40. https://doi.org/10.3390/toxics8020040

Mishra, S., Ren, Y., Sun, X., Lian, Y., Singh, A. K., Sharma, N., & Shikhar, K. C. (2024). Microplastics–biofilm in aquatic ecosystem: Formation, pollutants complexation, greenhouse gas emission and ecotoxicology. *Journal of Environmental Management*, *370*, 122930. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.122930

Moura, D. S., Pestana, C. J., Moffat, C. F., Gkoulemani, N., Hui, J., Irvine, J. T. S., & Lawton, L. A. (2024). Aging microplastics enhances the adsorption of pharmaceuticals in freshwater. *Science of The Total Environment*, 169467. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169467

Nihart, A. J., Garcia, M. A., El Hayek, E., Liu, R., Olewine, M., Kingston, J. D., Castillo, E. F., Gullapalli, R. R., Howard, T., Bleske, B., Scott, J., Gonzalez-Estrella, J., Gross, J. M., Spilde, M., Adolphi, N. L., Gallego, D. F., Jarrell, H. S., Dvorscak, G., Zuluaga-Ruiz, M. E., West A. B., Campen, M. J. (2025). Bioaccumulation of microplastics in decedent human brains. *Nature Medicine*. https://doi.org/10.1038/s41591-024-03453-1

Pal, D., Prabhakar, R., Barua, V. B., Zekker, I., Burlakovs, J., Krauklis, A., Hogland, W., & Vincevica-Gaile, Z. (2025). Microplastics in aquatic systems: A comprehensive review of its distribution, environmental interactions, and health risks. *Environmental Science and Pollution Research*. https://doi.org/10.1007/s11356-024-35741-1

ISBN : 978-625-8795-68-4

Purwiyanto, A. I. S., Suteja, Y., Trisno, Ningrum, P. S., Putri, W. A. E., Rozirwan, Agustriani, F., Fauziyah, Cordova, M. R., & Koropitan, A. F. (2020). Concentration and adsorption of Pb and Cu in microplastics: Case study in aquatic environment. *Marine Pollution Bulletin*, *158*, 111380. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111380

Rafa, N., Ahmed, B., Zohora, F., Bakya, J., Ahmed, S., Ahmed, S. F., Mofijur, M., Chowdhury, A. A., & Almomani, F. (2024). Microplastics as carriers of toxic pollutants: Source, transport, and toxicological effects. *Environmental Pollution*, 123190. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.123190

Rajasekhar, S., & Subramanian, S. (2026). EFFECTS OF MICROPLASTICS AND POLLUTANTS FROM AGRICULTURE ACTIVITIES, PHARMACEUTICALS AND PERSONAL CARE PRODUCTS – ADSORPTION AND TOXICITY. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 101206. https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2026.101206

Sangkham, S., Faikhaw, O., Munkong, N., Sakunkoo, P., Arunlertaree, C., Chavali, M., Mousazadeh, M., & Tiwari, A. (2022). A review on microplastics and nanoplastics in the environment: Their occurrence, exposure routes, toxic studies, and potential effects on human health. *Marine Pollution Bulletin*, *181*, 113832. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113832

Santana-Viera, S., Montesdeoca-Esponda, S., Torres-Padrón, M. E., Sosa-Ferrera, Z., & Santana-Rodríguez, J. J. (2021). An assessment of the concentration of pharmaceuticals adsorbed on microplastics. *Chemosphere*, *266*, 129007. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129007

Shekhar, S., & Sarkar, S. (2025). Microplastic aging and adsorption in the atmosphere, and their associated impacts on various spheres of the earth: A review. *Chemosphere*, *376*, 144256. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2025.144256

Shi, J., Sanganyado, E., Wang, L., Li, P., Li, X., & Liu, W. (2020). Organic pollutants in sedimentary microplastics from eastern Guangdong: Spatial distribution and source identification. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *193*, 110356. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110356

Tan, X., Yu, X., Cai, L., Wang, J., & Peng, J. (2019). Microplastics and associated PAHs in surface water from the Feilaixia Reservoir in the Beijiang River, China. *Chemosphere*, *221*, 834–840. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.01.022

Temiz, M. A., & Yıldızbaş, F. (2026). Spatial Distribution and Characterization of Soil Microplastics Across Different Terrestrial Land-Use Types in Karaman, Türkiye. *Water, Air, & Soil Pollution*, *237*(14). https://doi.org/10.1007/s11270-026-09487-0

Walker-Franklin, I., Villalobos Santeli, A., & Neal-Walthall, N. (2026). Tracking Microplastics From Source to Impact: A Review of Environmental Presence, Exposure, Remediation, and Health Risks. *Current Environmental Health Reports*, *13*(1). https://doi.org/10.1007/s40572-026-00531-z

Wang, F., Zhang, M., Sha, W., Wang, Y., Hao, H., Dou, Y., & Li, Y. (2020). Sorption Behavior and Mechanisms of Organic Contaminants to Nano and Microplastics. *Molecules*, *25*(8), 1827. https://doi.org/10.3390/molecules25081827

Wang, R., Niu, S., & Jiang, Y. (2026). Adsorption of heavy metals by biofilm-coated microplastics in aquatic environments: Mechanisms, isotherm and kinetic processes, and

ISBN : 978-625-8795-68-4

influencing factors. *Science of The Total Environment*, *1015*, 181388. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2026.181388

Wu, C., Tanaka, K., Tani, Y., Bi, X., Liu, J., & Yu, Q. (2022). Effect of particle size on the colonization of biofilms and the potential of biofilm-covered microplastics as metal carriers. *Science of The Total Environment*, *821*, 153265. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153265

Zhao, M., Huang, L., Arulmani, S. R. B., Yan, J., Wu, L., Wu, T., Zhang, H., & Xiao, T. (2022). Adsorption of Different Pollutants by Using Microplastic with Different Influencing Factors and Mechanisms in Wastewater: A Review. *Nanomaterials*, *12*(13), 2256. https://doi.org/10.3390/nano12132256

ISBN : 978-625-8795-68-4

KENTSEL ATIKSUDA ANTİHİSTAMİNLER VE ÇEVRESEL RİSKLERİ

Doç. Dr. Arzu ULVİ

Necmettin Erbakan Üniversitesi, atekinay@erbakan.edu.tr - 0000-0001-7303-1869

Prof. Dr. Senar AYDIN

Necmettin Erbakan Üniversitesi, sozcan@erbakan.edu.tr - 0000-0002-0960-480X

Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN

Necmettin Erbakan Üniversitesi, meaydin@erbakan.edu.tr - 0000-0001-6665-198X

ÖZET

Alerjik hastalıklarının tedavisinde kullanılan antihistaminler yaygın kullanılan ve çevresel ortamlarda da tespit edilen bir farmasötik guruptur. Bu çalışmada birincil nesil antishistaminlerden chlorpheniramine, diphenhydramine, doxylamine, pheniramine bileşiklerinin Konya kentsel atıksulardaki varlığı ve Konya Kentsel Atıksu Arıtma Tesisinde çıkış atıksuyu ile çevrede oluşturduğu risk araştırılmıştır. Toplam antihistamin konsantrasyonu kentsel atıksuda <dl-219.84 ng/L aralığında, ve çıkış atıksuyunda 234.9 ng/L olarak tespit edilmiştir. Chlorpheniramine, diphenhydramine, doxylamine, pheniramine bileşikleri kentsel atıksuda sırası <dl-26.76 ng/L, <dl-4.42 ng/L, <dl-161.15 ng/L, <dl-173.59 ng/L aralığında, çıkış atıksuyunda sırası ile 55.44 ng/L, 9.99 ng/L, 42.92, 126.5 ng/L olarak tespit edilmiştir. Pheniramine bileşiğinin hem kentsel atıksuda hem çıkış atıksuyunda en yüksek konsantrasyonlarda tespit edildiği görülmüştür. Çevresel risk değerlendirmesi sonucunda pheniramine bileşiği için RQ değeri *Daphnia magna* için 0.118 ve alg için 0.189 olarak hesaplanmıştır ve orta derecede risk gösterdiği tespit edilmiştir. Chlorpheniramine, diphenhydramine, doxylamine içinse düşük risk göstermiştir. Atıksu arıtma tesisi çıkış suyu ile alıcı ortama ulaşabilecek olan bu bileşiklerin, sucul organizmalar üzerinde toksik etkiler oluşturabilmesi, çevresel ortamlarda sürekli maruziyete neden olabilmesi, besin zincirine ulaşabilmesi antihistaminlerin çevresel açıdan değerlendirilmesinin önemini ortaya koymaktadır. Antihistaminlerin çıkış atıksuyunda tespit edilmesi, konvansiyonel proseslerde giderilmediklerini göstermektedir. Mevcut proseslere ileri arıtım prosesleri eklenerek alıcı ortama taşınım azaltılabilir.

Anahtar kelime: Antihistaminikler, kentsel atıksu, atıksu arıtma tesisi, arıtım.

1. GİRİŞ

Sanayileşmiş ülkelerde alerjik hastalıkların yaygınlığı giderek artarak hem önemli bir sağlık sorunu hem de önemli bir ekonomik yük haline gelmiştir. Alerjik hastalıklar arasında bronşiyal astım, alerjik rinit, anafilaksi, ilaç, gıda ve böcek ilacı alerjileri, egzama, ürtiker yer almaktadır. Alerji vakalarındaki artış, özellikle belirgin bir şekilde çocukları etkilemektedir

ISBN : 978-625-8795-68-4

(Gutowska-Ślesik ve diğ., 2022; Baumgartner ve diğ., 2025). Nüfusun artması ve toplumun farmasötiklere ulaşımının kolaylaşması ile birlikte farmasötiklerin de çevresel yükü artmaktadır. Farmasötik tüketiminin her geçen gün artmaya devam etmesi ile birlikte 2023 yılında dünya genelinde 3,4 trilyon tanımlanmış günlük doz kullanımının olduğu bildirilmiştir. Çevresel farmasötik yükünün önemli kaynaklarından biri kullanılan ilaçların yaklaşık %25-75 idrar ve dışkı ile kanalizasyona deşarj edilmesidir. Kullanılmayan ve tarihi geçmiş ilaçların uygunsuz şekilde atılması, farmasötik endüstrilerinin atıksuları ve hastane atıkları da diğer önemli farmasötik kaynaklardandır (Al-Juboori ve Hilal, 2023; Pernas-Fraguela ve diğ., 2026).

Histamin vücutta önemli bir rol oynar ve doğal olarak bulunmaktadır. Alerjenler gibi mast hücrelerini aktive ederek histamin dahil olmak üzere çeşitli inflamatuvar mediyatörlerin salgılanmasına sebep olurlar. Histamin reseptörlere bağlanarak çeşitli biyolojik ve alerjik reaksiyonların oluşmasına sebep olur (Thangam ve diğ., 2018). Vücutta dört alt tip histamin reseptörü (H1, H2, H3 ve H4) bulunmaktadır. Alt tiplerin en yaygın olanı olan H1 reseptörü, hapşırmaya, kaşıntıya ve ödeme yol açan histaminle uyarılan duyusal sinir aktivasyonuna aracılık etmekten sorumludur (Shirley ve diğ., 2020). Antihistaminler 1940'lardan beri kullanılan bir farmasötik grubudur ve histamin kaynaklı inflamasyonu engellemek için H1 reseptörüne bağlanan ters agonistlerdir (Linton ve diğ., 2023). Bu farmasötikler birinci kuşak ve ikinci kuşak antihistaminler olarak sınıflandırılır. Birinci nesil antihistaminler sedasyon, konsantrasyon bozukluğu, hafıza ve bilişsel sorunlara sebep olabilirler. 1980'lerden beri kullanılan yeni nesil antihistaminler düşük beyin zarı geçirgenliğine sahip olduklarından yan etkileri daha azdır (Linton ve diğ., 2023).

Antihistaminler en büyük ilaç guruplarından biri haline gelmiştir, piyasada 45'ten fazla aktif olarak kullanılan ilaç vardır. Sucul yaşam için potansiyel risk oluşturdukları bildirilmiştir (Kristofco ve Brooks, 2017). Yüzey suyu, yeraltı suyu, içme suyu, geri kazanılmış su, giriş ve çıkış atık suyu, sediment, askıda katı maddeler, omurgasızlar, balık dokuları, balık plazması gibi birçok çevresel ortamda antihistaminler tespit edilmiştir (Kristofco ve Brooks, 2017). Bradley ve diğ. (2014) yüzey sularında chlorpheniramine bileşiğini maksimum 9.53 ng/L, diphenhydramine bileşiğini maksimum 925 ng/L olarak tespit etmişlerdir. Alvarez ve diğ., (2014) midye dokusunda diphenhydramine bileşiğini 0.25 ng/g olarak tespit etmişlerdir. İsveç'te diphenhydramine bileşiği atıksu arıtma tesisi girişinde 10-200 ng/L ve çıkışında 7.7-54 ng/L olarak tespit edilmiştir (Fick ve diğ., 2011). Avustralya'da chlorpheniramine bileşiği atıksu arıtma tesisi girişinde 9.5 - 43.9 ng/L ve çıkışında 4.9 - 20.7 ng/L olarak tespit edilmiştir (Roberts ve diğ., 2016).

Çevresel ortamlarda bulunmaları hedef olmayan organizmalar üzerinde çeşitli biyolojik etkilere sebep olabilmektedir. Örneğin Japon medaka balığının diphenhydramine maruziyeti sonrası yumurta üretiminde azalma gözlenmiştir. Bu maruziyet balığın beslenme davranışlarını değiştirmiş, larvalarda ölüm oranlarının artmasına sebep olmuştur (Seki ve diğ., 2024). Diphenhydramine bileşiğinin balıklarda birikebileceği, yüzme ve beslenmenin baskılanabilmesi gibi olumsuz etkilerinin olduğu bildirilmiştir (Xie ve diğ., 2016). Diphenhydramine zebra balığı larvalarında gösterdiği etki 1 ve 10 mg/L konsantrasyonlarında maruz kalmada yüzme aktivitesinde azalma ve düzensiz yüzme davranışı 10 mg/L

ISBN : 978-625-8795-68-4

konsantrasyonunda maruz kalmada kalp atış hızında azalma olarak raporlanmıştır (Barreto ve diğ., 2022). Teixeira ve diğ. (2017) antihistamin olan cetirizine bileşiğinin midyelerde metabolik aktivite, enerji ve oksidatif stresle ilgili belirteçlerde de biyokimyasal değişikliklere yol açtığını tespit etmişlerdir.

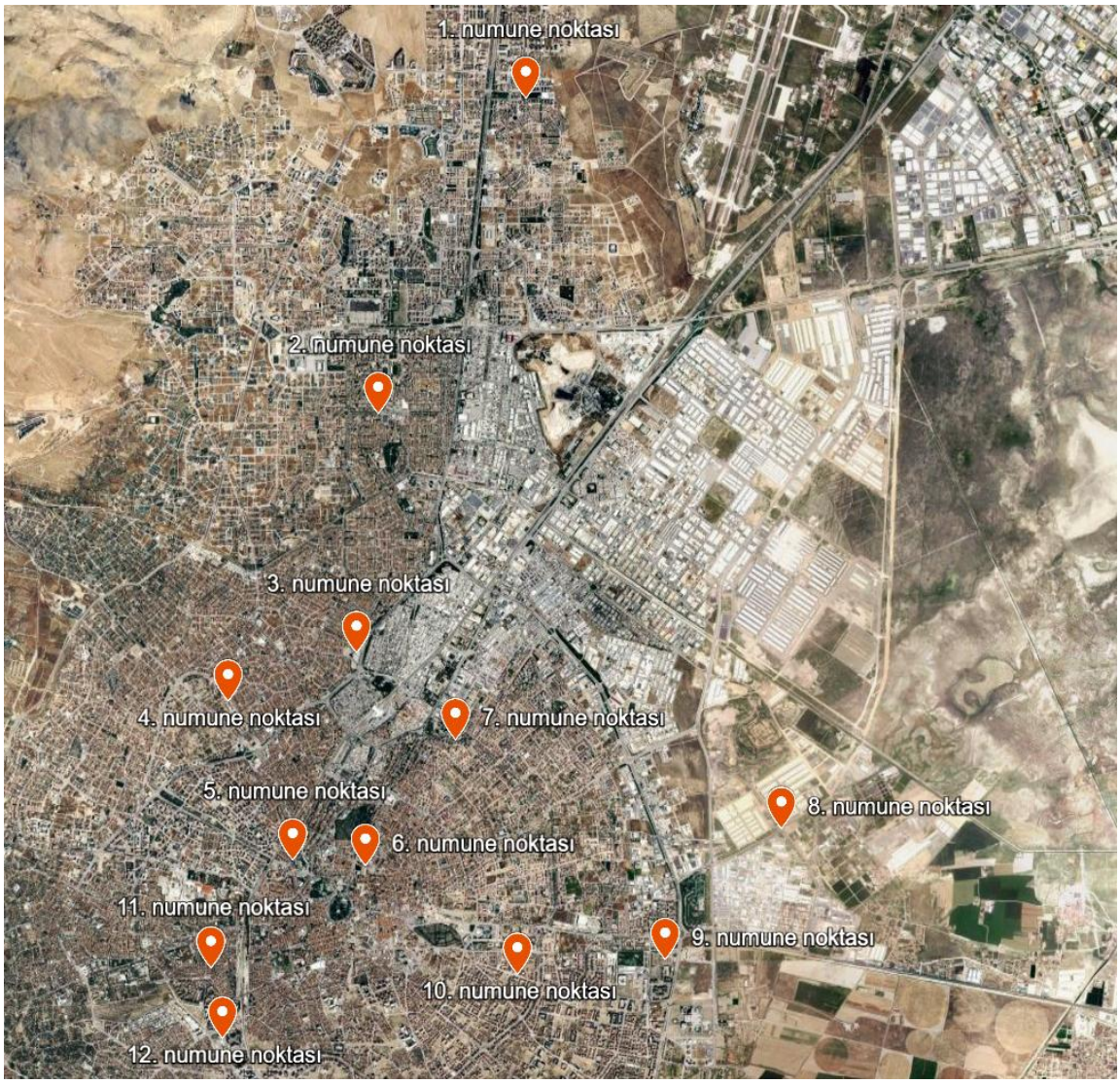
Bu çalışmada birinci nesil antihistaminlerden chlorpheniramine, diphenhydramine, doxylamine, pheniramine bileşikleri Konya şehri kanalizasyon sisteminden ve Konya Kentsel Atıksu Arıtma Tesisinden alınan atıksu örneklerinden araştırılmıştır. Hedef bileşiklerin Konya kentsel atıksuyundaki varlığı araştırılmış ve risk değerlendirilmesi yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Atıksu numuneleri

Türkiye'nin en büyük yüz ölçümüne sahip ili olan Konya'da 2026 nüfus sayım sonuçlarına göre merkez ilçeleri olan Selçuklu, Meram, Karatay'ın toplam nüfusu 1.448.633 kişidir. Konya ilinde 33 kamu, 12 özel ve 3 üniversite hastanesi bulunmaktadır (Nüfus ve Vatandaşlık işleri Genel Müdürlüğü, 2026; KOP, 2026). Görsel 1'de harita üzerinde kanalizasyon sisteminde örnekleme noktaları gösterilmiştir. 200000 m^3/gün kapasiteli Konya Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi Karatay, Meram ve Selçuklu ilçelerinden gelen atıksuları arıtmaktadır. Tesiste kaba ve ince ızgaralar, havalandırmalı kum tutucu, ön çöktürme tankları, havalandırma tankları, son çöktürme tankları, çamur yoğunlaştırıcı, anaerobik çamur çürütücüler, çamur susuzlaştırma, arıtılmış su depolama tankı, sulama suyu kum filtreleri üniteleri bulunmaktadır (KOSKİ, 2025).

ISBN : 978-625-8795-68-4



Görsel 1. Atıksu numunelerinin alındığı kanalizasyon noktaları

2.2. Araştırılan bileşikler

Bu çalışmada birinci nesil antihistaminler grubuna dahil olan 4 farmasötik bileşik araştırılmıştır. Çizelge 1'de atıksu örneklerinde araştırılan antihistamin bileşiklerinin bazı fizikokimyasal özellikleri verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırılan hedef bileşikler (Pubchem, 2026)

	Moleküler formül	**Molekül ağırlığı (g/mol)**	**Log Kow**	**Çözünürlük**
Chlorpheniramine	$C_{16}H_{19}ClN_2$	274.79	3.4	5500 mg/L
Diphenhydramine	$C_{17}H_{21}NO$	255.35	3.3	3060 mg/L
Doxylamine	$C_{17}H_{22}N_2O$	270.37	2.5	1 g/mL
Pheniramine	$C_{16}H_{20}N_2$	240.34	2.8	377 mg/L

ISBN : 978-625-8795-68-4

2.3. Atıksu Numunelerinin Analizi

Atıksu numunelerinin ekstraksiyonu katı faz ekstraksiyon yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Atıksu numuneleri 1.2 µm ve 0.45 µm filtrelerden süzüldükten sonra katı faz ekstraksiyon aşamasına geçilmiştir. Oasis HLB kartuşu 5 mL metanol ve 5 mL saf su ile şartlandırıldıktan sonra filtrelenen atıksu örnekleri kartuşa verilmiştir. Örnekler kartuştan geçtikten sonra bileşiklerin elüsyonu 10 mL metanol ile gerçekleştirilmiştir. Bileşiklerin kantitatif analizleri LC/MS/MS sisteminde gerçekleştirilmiştir. Cihazda Agilent Poroshell 120 EC-C18 (3.0x100 mm, 2.7 µm) kolon kullanılmıştır. Çizelge 2'de araştırılan bileşikler için LOD ve LOQ değerleri verilmiştir.

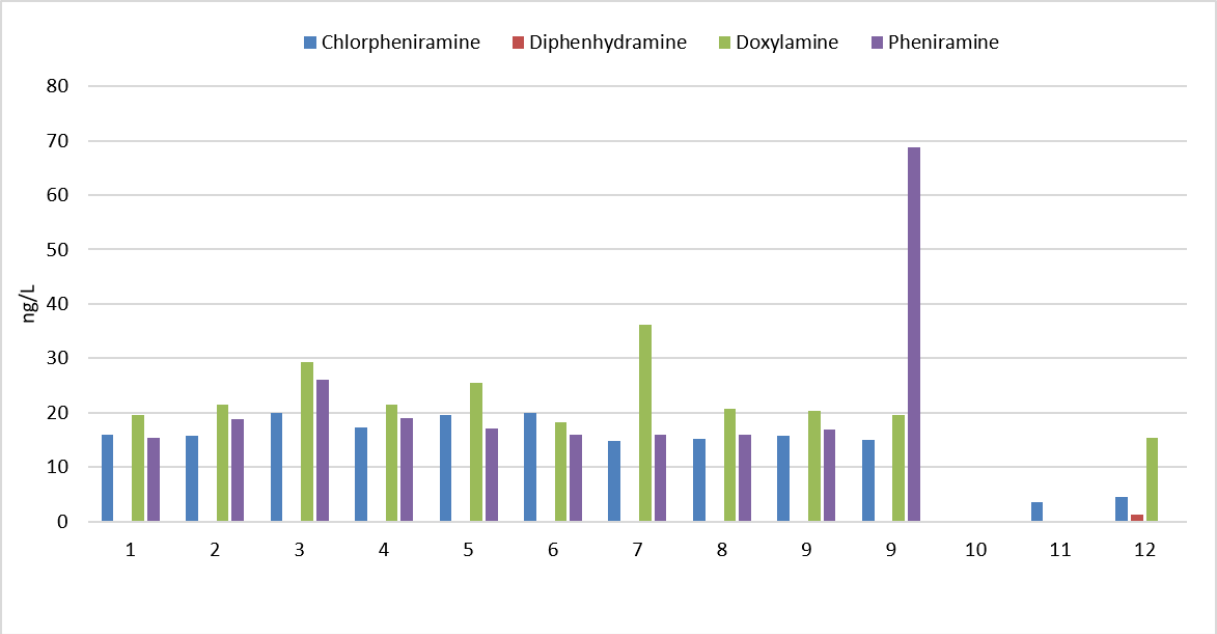
Çizelge 2. LC/MS/MS cihazı için LOD ve LOQ değerleri (ng/L)

Bileşik adı	**LOD Değeri**	**LOQ Değeri**
Doxylamine	0.1353	0.4512
Pheniramine	1.4187	4.7291
Chlorpheniramine	0.2332	0.7774
Diphenhydramine	0.0087	0.029

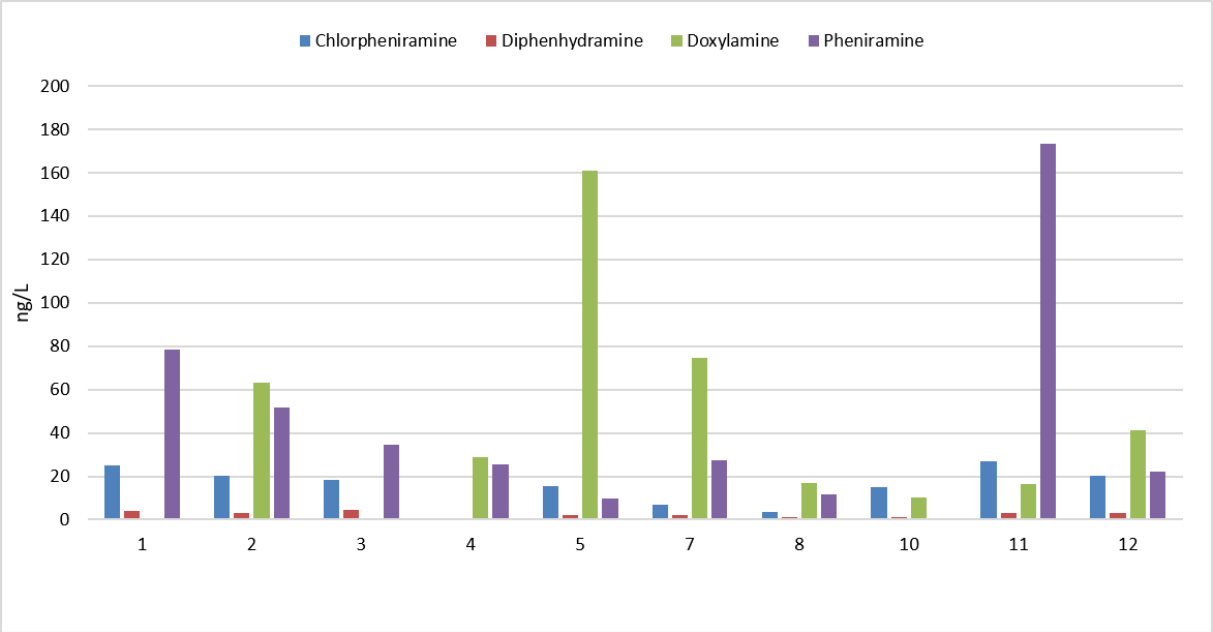
3. KENTSEL ATIKSUDA ANTİHİSTAMİNLERİN VARLIĞI

Konya kenti kanalizasyon sisteminden hafta içi alınan atıksu örneklerinde tespit edilen konsantrasyonlar Görsel 2'de, hafta sonu alınan atıksu örneklerinde tespit edilen konsantrasyonlar Görsel 3'te verilmiştir. Chlorpheniramine, diphenhydramine, doxylamine, pheniramine bileşikleri sırası ile hafta içi alınan örneklerde <dl-19.89 ng/L, <dl-1.32 ng/L, <dl-36.17 ng/L, <dl-68.69 ng/L aralığında, hafta sonu alınan örneklerde <dl-26.76 ng/L, <dl-4.42 ng/L, <dl-161.15 ng/L, <dl-173.59 ng/L aralığında tespit edilmiştir. Konsantrasyonlar incelendiğinde doxylamine ve pheniramine etken maddeleri hem hafta içi hem de hafta sonu yüksek konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Türkiye'deki kamu sağlık tesislerinin ilaç tedarikine ilişkin Devlet Malzeme Ofisi Sağlık Market verilerine göre 2026 yılının ilk çeyreğinde antihistaminlerden diphenhydramine için 647591 adet, doxylamine kombinasyonları için 1350 adet, pheniramine için 3670066 adet talep edilmiştir (DMO, 2026). Özellikle pheniramine etken maddesi için talebin oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

ISBN : 978-625-8795-68-4



Görsel 2. Hafta içi alınan atıksu örneklerinden tespit edilen antihistamin konsantrasyonları



Görsel 3. Hafta sonu alınan atıksu örneklerinden tespit edilen antihistamin konsantrasyonları

4. ATIKSU ARITMA TESİSİ ÇIKIŞ ATIKSUYUNDA TESPİT EDİLEN KONSANTRASYONLAR VE RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Antihistamin bileşiklerinin çevresel risk değerlendirmesi risk oranı (RQ) metoduna göre yapılmıştır. Çıkış atıksuyunda ölçülen konsantrasyonlar (MEC), tahmini etki göstermeyen konsantrasyonlara (PNEC) oranı ile RQ değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 3'te atıksu arıtma tesisi çıkış suyunda tespit edilen konsantrasyonlar, risk değerlendirmesi için ECOSAR sisteminden elde edilen PNEC değerleri ve hesaplanan RQ değerleri verilmiştir. Çıkış atıksuyunda tespit edilen konsantrasyonlar incelendiğinde diphenhydramine bileşiğinin en düşük konsantrasyonda tespit edildiği, pheniramine bileşiğinin kentsel atıksularda olduğu gibi

ISBN : 978-625-8795-68-4

çıkış atıksuyunda da en yüksek konsantrasyonlarda tespit edildiği görülmektedir. Doxylamine ve chlorpheniramine bileşikleri ise sırası ile 42.92 ng/L ve 55.44 ng/L konsantrasyonunda tespit edilmiştir. RQ değerlerinin değerlendirilmesi Aydın ve diğ., (2026)'a göre yapılmıştır. RQ değeri <0.1 ise düşük risk, 0.1 ≤ RQ <1 ise orta risk RQ ≥ 1 ise yüksek risk olarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

Balık için araştırılan bütün antihistaminler düşük risk göstermiştir. *Daphnia magna* için chlorpheniramine, diphenhydramine ve doxylamine düşük risk; pheniramine orta risk oluşturmuştur. Algler için diphenhydramine ve doxylamine düşük risk, chlorpheniramine ve pheniramine ise orta risk göstermiştir.

Çizelge 3. AAT çıkış suyunda tespit edilen antihistamin konsantrasyonları, PNEC ve RQ değerleri

Bileşikler	MEC (ng/L)	PNEC (ng/L)			RQ		
		Balık	*Daphnia magna*	Alg	Balık	*Daphnia magna*	Alg
Chlorpheniramine	55.44	6540	920	550	0.008	0.060	0.101
Diphenhydramine	9.99	7180	990	610	0.001	0.010	0.016
Doxylamine	42.92	29620	3690	2790	0.001	0.012	0.015
Pheniramine	126.53	7810	1070	670	0.016	0.118	0.189

Su ortamlarında tespit edilen bir ilaç olan chlorpheniramine hormon bozulmasına ve olumsuz çevresel etkilere sebep olmanın yanı sıra, katalitik oksidasyonuyla bozunması sırasında nitrosamin oluşumu bildirilmiştir (Chen ve diğ., 2020).

Avustralya'da atıksu arıtma tesisinde giriş suyundaki ortalama Chlorpheniramine konsantrasyonu, yüksek debi geldiği dönemde 9.5 ng/L, düşük debi geldiği dönemde 43.9 ng/L olarak verilmiştir (Roberts ve diğ., 2016). Chlorpheniramine maleate Japonya'da atıksu arıtma tesisi girişinde 121 ng/L, çıkışında 107 ng/L olarak tespit edilmiştir (Kadokami ve diğ., 2021). Diphenhydramine reçetesiz satılan bir antihistaminik, uyku ilacı ve bulantı önleyici bir ilaçtır, insanlar tarafından büyük miktarlarda tüketilir ve atılır. Akarsu biyofilmleri diphenhydramine maruz bırakıldığında solunum ve fotosentezin azaldığı, su organizmaları ve balıklarda düşük diphenhydramine konsantrasyonlarında olumsuz etkilerin oluştuğu bildirilmiştir (Wolfson ve diğ., 2018). ABD'de iki farklı atıksu arıtma tesisinde diphenhydramine bileşiği girişte 4900 ng/L (1. AAT), 25000 ng/L (2. AAT), çıkışta 670 ng/L (1. AAT), 340 ng/L (2. AAT) olarak tespit edilmiştir (Anumol ve Snyder, 2015). Farré ve diğ. (2011), bir su geri kazanım tesisinde ikincil arıtma çıkış suyunda doxylamine konsantrasyonunu yaklaşık 300 ng/L olarak bildirmiştir. İleri arıtma prosesleri sonrasında konsantrasyonun azaldığı ve nihai çıkış suyunda yaklaşık 4 ng/L seviyesine gerilediği görülmüştür. İspanya'da atıksu arıtma tesisi giriş atıksuyunda pheniramine ortalama 22 ng/L olarak tespit edilmiştir (Santana-Viera ve diğ., 2023). Daha önce yapılan çalışmalara bakılınca bu çalışma ile benzer sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Antihistaminler biyolojik olarak oldukça aktif farmasötiklerdir. Diğer ilaç guruplarına göre (örneğin ibuprofen) alınan günlük dozları oldukça düşüktür (Kosonen ve Kronberg, 2009). Buna rağmen atıksularda ng/L seviyelerinde bulunmaktadırlar.

ISBN : 978-625-8795-68-4

5. SONUÇ

Antihistaminler artan alerjen maruziyetleri ile birlikte kullanımları da artan bir ilaç grubudur. Özellikle birinci nesil antihistaminler kan beyin bariyerini geçerek merkezi sinir sistemini etkileyebilen ilaçlardır. Bu ilaçların çevresel ortamlardaki varlığı ve canlılar üzerindeki toksik etkileri kanıtlanmıştır. Bu çalışmada da kentsel atıksuda ve atıksu arıtma tesisi çıkışında tespit edilmişlerdir. Özellikle pheniramine bileşiği araştırılan bileşikler arasında en yüksek konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Konya kentsel atıksu arıtma tesisinin sahip olduğu biyolojik arıtma prosesinin sürekli ve etkin bir giderim sağlamadığı, bu farmasötiklerin çıkış suyu ile alıcı ortama ulaşma potansiyelleri olduğu ortaya konmuştur. Çıkış suyunda RQ metodu ile yapılan çevresel risk değerlendirilmesinde pheniramine bileşiğinin *Daphnia magna ve* alg için orta risk oluşturduğu tespit edilmiştir. Yapılan risk değerlendirmesinde her bir bileşiğin bireysel olarak değerlendirildiği ve gerçek çevresel ortamlarda birçok toksik kirleticinin bir arada olduğu düşünüldüğünde tespit edilen orta dereceli riskin önemi anlaşılmaktadır. Sonuçlar antihistaminlerin atıksu arıtma tesisleri ve alıcı su ortamları açısından potansiyel bir çevresel kirletici grubu olduğunu ortaya koymuştur. Bu bileşiklerin alıcı ortama ulaşmasını engellemek amacı ile reçetesiz satışlarının sınırlandırılması, kullanılmayan veya tarihi geçmiş ilaçlar için takip sistemlerinin geliştirilmesi, uygunsuz bertarafların önlenmesi önemlidir. Ayrıca atıksu arıtma tesislerinin günümüzde mikrokirleticilerin giderimi için de yeniden tasarlanması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Al-Juboori, R. A., & Hilal, N. (2023). Pharmaceuticals removal from wastewater: Ultrasound technology and its potential amalgamation with membrane processes. *Journal of Water Process Engineering*, *53*, 103810. https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2023.103810

Alvarez, D.A., Maruya, K.A., Dodder, N.G., Lao, W., Furlong, E.T., Smalling, K.L. Occurrence of contaminants of emerging concern along the California coast (2009-10) using passive sampling devices (2014) Marine Pollution Bulletin, 81 (2), pp. 347-354.

Anumol, T., & Snyder, S. A. (2015). Rapid analysis of trace organic compounds in water by automated online solid-phase extraction coupled to liquid chromatography–tandem mass spectrometry. *Talanta*, *132*, 77–86. https://doi.org/10.1016/j.talanta.2014.08.011

Aydın, S., Ulvi, A., & Aydın, M. E. (2026). Illicit drugs and therapeutic opioids in urban wastewater: Occurrence, consumption estimates, removal and ecotoxicological implications. *Environmental Pollution*, *402*, 128363. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2026.128363

Barreto, A., Santos, J., Capitão, A., Eusébio, R., Pinheiro Damasceno, É., Luísa Machado, A., Rocha, L. S., Calisto, V., Amorim, M. J. B., & Maria, V. L. (2022). Assessment of diphenhydramine toxicity – Is its mode of action conserved between human and zebrafish? *Environment International*, *164*, 107263. https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107263

Baumgartner, S., Salvisberg, M., Clot, B., Crouzy, B., Schmid-Grendelmeier, P., Singer, H., & Ort, C. (2025). Relationship between antihistamine residues in wastewater and airborne

pollen concentrations: Insights into population-scale pollinosis response. *Science of The Total Environment*, *964*, 178515. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.178515

Bradley, P. M., Barber, L. B., Duris, J. W., Foreman, W. T., Furlong, E. T., Hubbard, L. E., Hutchinson, K. J., Keefe, S. H., & Kolpin, D. W. (2014). Riverbank filtration potential of pharmaceuticals in a wastewater-impacted stream. *Environmental Pollution*, *193*, 173–180. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.06.028

Chen, W.-H., Huang, J.-R., Lin, C.-H., & Huang, C.-P. (2020). Catalytic degradation of chlorpheniramine over GO-Fe3O4 in the presence of H2O2 in water: The synergistic effect of adsorption. *Science of The Total Environment*, *736*, 139468. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139468

Devlet Malzeme Ofisi Genel Müdürlüğü. (2026). Sağlık Market 2026 yılı 1. çeyrek itibarı ile talep edilen beşeri tıbbi ürün miktarları.

Farré, M. J., Reungoat, J., Argaud, F. X., Rattier, M., Keller, J., & Gernjak, W. (2011). Fate of N-nitrosodimethylamine, trihalomethane and haloacetic acid precursors in tertiary treatment including biofiltration. *Water Research*, *45*(17), 5695–5704. https://doi.org/10.1016/j.watres.2011.08.033

Fick, J., Lindberg, H., Kai, L., Brorsoem-Lundén, E. Results from the Swedish National Screening programme 2010 (2011) IVL Swedish Environmental Research Institute: Stockholm, Sweden.

Gutowska-Ślesik, J., Samoliński, B., & Krzych-Fałta, E. (2022). The increase in allergic conditions based on a review of literature. *Advances in Dermatology and Allergology*. https://doi.org/10.5114/ada.2022.119009

Kadokami, K., Miyawaki, T., Iwabuchi, K., et al. (2021). *Inflow and outflow loads of 484 daily-use chemicals in wastewater treatment plants across Japan*. Environmental Monitoring and Contaminants Research, 1, 1–16. https://doi.org/10.5985/emcr.20200002

Konya Ovası Projesi (KOP) Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı. (2026). *KOP Bölgesi sosyo-ekonomik göstergeler raporu 2025*. KOP Yayınları.

Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (KOSKİ). (2025). Konya Atıksu Arıtma Tesisi Rehabilitasyon ve II. Kademe İnşaat Projesi: Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirmesi (ÇSED) Raporu.

Kosonen, J., & Kronberg, L. (2009). The occurrence of antihistamines in sewage waters and in recipient rivers. *Environmental Science and Pollution Research*, *16*(5), 555–564. https://doi.org/10.1007/s11356-009-0144-2

Kristofco, L. A., & Brooks, B. W. (2017). Global scanning of antihistamines in the environment: Analysis of occurrence and hazards in aquatic systems. *Science of The Total Environment*, *592*, 477–487. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.120

Linton, S., Hossenbaccus, L., & Ellis, A. K. (2023). Evidence-based use of antihistamines for treatment of allergic conditions. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*. https://doi.org/10.1016/j.anai.2023.07.019

Pernas-Fraguela, C., Montes, R., Rodil, R., Castro, V., Quintana, J. B., & Estévez-Danta, A. (2026). Recent trends in wastewater-based epidemiology of pharmaceuticals. Methods and applications. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, *198*, 118746. https://doi.org/10.1016/j.trac.2026.118746

ISBN : 978-625-8795-68-4

Roberts, J., Kumar, A., Du, J., Hepplewhite, C., Ellis, D. J., Christy, A. G., & Beavis, S. G. (2016). Pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) in Australia's largest inland sewage treatment plant, and its contribution to a major Australian river during high and low flow. *Science of The Total Environment*, *541*, 1625–1637. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.03.145

Santana-Viera, S., Lara-Martín, P. A., & González-Mazo, E. (2023). High resolution mass spectrometry (HRMS) determination of drugs in wastewater and wastewater based epidemiology in Cadiz Bay (Spain). *Journal of Environmental Management*, *341*, 118000. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118000

Seki, T., Katsura, M., Yamasaki, M., Yamashita, K., Kokushi, E., & Uno, S. (2024). Effects of diphenhydramine exposure on reproduction of mature Japanese medaka (Oryzias latipes). *Chemosphere*, *358*, 142163. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.142163

Shirley, D. W., Sterrett, J., Haga, N., & Durham, C. (2020). The therapeutic versatility of antihistamines. *The Nurse Practitioner*, *45*(2), 8–21. https://doi.org/10.1097/01.npr.0000651112.76528.ed

T.C. İçişleri Bakanlığı Nüfus ve Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğü. (2026). *Konya ili nüfus istatistikleri*. https://nvi.gov.tr/konya/istatistikler

Teixeira, M., Almeida, Â., Calisto, V., Esteves, V. I., Schneider, R. J., Wrona, F. J., Soares, A. M. V. M., Figueira, E., & Freitas, R. (2017). Toxic effects of the antihistamine cetirizine in mussel Mytilus galloprovincialis. *Water Research*, *114*, 316–326. https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.02.032

Thangam, E. B., Jemima, E. A., Singh, H., Baig, M. S., Khan, M., Mathias, C. B., Church, M. K., & Saluja, R. (2018). The Role of Histamine and Histamine Receptors in Mast Cell-Mediated Allergy and Inflammation: The Hunt for New Therapeutic Targets. *Frontiers in Immunology*, *9*. https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.01873

Wolfson, S. J., Porter, A. W., Villani, T. S., Simon, J. E., & Young, L. Y. (2018). The antihistamine diphenhydramine is demethylated by anaerobic wastewater microorganisms. *Chemosphere*, *202*, 460–466. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.03.093

Xie, Z., Lu, G., Hou, K., Qin, D., Yan, Z., & Chen, W. (2016). Bioconcentration, metabolism and effects of diphenhydramine on behavioral and biochemical markers in crucian carp (Carassius auratus). *Science of The Total Environment*, *544*, 400–409. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.11.132

AICHEAS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES
November 1 – 2, 2026 – MUS
ISBN : 978-625-8795-68-4

PRELIMINARY ASSESSMENT OF THE CO2 STORAGE POTENTIAL OF THE KARAÇALI-YULAFLI FIELD IN THE THRACE BASIN: A COMPARISON WITH THE SLEIPNER FIELD (NORTH SEA)

Beril İpek KIYAK
İzmir Katip Çelebi University, berillipekk@gmail.com · ORCID NO: 0009-0004-7519-6009)

Attila AYDEMİR
Haliç University, attila.aydemir@gmail.com · ORCID NO: 0000-0001-8590-214x

Deniz AYDEMİR
Bilfen Çayyolu Science High School, deniz.aaydemirr@gmail.com · ORCID NO: 0009-0007-1716-9418)

ABSTRACT

Carbon Capture and Storage (CCS) offers a critical environmental solution by sequestering CO_2 emissions within deep underground geological formations. Globally, the most enduring and successful implementation is the Sleipner project in the North Sea's Utsira Formation, which has demonstrated safe, long-term storage since 1996. In Turkey, the Thrace Basin emerges as a highly promising candidate for similar initiatives. This potential is driven by its close proximity to industrial clusters in the Marmara region, existing pipeline infrastructure, and numerous depleted gas reservoirs. Despite this suitability, systematic research regarding CCS implementation across Turkey's oil and gas fields remains absent. This study addresses the gap by providing a preliminary comparative assessment between the Karaçalı-Yulaflı field (Osmancık Formation) and the benchmark Sleipner field. In comparison, Sleipner reservoir depth of 700–800 m was found suitable for CO_2 in a supercritical state, the reservoir depth at Karaçalı-Yulaflı exceeds 1,650 m. Furthermore, caprock thickness of at least 50 m is considered essential for seal capacity at Sleipner, the caprock Danişmen Formation, overlying the Osmancık reservoir at Karaçalı-Yulaflı, ranges from 300 to 1000 m in thickness. Conversely, the reservoir porosity and permeability values are approximately 50% lower than those at Sleipner. Consequently, these data suggest that this field offers superior leakproofing that compansate for its low storage capacity. These preliminary findings indicate that, more detailed investigations in the near future, the Karaçalı-Yulaflı field and other sites across the Thrace region will likely gain significance for carbon storage purposes.

Keywords: CO_2 storage; CCS; Karaçalı-Yulaflı Field; Sleipner Project

ISBN : 978-625-8795-68-4

TRAKYA HAVZASI KARAÇALI-YULAFLI SAHASI'NIN CO2 DEPOLAMA POTANSİYELİNİN SLEIPNER SAHASI (KUZEY DENİZİ) İLE KARŞILAŞTIRILMALI OLARAK ÖN DEĞERLENDIRILMESI

Beril İpek KIYAK
İzmir Katip Çelebi University, berillipekk@gmail.com · ORCID NO: 0009-0004-7519-6009)

Attila AYDEMİR
Haliç University, attila.aydemir@gmail.com · ORCID NO: 0000-0001-8590-214x

Deniz AYDEMİR
Bilfen Çayyolu Science High School, deniz.aaydemirr@gmail.com · ORCID NO: 0009-0007-1716-9418)

ÖZET

İklim krizinin en önemli sebeplerinden biri olan karbondioksit emisyonlarının atmosfere salınımı yerine CCS olarak da bilinen "Karbon Yakalama ve Depolama" yöntemiyle yakalanarak uygun jeolojik formasyonlara, yeraltına gömülmesi en güncel çevresel çözüm yöntemidir. Böylece, bir dizi iklimsel olaylara yol açan CO_2 emisyonlarının azaltılmasını sağlarken, bir yandan da tükenmiş hidrokarbon yataklarının yeniden değerlendirilmesine de imkân tanınacaktır. Dünya üzerinde en başarılı ve uzun soluklu CCS projesi, Kuzey Denizi'nde bulunan Sleipner sahasında, Utsira Formasyonu'nunda 1996'dan bu yana başarıyla uygulanagelmektedir. Milyonlarca ton CO_2'nin yeraltındaki formasyonlara depolanması, Utsira Formasyonu gibi gözenekli jeolojik yapılara, CO_2'nin güvenli ve uzun vadeli olarak depolanabileceğini bilimsel olarak kanıtlamıştır. Türkiye'de ise bu tür projeler için Trakya Havzası, özel olarak da Karaçalı-Yulaflı sahası, Osmancık Formasyonu oldukça dikkat çekici bir konuma sahiptir. Bu havza, hem Marmara Bölgesi'ndeki yoğun endüstriyel tesislere olan stratejik yakınlığı, hem mevcut boru hattı altyapısı, hem de tükenme aşamasına gelmiş birçok gaz sahası barındırması nedeniyle karbon depolama uygulamaları için ilk tercih noktasıdır. Ancak Karaçalı-Yulaflı dahil olmak üzere Türkiye'de üretim ömrü sona ermiş veya ermek üzere olan petrol/gaz sahalarında CCS uygulamaları açısından yapılmış sistematik bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada, Karaçalı-Yulaflı sahasının karbon depolama uygulamaları açısından uygunluğunun Sleipner projesi ile kıyaslamalı bir şekilde yapılan ön inceleme sonuçları sunulmaktadır. Buna göre; Sleipner sahasında CO_2'nin süperkritik kalması için yaklaşık 700–800 m derinlik tespit edilmiştir ki Karaçalı-Yulaflı sahaları rezervuar derinliği 1650 m'den fazladır. Ayrıca Sleipner'da sızdırmazlık açısından çok önemli olan örtü kaya kalınlığının en az 50 m olması istenirken, Karaçalı-Yulaflı'da rezervuar birim olan Osmancık Formasyonu üzerindeki örtü kaya, Danişmen Formasyonu kalınlığı 300-1000 m arasındadır. Buna karşılık, rezervuar porozite ve permeabilite değerleri Sleipner'a göre çok daha düşüktür. Tüm bu veriler bize depolama kapasitesinin yaklaşık %50 oranında daha az ama sızdırmazlık açısından çok daha güvenilir olduğuna işaret etmektedir. Bu ön veriler, yakın gelecekte çok daha detaylı çalışmalar yürütüldükten sonra Karaçalı-Yulaflı'dan başlayarak tüm Trakya sahalarının ilerleyen süreçte karbon depolamada açısından önem kazanacağını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: CO_2 depolama; CCS; Karaçalı-Yulaflı Sahası; Sleipner Projesi

ISBN : 978-625-8795-68-4

ANALYTICAL AND TECHNICAL FEASIBILITY MODEL FOR CLOSED-LOOP COAXIAL CONVERSION TO GENERATE GEOTHERMAL ENERGY FROM ABANDONED OIL WELLS: AN ASSESSMENT FOCUSED ON THE BATMAN REGION

Betül İNCE

İzmir Katip Çelebi University, ince.betul.32@gmail.com ORCID NO: 0009-0000-3561-7922

Mustafa Zeyad ALRUBAYE

İzmir Katip Çelebi University, m.zeyad.alrubaye@gmail.com ORCID NO: 0009-0005-3153-8502

Mustafa Gökhan ÇELİK

İzmir Katip Çelebi University, mgokhancelik1@gmail.com ORCID NO: 0009-0004-2612-2900

Attila AYDEMİR

Haliç University, attila.aydemir@gmail.com ORCID NO: 0000-0001-8590-214x

Deniz AYDEMİR

Bilfen Çayyolu Science High School, deniz.aaydemirr@gmail.com ORCID NO: 0009-0007-1716-9418

ABSTRACT

Geothermal energy is a reliable, sustainable, environmentally friendly and abundant source of renewable energy. The main challenge for geothermal exploration is tremendous capital expenditures required for drilling and completion. Repurposing existing but depleted oil and gas wells and/or dry wells (indicating high bottomhole temperature) to generate geothermal power will allow to decimate the largest share in geothermal exploration. Therefore, this work focuses on the abandoned petroleum wells in the Batman area. Neither hot water springs nor alteration forms are observed in the study area. However, some of the oil wells indicate high geothermal gradient values and few of them produces hot waters. This work presents a comprehensive analysis of 13 wells in the SE Anatolia considering important downhole characteristics, the coaxial-versus-U-tube engineering solutions, selection of working fluids, flow rates for (ORCs) power plant are covered. We determined that the maximum potential heat extraction for the Arıkaya Field as the most promising in 13 wells is 527 MWh for the first year, with 429 MWh of peak heating power after 30 years in the summer time. This investigation demonstrated that there is good potential for using geothermal energy from abandoned and old petroleum wells in Batman Area.

Keywords: Geothermal Energy; Depleted oil wells; Batman; Well-Integrity

ISBN : 978-625-8795-68-4

ATIL PETROL KUYULARINDAN JEOTERMAL ENERJI ELDE EDİLMESİ IÇIN KAPALI DEVRE KOAKSIYEL DÖNÜŞÜMÜN ANALITIK VE TEKNIK FIZIBILITE MODELI: *BATMAN BÖLGESİ ÖZELİNDE BİR DEĞERLENDİRME*

Betül İNCE

İzmir Katip Çelebi University, ince.betul.32@gmail.com ORCID NO: 0009-0000-3561-7922

Mustafa Zeyad ALRUBAYE

İzmir Katip Çelebi University, m.zeyad.alrubaye@gmail.com ORCID NO: 0009-0005-3153-8502

Mustafa Gökhan ÇELİK

İzmir Katip Çelebi University, mgokhancelik1@gmail.com ORCID NO: 0009-0004-2612-2900

Attila AYDEMİR

Haliç University, attila.aydemir@gmail.com ORCID NO: 0000-0001-8590-214x

Deniz AYDEMİR

Bilfen Çayyolu Science High School, deniz.aaydemirr@gmail.com ORCID NO: 0009-0007-1716-9418

ÖZET

Jeotermal enerji; güvenilir, sürdürülebilir, çevre dostu ve bol bulunan bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Jeotermal enerji aramacılığındaki temel zorluk, sondaj ve kuyu tamamlama işlemleri için gereken muazzam sermaye harcamalarıdır. Artık üretimi bitmiş petrol kuyularının ve/veya (yüksek kuyu dibi sıcaklığı olan) kuru kuyuların jeotermal enerji üretimi amacıyla yeniden değerlendirilmesi, arama faaliyetlerindeki en büyük maliyet kalemini önemli ölçüde azaltacaktır. Bu çalışma, Batman bölgesindeki terk edilmiş petrol kuyularına odaklanmaktadır. Çalışma sahasında herhangi bir sıcak su kaynağına veya hidrotermal alterasyon izine rastlanmamıştır. Bununla birlikte, bazı petrol kuyuları yüksek jeotermal gradyan değerleri sergilemekte ve az sayıda kuyudan sıcak su gelmiştir. Bu çalışma; Güneydoğu Anadolu'daki 13 kuyuya ilişkin kapsamlı bir analiz sunmakta olup, önemli kuyu içi karakteristikleri, koaksiyel ve U-tipi boru mühendislik çözümleri, çalışma akışkanı seçimi ve ORC santralleri için akış hızları gibi konuları ele almaktadır. İncelenen 13 kuyu arasında en yüksek potansiyele sahip olan Arıkaya Sahası için; ilk yıl maksimum ısı çekim potansiyelinin 527 MWh, 30 yıl sonraki yaz döneminde ise maximum ısıtma gücünün 429 MWh olduğu belirlenmiştir. Böylece, Batman bölgesindeki terk edilmiş ve eski petrol kuyularından jeotermal enerji elde edilmesi konusunda önemli bir potansiyel bulunduğu ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Jeotermal Enerji; Terk Edilmiş Kuyular; Batman; Kuyu Bütünlüğü

AICHEAS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES
November 1 – 2, 2026 – MUS
ISBN : 978-625-8795-68-4

OTONOM SÜT SAĞIM SİSTEMLERİNDE SAĞIM BAŞLIĞI KONUMLANDIRILMASI İÇİN ROBOT KOLUN KİNEMATİK ANALİZİ VE SİMÜLASYONU

Yüksek Lisans Öğrencisi Rüştü ŞAMLI [1], Prof. Dr. Özgür BAŞER [2]

[1]Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,

yl2430102006@ogr.sdu.edu.tr, 0009-0000-4428-834X

[2]Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,

ozgurbaser@sdu.edu.tr, 0000-0002-7284-9797

ÖZET

Süt sığırcılığında artan iş gücü maliyetleri ve nitelikli personel temininde yaşanan güçlükler, otonom sağım sistemlerine yönelik çalışmalara olan ilgiyi artırmaktadır. Bu sistemlerin başarılı bir şekilde çalışabilmesi için sağım başlığının kupasının meme başına doğru ve güvenli biçimde konumlandırılması gerekmektedir. Bu çalışmada, sağım başlığının konumlandırılması amacıyla geliştirilen, iki prizmatik ve bir döner eklemden oluşan PPR tipi robotik sistemin kinematik analizi gerçekleştirilmiştir. Robotun koordinat takımları Denavit–Hartenberg (DH) yöntemiyle tanımlanmış; taban {0}, eklemler {1, 2, 3}, kamera {c}, uç işlevci kupa {e} ve hedef {h} koordinat takımları arasındaki dönüşüm ilişkileri elde edilmiştir.

Meme başının taban koordinat takımına göre konumunu belirlemek amacıyla, ileri kinematik bağıntılarından hesaplanan kamera konumu ile kameradan meme başına uzanan mesafe vektöründen yararlanılmıştır. Böylece, kamera tarafından algılanan hedef konumunun robotun taban koordinat takımına aktarılması ve robotun çalışma alanında tanımlanması sağlanmıştır. Kinematik modelde eklem değişkenleri olarak d_1*, d_2* ve θ_3*, sabit geometrik parametreler olarak ise a_2 ve d_3 kullanılmıştır. Uç işlevcinin hedef konuma ulaşmasını sağlayan eklem değişkenleri, ters kinematik bağıntıları aracılığıyla hesaplanmıştır.

Geliştirilen kinematik modelin doğruluğunu incelemek amacıyla MATLAB ortamında zamana bağlı bir simülasyon gerçekleştirilmiştir. Hareketli bir meme başının konum değişimini temsil etmek üzere V_{hx}, V_{hy} ve V_{hz} bileşenleri, 10 saniyelik simülasyon süresince 0,2 Hz frekanslı sinüs ve kosinüs fonksiyonlarıyla tanımlanmıştır. Her zaman adımında eklem değişkenleri yeniden hesaplanmış ve elde edilen değerler grafikler üzerinden incelenmiştir. Ardından, hesaplanan eklem değişkenleri ileri kinematik denklemlerinde kullanılarak uç işlevcinin konumu yeniden elde edilmiştir. Uç işlevcinin hesaplanan konumu ile hedef konumu karşılaştırılmış ve elde edilen doğrulama grafikleri üzerinden kinematik modelin tutarlılığı değerlendirilmiştir.

ISBN : 978-625-8795-68-4

Sonuçlar, geliştirilen PPR tipi robotik sistemin kinematik modelinin, simülasyon ortamında hareketli bir hedefi eklem uzayında takip edebildiğini göstermektedir. Bu modelin, otonom sağım uygulamalarında sağım başlığının konumlandırılmasına yönelik kontrol algoritmalarının geliştirilmesi ve prototip sistem üzerinde gerçekleştirilecek deneysel çalışmalar için temel oluşturması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sağım Başlığı Konumlandırılması, Robotik Sistem Tasarımı, Robot Kinematiği.

1. GİRİŞ

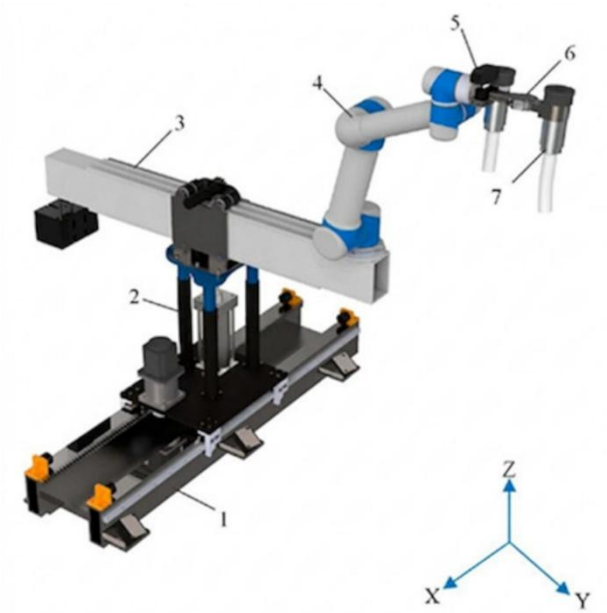
Sağım işlemini insan müdahalesi olmadan yürüten otonom sağım sistemleri (OSS), ilk ticari örneğinin 1992 yılında Hollanda'da kullanıma girmesinden bu yana yaygınlaşmıştır. 2017 sonu itibarıyla dünyada yaklaşık 38.000 ünitenin kurulduğu bildirilmektedir (Hallén Sandgren ve Emanuelson, 2017). Bu sistemlerde işin asıl yükü, sağım kupalarını memelere yerleştiren robot koldadır. Wang vd. (2025) manipülatörü OSS'nin ana uygulayıcısı olarak tanımlamakta; kupa takma, meme masajı ve sağım gibi işlemleri otomatikleştirerek işgücünü azalttığını belirtmektedir. Aynı çalışmaya göre mevcut manipülatörler çoğunlukla fazla büyük, yeterince esnek olmayan ve verimi düşük yapılardır.

Piyasadaki çözümlerin kol yapıları birbirinden oldukça farklıdır. DeLaval'ın son nesil robotunda dikey yerleştirilmiş, hidrolik tahrikli bir bağlantı kolu bulunur ve kol kupaları uç kısmındaki kıskaçla alıp takar. Lely'nin Astronaut A5 modelinde ise kupalar kolun ucunda durur ve halatlarla konumlandırılır. GEA'nın DairyProQ sisteminde SCARA yapısında bir kol kullanılmaktadır (Wang vd., 2025). Akademik çalışmalarda ise Shilin vd. (2023) takım uç parçalarını silindirik koordinatlı bir robota entegre etmiş ve bu robotun hareket özelliklerini kinematik modelle incelemiştir. Wang vd. (2025), bu ötelenme tabanlı yapıların yalnızca üç doğrusal serbestlik derecesine sahip olduğunu, bu yüzden memelerin uzaydaki duruş farklılıklarına uyum sağlayamadığını vurgulamaktadır. Altı serbestlik dereceli endüstriyel robotlar da kullanılmaktadır. BouMatic'in ProFlex sistemi buna bir örnektir. Wang vd. (2023) ise küçük bir altı eksenli endüstriyel robota yatay bir eksen ekleyerek çalışma alanını genişletmiştir. Görsel 1'de bu robot yapısı gösterilmiştir.

Çok eksenli robot kol sistemlerinde eksen sayısı arttıkça mekanizmaların birbiriyle senkron çalışmaması ve kinematik yapının karmaşıklaşması karşılaşılacak sorunlar arasındadır. Kol yapısı ne olursa olsun, ucun hedefe ulaşması için eklem değişkenleri ile uç nokta konumu arasındaki ilişkinin bilinmesi gerekir. Sağım robotlarına özel kinematik çalışmalar bu yüzden önem kazanmıştır. Wang vd. (2025), esnek parmaklı uç işlevciye sahip sağım manipülatörü için önce ileri kinematik modeli oluşturmuş, ardından ters kinematik problemi yarı analitik bir yaklaşımla çözmüştür. Manipülatörün erişebildiği çalışma uzayını ise yapılan simülasyonlarla ayrıntılı biçimde incelemiştir. Önceden tanımlanan konum ve duruşların tamamına ulaşılabildiği görülmüş; deneylerde mutlak konumlandırma doğruluğu 1,32 mm, tek kupa takma süresi en fazla 6 saniye ve başarı oranı en az %95 olarak bildirilmiştir. Borla vd. (2021) ise mevcut robotların çoğunun üç serbestlik dereceli olduğunu, kupaların konumuyla birlikte yönelimini de ayarlayabilmek için beş serbestlik dereceli yeni bir

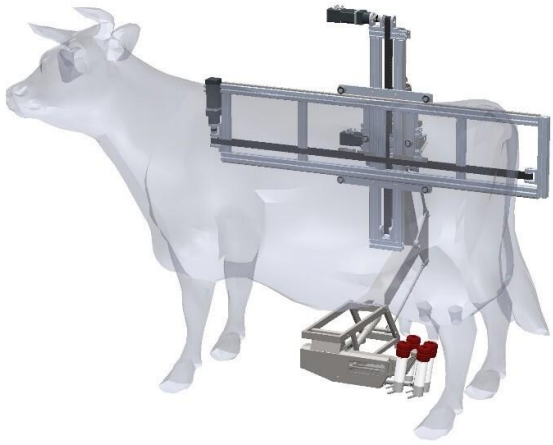
ISBN : 978-625-8795-68-4

manipülatör geliştirdiklerini aktarmaktadır. Geliştirdikleri robotun kinematik modeli Görsel 2'de gösterilmiştir.



1. Yer-kılavuz rayı 2. Kaldırma cihazı 3. Besleme mekanizması
4. Altı serbestlik dereceli robot kol 5. RealSense D435
6. Uç işlemci 7. Süt bardağı

Görsel 1. Meme ucu kupası takma robotu (Wang vd., 2023'ten uyarlanmıştır)



Görsel 2. Süt sağım robotu kinematik modeli (Borla vd., 2021'den alınmıştır)

Wang vd. (2023) ise laboratuvar ortamında inek modeli ve silikon meme başlarını gerçek zamanlı takip edebilen çok serbestlik dereceli bir kupa takma robotu tasarlamış ve bu robotla inek başına 21 saniyelik takma süresi ve %98 başarı oranı elde etmiştir.

ISBN : 978-625-8795-68-4

Kinematik analizin genel çerçevesi robotik literatüründe iyi oturmuştur. Seri bir manipülatör, dönel ya da kayar eklemlerle birbirine bağlanmış uzuvlardan oluşur. İleri kinematik, eklem değişkenlerinden uç işlevcinin konumunu ve yönelimini hesaplar. Görevler kartezyen uzayda tanımlanırken motorlar eklem uzayında çalıştığı için istenen konumu eklem değerlerine çeviren ters kinematik çözüm gerekir (Küçük ve Bingül, 2006). İleri kinematiğin çözümü kolaydır ve tek bir sonuç verir. Ters kinematikte ise birden fazla çözüm bulunabilir. Serbestlik derecesi arttıkça problem de zorlaşır. Bu yüzden her mekanik yapı için farklı bir yaklaşım gerekir. Kartezyen, SCARA, silindirik, mafsallı ve paralel robotların ters kinematik çözümleri birbirinden ayrılır (Agustian vd., 2021). Dönüşümleri sistematik biçimde yazmak için en yaygın yöntem Denavit–Hartenberg (DH) gösterimidir. Bu gösterimde iki ardışık eklem arasındaki genel dönüşüm dört parametreyle tanımlanır (Denavit ve Hartenberg, 1955). Ters kinematik için cebirsel ve geometrik analitik yöntemler kullanılmaktadır (Küçük ve Bingül, 2006). Karmaşık yapılarda analitik çözüm güçleşir, bu durumda Jacobien tersi gibi sayısal yöntemler tercih edilir. Jacobien matrisi eklem hızları ile uç nokta hızı arasındaki doğrusal ilişkiyi verdiği için bu yöntemlerin temelini oluşturur. Agustian vd. (2021), renge göre nesne ayıklayan bir kol için ileri kinematiği DH ile, ters kinematiği ise sözde ters Jacobien yöntemiyle çözmüştür. Uç noktanın hedefe 1,2 cm'den küçük hatayla ulaştığı durumlarda başarı olasılığını %94,46 olarak hesaplamışlardır.

Bu çalışmadaki robot kol iki ötelenme (d_1, d_2) ve bir dönme (θ_3) eklemine sahiptir. Serbestlik derecesi düşük olduğundan ters kinematik denklemler iterasyona gerek kalmadan, geometrik ilişkilerle kapalı biçimde çıkarılabilmiştir. DH parametreleri tanımlanmış, ardından ileri kinematik denklemler yazılmış ve ters kinematik çözüm bu denklemlerden türetilmiştir. Başlığın konumunu belirleyen V_h vektörünün bileşenleri zamanla sinüzoidal olarak değiştirilmiş; bu değişime karşılık gelen d_1, d_2 ve θ_3 değerleri MATLAB'da hesaplanmıştır. Hedef konum zamanla değiştiği için ters kinematik çözüm her zaman adımında yeniden hesaplanmıştır. Bulunan değerler ileri kinematik denklemlerde yerine konarak doğrulanmış, sonuçlar eklem değişkenlerinin zamana bağlı grafikleriyle sunulmuştur.

Bu bildirinin kapsamı, süt sağım robot kolunun kinematik analizi ve MATLAB simülasyonu ile sınırlıdır. Aynı robot sisteminin yapısal analizi, deneysel ölçümleri ve prototip üretimi çalışmanın diğer aşamalarında gerçekleştirilmiş olup burada ele alınmamıştır. Sonraki bölümlerde sağım robotunun DH parametreleri, ileri ve ters kinematik denklemler, simülasyon sonuçları ve değerlendirme sırasıyla ele alınmaktadır. Bu bildiride sunulan kinematik analiz, geliştirilen sağım başlığı konumlandırma sisteminin hareket davranışının matematiksel temelini ortaya koymaktadır.

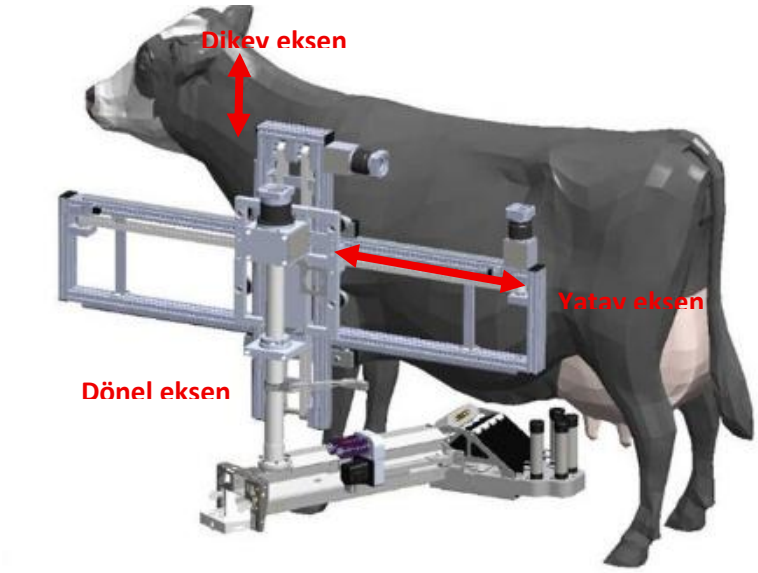
2. PPR TİP ROBOT KOL

Otonom süt sağım robotlarında, robot kolun hedefe doğru ve güvenilir şekilde ulaşması sistemin verimliliğini ve hayvan refahını artırmaktadır. Bu çalışmada, sağım başlığını hayvanın arka kısmında meme başlarına konumlandırmak için üç serbestlik dereceli PPR tip yapıda bir robot kol tasarlanmıştır. Eklemler taban noktasından uç işlevciye kadar sırasıyla yatay prizmatik, dikey prizmatik ve dönel eklemdir. İlk iki eklem, uç noktanın hayvanın uzunlamasına ekseni ve yükseklik doğrultusundaki konumunu belirlerken, dönel eklem sağım başlığı tutucusunun yatay düzlemdeki yönelimini ayarlar. Bu düzenleme, hayvanın yan ve arka bölgesinden meme altına ulaşmak için yeterli hareket kabiliyetini en az mekanik karmaşıklıkla

ISBN : 978-625-8795-68-4

sağlamaktadır. Tüm yapı, hayvanın yan tarafında konumlandırılan alüminyum profil çerçeve üzerine kurulmuştur.

Yatay prizmatik eklem, çerçevenin üst kısmında hayvanın uzunlamasına ekseni boyunca yerleştirilmiştir. Hareket, lineer kılavuz üzerinde taşıyıcı arabanın ilerlemesiyle sağlanır. Strok boyu 1400 mm olup farklı duruş pozisyonlarına ve meme konumlarındaki ön-arka değişime uyum sağlayacak şekilde belirlenmiştir. Dikey prizmatik eklem, yatay eklemin arabası üzerine monte edilmiştir ve başlığın yükseklik ayarını yapar. Strok boyu 480 mm olup farklı büyüklükteki hayvanlara ve meme yüksekliklerine uygun seviyeyi kapsamaktadır. Dönel eklem ise dikey eksen etrafında dönmekte ve 120° dönme aralığına sahiptir. Ucundaki yatay kol, sağım başlığı tutucusunu ve meme konumunu izleyen bir kamera taşımakta ve başlığın meme düzlemine açılı yaklaşmasını mümkün kılmaktadır. Robot kol sistemi Görsel 3'te gösterilmiştir.



Görsel 3. Robot kol sistemi

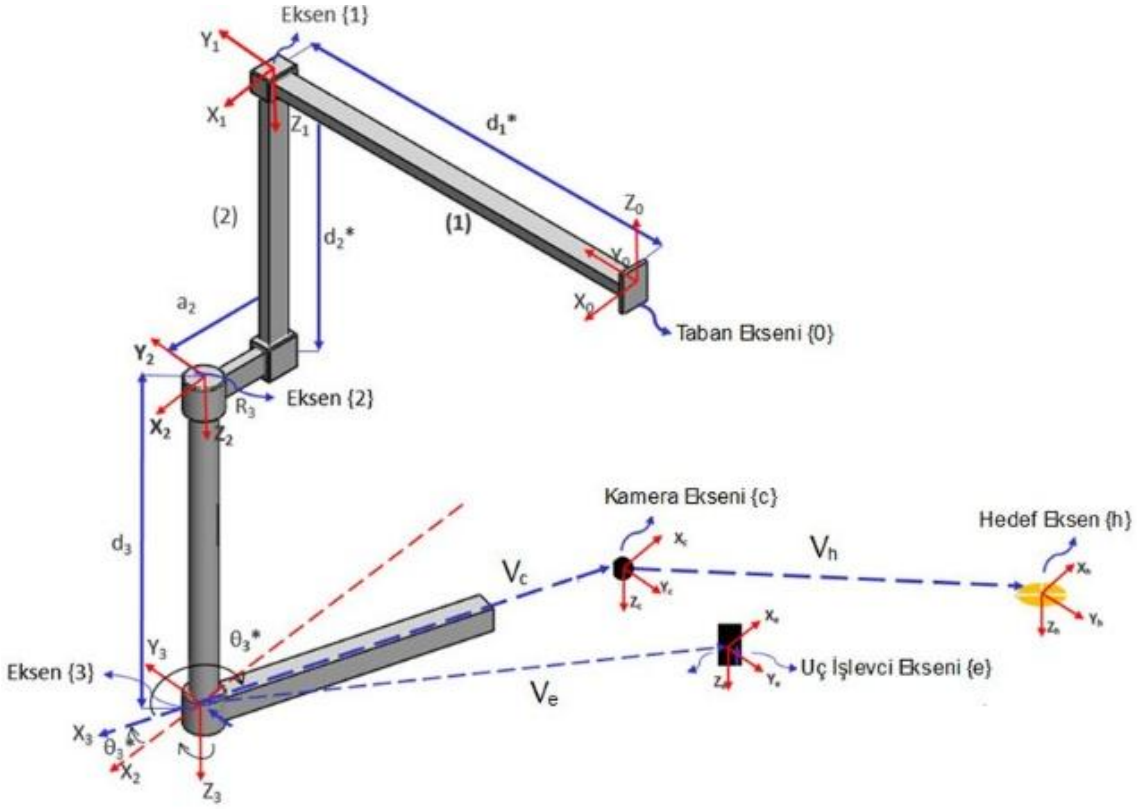
İki doğrusal eklemin hareketi dişli kayış ve kasnaklarla sağlanır. Her eksende bir planet dişlili redüktör ve servo motor, tahrik kasnağını çevirir, kasnağın üzerinden geçen dişli kayış da arabayı kılavuz boyunca çeker. Dişli kayış kasnak üzerinde kaymadığı için araba konumu doğru biçimde korunur. Dönel eksende de flanş çıkış miline sahip planet redüktörün flanşına montajlanan şaft parçası meme başlığının bulunduğu yatay kola açısal hareket verir.

3. KİNEMATİK YAPI

Robot kolun kinematik yapısını belirlerken önce eklem eksenleri ve koordinat sistemleri tanımlanmıştır. Bu koordinat sistemi ve eklem eksenleri Görsel 4'te gösterilmektedir. Referans koordinat sistemi {0}, çerçevenin taban başlangıç noktasına yerleştirilmiştir. X_0 hayvanın yanal doğrultusunda, Z_0 ekseni düşey yönde ve Y_0 ekseni hayvanın vücut ekseni boyunca uzanan yatay kılavuz doğrultusunda alınmıştır. Buradaki Y_0 doğrultusu birinci prizmatik ekleme

ISBN : 978-625-8795-68-4

karşılık gelmektedir. Kinematik yapı üzerindeki ikinci prizmatik eklem ise Z_1 ekseni boyunca öteleme eksenine karşılık gelmektedir. Üçüncü dönel eklem ise Z_2 ve Z_3 düşey eksenleri etrafındaki dönüş hareketine karşılık gelmektedir. Görsel 4 üzerinde tüm DH parametreleri gösterilmektedir. Eklem değişkenleri sırasıyla d_1, d_2 ve θ_3 olarak adlandırılmıştır. Görsel üzerinde ayrıca, memeyi izleyen kameranın, sağım kupasına karşılık gelen uç işlevcinin (end-effector) ve memenin konumunu temsil eden hedefin {c}, {e} ve {h} koordinat eksenleri yerleştirilmiştir.



Görsel 4. Robot kol kinematik yapı

3.1. Denavit-Hartenberg Parametreleri ve Vektör Denklemleri

Çizelge 1'de Görsel 4'te sunulan kinematik yapı ve eksen yerleşimlerine göre belirlenen Denavit-Hartenberg parametreleri gösterilmektedir. Bu çizelgedeki a_i , d_i , α_i ve θ_i sembolleri sırası ile uzuv uzunluğu, offset uzunluğu, eklem burulma açısı ve eklem dönme açılarını göstermektedir. Yine bu çizelgedeki d_1*, d_2* ve θ_3* değişkenleri sırası ile robot kinematik yapısındaki PPR eklemlerine karşılık gelmektedir.

Çizelge 1. Süt sağım robotu Denavit-Hartenberg çizelgesi

i	a_i	d_i	α_i	θ_i
1	0	d_1*	90°	0
2	a_2	d_2*	0	0
3	0	d_3 (sabit)	0	θ_3*

ISBN : 978-625-8795-68-4

* işareti değişken parametre anlamına gelmektedir.

Kamera ve kupanın konumunu anlatmak için {3} numaralı eksen takımı referans alınmıştır. Bu eksen takımından kameraya uzanan vektör V_c, uç işlevci kupaya uzanan vektör V_e ile gösterilmiştir. İkisi de {3} nolu eksene göre yazılır ve kolun yapısı gereği sabittir.

$$V_c=\begin{bmatrix}V_{cx}\\V_{cy}\\V_{cz}\end{bmatrix},\ V_e=\begin{bmatrix}V_{ex}\\V_{ey}\\V_{ez}\end{bmatrix}$$

Kameradan hedefe, yani hayvanın meme başına uzanan vektör ise hedef kamera vektörüdür. Bu vektör V_h vektörü ile gösterilmiştir. Bu vektör kamera eksenine göre verilir ve tek değişken vektördür, çünkü hayvan hareket ettikçe kameranın gördüğü hedef konumu değişir:

$$V_h=\begin{bmatrix}V_{hx}\\V_{hy}\\V_{hz}\end{bmatrix}$$

3.2. İleri Kinematik

İleri kinematikte amaç kupa ve hedefin, eklem değerleri bilindiğinde tabana göre konumunu bulmaktır. DH çizelgesindeki her satır için ardışık eksenler arasındaki dönüşüm matrisi A_i aşağıdaki genel matrisle yazılır. Burada *c* kosinüsü, *s* sinüsü ifade eder:

$$A_i=\begin{bmatrix}c\theta_i & -s\theta_i c\alpha_i & s\theta_i s\alpha_i & a_i c\theta_i\\ s\theta_i & c\theta_i c\alpha_i & -c\theta_i s\alpha_i & a_i s\theta_i\\ 0 & s\alpha_i & c\alpha_i & d_i\\ 0 & 0 & 0 & 1\end{bmatrix} \quad (1)$$

{0} ekseninden {3} eksenine uzanan toplam transformasyon, üç eklemin dönüşüm matrislerinin sırayla çarpılmasıyla bulunur:

$$T_3^0=A_1A_2A_3 \quad (2)$$

Çizelge 1'deki değerler (1) numaralı denklemde yerine koyulup her eklemin matrisi sade şekle getirilir. Birinci eklemde $\alpha_1 = 90°$ olduğu için eksenler birbirine göre dönmüştür. İkinci eklemde dönme olmadığı için matris yalnızca öteleme içerir. Üçüncü eklemde ise sadece dikey eksen etrafında θ_3 kadar bir dönme vardır:

$$A_1=\begin{bmatrix}c0° & -s0°c90° & s0°s90° & 0\cdot c0°\\ s0° & c0°c90° & -c0°s90° & 0\cdot s0°\\ 0 & s90° & c90° & d_1\\ 0 & 0 & 0 & 1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}1 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & -1 & 0\\ 0 & 1 & 0 & d_1\\ 0 & 0 & 0 & 1\end{bmatrix} \quad (3)$$

ISBN : 978-625-8795-68-4

$$A_2=\begin{bmatrix} c0° & -s0°c0° & s0°s0° & a_2c0° \\ s0° & c0°c0° & -c0°s0° & a_2s0° \\ 0 & s0° & c0° & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & a_2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$A_3=\begin{bmatrix} c\theta_3 & -s\theta_3c0° & s\theta_3s0° & 0\cdot c\theta_3 \\ s\theta_3 & c\theta_3c0° & -c\theta_3s0° & 0\cdot s\theta_3 \\ 0 & s0° & c0° & d_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c\theta_3 & -s\theta_3 & 0 & 0 \\ s\theta_3 & c\theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Bu matrisler denklem (2)'de çarpılırsa önce A_2 ile A_3 birleşir. Bu, ikinci ve üçüncü eklemin birlikte etkisini gösterir: a_2 kadar yatay ve d_2+d_3 kadar dikey öteleme ile θ_3 dönmesi. Ardından A_1 ile çarpılarak tüm dönüşüm ve ötelemeler elde edilir:

$$T_3^0 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & a_2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c\theta_3 & -s\theta_3 & 0 & 0 \\ s\theta_3 & c\theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$T_3^0 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c\theta_3 & -s\theta_3 & 0 & a_2 \\ s\theta_3 & c\theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & (d_2+d_3) \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$T_3^0 = \begin{bmatrix} c\theta_3 & -s\theta_3 & 0 & a_2 \\ 0 & 0 & -1 & -(d_2+d_3) \\ s\theta_3 & c\theta_3 & 0 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

Bu matris iki bilgi taşır. Sol üstteki 3×3 kısım {3} eksen takımının tabana göre yönelimini (rotasyon matrisi), sağ üstteki 3×1'lik sütun ise konumunu verir:

$$C_3^0 = \begin{bmatrix} c\theta_3 & -s\theta_3 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ s\theta_3 & c\theta_3 & 0 \end{bmatrix}, P_3^0=\begin{bmatrix} a_2 \\ -(d_2+d_3) \\ d_1 \end{bmatrix} \quad (9)$$

Kameranın tabana göre konumunu (P_c^0) bulmak için {3} ekseninin konumuna, kamera vektörünün rotasyon matrisiyle taban ekseni olan {0} eksenine çevrilmiş hâli eklenir. Yani önce vektör {0} koordinat eksenine döndürülür, sonra {3} koordinat ekseni konumu üzerinden ötelenir. Böylece kameranın {0} taban koordinat eksenine göre konumu aşağıda gösterildiği gibi bulunmuş olur.

$$P_c^0=P_3^0+C_3^0V_c^3= \begin{bmatrix} a_2 \\ -(d_2+d_3) \\ d_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c\theta_3 & -s\theta_3 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ s\theta_3 & c\theta_3 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{cx} \\ V_{cy} \\ V_{cz} \end{bmatrix} \quad (10)$$

ISBN : 978-625-8795-68-4

$$P_c^0=\begin{bmatrix}P_c^x\\P_c^y\\P_c^z\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}a_2\\-(d_2+d_3)\\d_1\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}c\theta_3V_{cx}-s\theta_3V_{cy}\\-V_{cz}\\s\theta_3V_{cx}+c\theta_3V_{cy}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}a_2+c\theta_3V_{cx}-s\theta_3V_{cy}\\-(d_2+d_3)-V_{cz}\\d_1+s\theta_3V_{cx}+c\theta_3V_{cy}\end{bmatrix} \quad (11)$$

Hedefin tabana göre konumu da (P_h^0) aynı şekilde bulunur. Kameradan hedefe uzanan V_h vektörü rotasyon matrisiyle tabana çevrilir ve kameranın konumuna eklenir. Böylece hedefin taban koordinatına göre konumu bulunur.

$$P_h^0=P_c^0+C_3^0V_h^3=\begin{bmatrix}a_2+c\theta_3V_{cx}-s\theta_3V_{cy}\\-(d_2+d_3)-V_{cz}\\d_1+s\theta_3V_{cx}+c\theta_3V_{cy}\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}c\theta_3&-s\theta_3&0\\0&0&-1\\s\theta_3&c\theta_3&0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}V_{hx}\\V_{hy}\\V_{hz}\end{bmatrix} \quad (12)$$

$$P_h^0=\begin{bmatrix}P_h^x\\P_h^y\\P_h^z\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}a_2+c\theta_3V_{cx}-s\theta_3V_{cy}+c\theta_3V_{hx}-s\theta_3V_{hy}\\-(d_2+d_3+V_{cz}+V_{hz})\\d_1+s\theta_3V_{cx}+c\theta_3V_{cy}+s\theta_3V_{hx}+c\theta_3V_{hy}\end{bmatrix} \quad (13)$$

Uç işlevci kupanın tabana göre konumu da (P_e^0) kamera ile aynı yöntemle bulunur.

$$P_e^0=P_3^0+C_3^0V_e^3=\begin{bmatrix}a_2\\-(d_2+d_3)\\d_1\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}c\theta_3&-s\theta_3&0\\0&0&-1\\s\theta_3&c\theta_3&0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}V_{ex}\\V_{ey}\\V_{ez}\end{bmatrix} \quad (14)$$

$$P_e^0=\begin{bmatrix}P_e^x\\P_e^y\\P_e^z\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}a_2+c\theta_3V_{ex}-s\theta_3V_{ey}\\-(d_2+d_3)-V_{ez}\\d_1+s\theta_3V_{ex}+c\theta_3V_{ey}\end{bmatrix} \quad (15)$$

Sonuç olarak kameranın, hedefin ve uç işlevci kupanın taban eksenine göre P_c^0, P_h^0 ve P_e^0 konum vektörleri artık (11), (13) ve (15) nolu denklemler ile hesaplanabilmektedir.

3.3. Ters Kinematik

Ters kinematikte amaç kameradan tespit edilen P_h^0 noktasına kupayı götürmektir yani $P_e^0=P_h^0$ şartını sağlamaktır. Bu yüzden P_h^0 kamera ölçümü sonucunda biliniyor olarak kabul edilir. Bilinmeyenler ise d_1, d_2, θ_3 değişkenleridir.

$P_h^0=\begin{bmatrix}P_h^x\\P_h^y\\P_h^z\end{bmatrix}$ biliniyor. P_h^x, P_h^y, P_h^z biliniyor.

Buna göre (16) nolu denklemden bilinmeyen eklem değişkenleri sırası ile bulunabilir;

ISBN : 978-625-8795-68-4

$$P_e^0 = P_h^0 \rightarrow \begin{bmatrix} a_2 + c\theta_3 V_{ex} - s\theta_3 V_{ey} \\ -(d_2 + d_3) - V_{ez} \\ d_1 + s\theta_3 V_{ex} + c\theta_3 V_{ey} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_h^x \\ P_h^y \\ P_h^z \end{bmatrix} \quad (16)$$

$$a_2 + c\theta_3 V_{ex} - s\theta_3 V_{ey} = P_h^x \quad (17a)$$

$$-(d_2 + d_3) - V_{ez} = P_h^y \quad (17b)$$

$$d_1 + s\theta_3 V_{ex} + c\theta_3 V_{ey} = P_h^z \quad (17c)$$

İlk olarak (17b) denkleminde yalnızca d_2 bilinmediği için aşağıdaki gibi doğrudan çözülür:

$$d_2 = -(P_h^y + d_3 + V_{ez}) \quad (18)$$

(17a) ve (17c) denklemlerinde θ_3 ve d_1 birlikte bulunur. Önce bilinen terimler karşı tarafa geçirilir:

$$c\theta_3 V_{ex} - s\theta_3 V_{ey} = P_h^x - a_2 \quad \text{ve} \quad s\theta_3 V_{ex} + c\theta_3 V_{ey} = P_h^z - d_1 \quad (19)$$

Bu iki denklemin kareleri alınıp taraf tarafa toplanırsa ortadaki çarpımlar birbirini götürür ve $\sin^2\theta_3+\cos^2\theta_3=1$ olduğundan θ_3 denklemden tamamen kalkar.

$$c^2\theta_3 V_{ex}^2 - 2s\theta_3 c\theta_3 V_{ex}V_{ey} + s^2\theta_3 V_{ey}^2 + s^2\theta_3 V_{ex}^2 + 2s\theta_3 c\theta_3 V_{ex}V_{ey} + c^2\theta_3 V_{ey}^2 = (P_h^x - a_2)^2 + (P_h^z - d_1)^2$$

Geriye şu ifade kalır:

$$V_{ex}^2 + V_{ey}^2 = (P_h^x - a_2)^2 + (P_h^z - d_1)^2 \quad (20)$$

Buradan d_1 çekilerek aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$d_1 = P_h^z \pm \sqrt{V_{ex}^2 + V_{ey}^2 - (P_h^x - a_2)^2} \quad (21)$$

Eklem sınırları dikkate alınarak d_1 için − işaretli çözüm seçilmiştir. Artık (18) ve (21) nolu denklemlerden d_2 ve d_1 değişkenleri hesaplanabilmektedir. Daha sonra θ_3 değişkeninin bulunması aşamasına geçilir. Bunun için (17a) denklemi düzenlenerek (V_{ex}) ile (17c) denklemi ise düzenlenerek (V_{ey}) ile çarpılıp taraf tarafa toplanarak $\cos\theta_3$ denklem (22)'deki gibi elde edilir. Benzer şekilde (17a) denklemi düzenlenerek ($-V_{ey}$) ile ve (17c) denklemi düzenlenerek (V_{ex}) ile çarpılıp taraf tarafa toplanarak $\sin\theta_3$ denklem (23)'deki gibi elde edilir.

Denklem (17a), (V_{ex}) ile denklem (17c), (V_{ey}) ile çarpılarak:

$$c\theta_3 V_{ex}^2 - s\theta_3 V_{ex}V_{ey} = (P_h^x - a_2)\, V_{ex} \quad (17a^*)$$

ISBN : 978-625-8795-68-4

$$s\theta_3 V_{ex} V_{ey} + c\theta_3 V_{ey}^2 = (P_h^z - d_1)\, V_{ey} \quad (17c^*)$$

(17a*) ve (17c*) nolu denklemler toplanarak $\cos\theta_3$ bulunur:

$$c\theta_3 (V_{ex}^2 + V_{ey}^2) = (P_h^x - a_2)\, V_{ex} + (P_h^z - d_1)\, V_{ey}$$

$$\cos\theta_3 = \frac{(P_h^z - d_1) V_{ey} + (P_h^x - a_2)\, V_{ex}}{V_{ex}^2 + V_{ey}^2} = K_1 \quad (22)$$

Denklem (17a), ($-V_{ey}$) ile denklem (17c), (V_{ex}) ile çarpılarak:

$$-c\theta_3 V_{ex} V_{ey} + s\theta_3 V_{ey}^2 = -(P_h^x - a_2)\, V_{ey} \quad (17a^{**})$$

$$s\theta_3 V_{ex}^2 + c\theta_3 V_{ex} V_{ey} = (P_h^z - d_1)\, V_{ex} \quad (17c^{**})$$

(17a**) ve (17c**) nolu denklemler toplanarak $sin\theta_3$ bulunur:

$$s\theta_3 (V_{ex}^2 + V_{ey}^2) = (P_h^z - d_1)\, V_{ex} - (P_h^x - a_2)\, V_{ey}$$

$$sin\theta_3 = \frac{(P_h^z - d_1)\, V_{ex} - (P_h^x - a_2)\, V_{ey}}{V_{ex}^2 + V_{ey}^2} = K_2 \quad (23)$$

Son olarak θ_3 eklem değişkeni (22) ve (23) denklemlerinin sonuçları kullanılarak aşağıdaki gibi bulunur:

$$\theta_3 = atan_2(K_2, K_1) \quad (24)$$

4. MATLAB SİMÜLASYONU

Bölüm 3'te elde edilen ileri ve ters kinematik denklemlerin doğru çalışıp çalışmadığını doğrulamak için MATLAB'da zamana bağlı bir simülasyon kuruldu. Süt sığırı sağım sırasında hareket ettiği için kameranın gördüğü hedef vektörü V_h zamanla değişir. Simülasyonda bu değişim bilinen bir fonksiyonla verildi, her zaman adımında ileri kinematik denklemleriyle hedef meme pozisyonu hesaplandı. Uç işlevci kupanın bu harekete uygun bir şekilde hedef memeye ulaşması için ters kinematik denklemleri ile d_1, d_2 ve θ_3 değerlerinin nasıl değiştirilmesi gerektiği hesaplandı ve bulunan bu değişkenler ile kupanın hedefe hatasız ulaşabildiği tekrar ileri kinematik denklemleri ile doğrulandı.

Robot koldaki sabit boyutlar; a_2, d_3 ve kamera ile uç işlevci vektörleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Simülasyonda kullanılan sabit parametreler

ISBN : 978-625-8795-68-4

Parametre	Değer
a_2	23,5 cm
d_3	79 cm
$V_c=(V_{cx}, V_{cy}, V_{cz})$	(88, -2, -10) cm
$V_e=(V_{ex}, V_{ey}, V_{ez})$	(101, 37, -13) cm

Kameraya göre hedef vektörünün bileşenleri (V_{hx}, V_{hy}, V_{hz}) 0,2 Hz frekanslı, 5 cm genlikli sinüzoidal fonksiyonlarla tanımlanmıştır. Simülasyon 10 saniye sürmüş ve zaman adımı 0,02 saniye alınmıştır.

$$V_{hx} = 10 + 5\cos(\omega t),\ V_{hy} = 10 + 5\sin(\omega t),\ V_{hz} = 10 + 5\cos(\omega t+\frac{\pi}{2}),\ \omega=2\pi*0{,}2\text{Hz} \qquad (25)$$

Bu seçimle hedef kameraya göre, her eksende 10 cm merkez değer etrafında ±5 cm salınır. Hareketin periyodu 5 saniye olduğundan simülasyon boyunca iki tam salınım görülür. V_{hx} ve V_{hy} aynı genlikte ve 90° faz farklı olduğu için hedef yatay düzlemde yaklaşık dairesel bir yol izler. Hayvanın sağım sırasındaki küçük salınımlı hareketleri bu şekilde basitleştirerek temsil edilmiştir. V_{hz} ise $-\sin(\omega t)$ ile aynı biçimdedir.

Simülasyon üç adımda ilerler.

1. İlk adım hedef konumun üretilmesidir. (25) nolu denklem ile verilen kamera ölçümü V_h değerleri, Bölüm 3.2'deki (13) numaralı ileri kinematik denkleminde yerine konarak her zaman adımı için tabana göre hedef pozisyonu olan P_h^0 hesaplanır. Bu tabana göre hedef pozisyonu robot koldaki kameranın pozisyonu ile kameranın ölçtüğü hedef pozisyonun toplamıdır. Bu sebeple hedefin tabana göre değerini bulmak için kolun kamera ölçümü anındaki duruşunu bilmek gerekir. Robotun simülasyonunda bu ölçüm anındaki başlangıç pozisyonunda (home-position) başlangıç eklem değişkenleri d_1=75 cm, d_2=27 cm ve θ_3=150° olarak alınmış ve P_h^0'ı üretmek için kullanılmıştır.

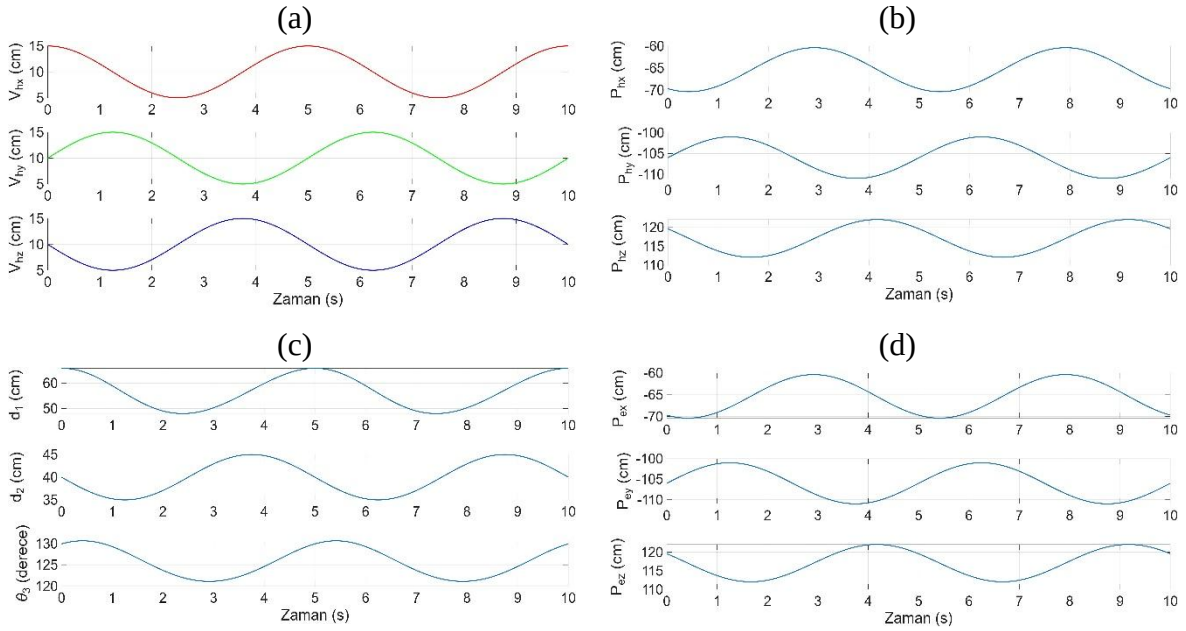
2. İkinci adım olarak hesaplanan P_h^0 ve sabit V_e vektörü, (18), (21), (22), (23) ve (24) numaralı ters kinematik denklemlerinde yerine konarak d_2, d_1 ve θ_3 değişkenlerinin zamana göre değişimleri hesaplanmıştır.

3. Son adım doğrulamadır. Bulunan eklem değişkenleri (15) numaralı denklemde yerine koyularak uç işlevci kupanın konumu P_e^0 hesaplanmış ve P_h^0 hedef konumu ile karşılaştırılmıştır.

Buna göre Görsel 5'te kamera hedef vektörü ölçümü V_h, tabana göre hedef pozisyonu P_h^0, ve eklem değişkenleri d_1, d_2, θ_3 ün zamana göre değişimi ile ileri kinematik doğrulama sonucunda bulunan uç işlevci kupanın tabana göre konumu olan P_e^0'ın grafikleri verilmiştir. Görselden de görüleceği üzere hedef pozisyonu P_h^0'ın grafiği olan Görsel 5b ile doğrulama için bulunan uç işlevci kupanın

ISBN : 978-625-8795-68-4

tabana göre konumu Pe^0'ın grafiği olan Görsel 5d bire bir aynı çıkmıştır. Bu da türetilen tüm kinematik denklemlerin doğruluğunu ispatlamaktadır.



Görsel 5. Simülasyon sonuçları; a) Zamana göre kamera hedef vektörü ölçümü V_h'nin değişimi, b) Zamana göre hedef pozisyonu P_h^0'ın değişimi, c) Zamana göre eklem değişkenleri d_1, d_2, θ_3'ün değişimi, d) Zamana göre uç işlevci kupanın konumu P_e^0'ın değişimi

5. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada süt sağım başlığını konumlandıran üç serbestlik dereceli bir PPR robot kolun ileri ve ters kinematik denklemleri türetilmiş, zamana bağlı bir hedef hareketi için MATLAB ortamında simüle edilerek denklemlerin doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilmiştir.

Ters kinematik denklemlerle bulunan d_1, d_2 ve θ_3 değişkenleri ileri kinematik denklemlerde yerine konduğunda, uç işlevci kupa hedef noktayla aynı konumları vermiştir. Bu sonuç tüm zaman adımlarında geçerlidir. Görsel 5b ile 5d'deki grafikte görülen eğriler birbiriyle örtüşmekte, hesaplanan en büyük sapma $7{,}11 \times 10^{-14}$ cm ile yuvarlama hatası düzeyinde kalmaktadır. Yani ters kinematikten elde edilen eklem değişkenleri, hedef noktayı tam olarak yeniden üretebilmektedir. Bu durum, Bölüm 3'te çıkarılan ileri ve ters kinematik denklemlerin birbiriyle tutarlı olduğunu ve denklemlerin doğru türetildiğini göstermektedir.

Simülasyon boyunca eklem değişkenleri d_1 için yaklaşık 48–66 cm, d_2 için yaklaşık 35–45 cm ve θ_3 için yaklaşık 121–131° aralığında değişmiştir (Görsel 5c). Bu değerler, Bölüm 2'de verilen yatay eklem (1400 mm) ve dikey eklem (480 mm) strok boyları ile dönel eklemin 120° dönme aralığı içinde kalmış, böylece uç işlevci kupa hedef konumlara robotun çalışma alanı içinde ulaşmıştır.

ISBN : 978-625-8795-68-4

TEŞEKKÜR: Yazarlar, çalışmaya sağladıkları değerli katkılar, fikir ve önerileri ile sistemin geliştirilmesine yönelik destekleri nedeniyle ITECHROBOTICS firmasına teşekkür eder.

KAYNAKÇA

Agustian, I., Daratha, N., Faurina, R., Suandi, A., & Sulistyaningsih. (2021). Robot manipulator control with inverse kinematics PD-pseudoinverse Jacobian and forward kinematics Denavit Hartenberg. Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi, 21, 8–18. https://doi.org/10.14203/jet.v21.8-18

Borla, N., Kuster, F., Langenegger, J., Ribera, J., Honegger, M., & Toffetti, G. (2021). Teat pose estimation via RGBD segmentation for automated milking. arXiv. https://arxiv.org/abs/2105.09843

Denavit, J., & Hartenberg, R. S. (1955). A kinematic notation for lower-pair mechanisms based on matrices. Journal of Applied Mechanics, 22(2), 215–221.

Hallén Sandgren, C., & Emanuelson, U. (2017). Is there an ideal automatic milking system cow and how is she different from an ideal parlor milked cow? In A. Grothmann & B. Steiner (Eds.), *Proceedings of the Precision Dairy Farming 2017* (pp. 117–118). Agroscope.

Küçük, S., & Bingül, Z. (2006). Robot kinematics: Forward and inverse kinematics. In S. Cubero (Ed.), Industrial robotics: Theory, modelling and control (pp. 117–148). InTech. https://doi.org/10.5772/5015

Shilin, D., Ganin, P., Sheikin, M., & Shestov, D. (2023). Development of scanning systems and a three-coordinate manipulator for the installation of a milking robot. BIO Web of Conferences, 71, 01061.

Wang, C., Ding, F., Ling, L., & Li, S. (2023). Design of a teat cup attachment robot for automatic milking systems. Agriculture, 13(6), 1273. https://doi.org/10.3390/agriculture13061273

Wang, P., Gao, G., Li, H., & Feng, Y. (2025). Design, modeling, and analysis of a dextrous milking manipulator for automatic milking system. Computers and Electronics in Agriculture, 229, 109794. https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109794

ISBN : 978-625-8795-68-4

MÜHİMMAT SİSTEMLERİ İÇİN YAŞAM DÖNGÜSÜ YÖNETİMİ

Mustafa BOZDEMİR
Kırıkkale Üniversitesi, mustafabozdemir@kku.edu.tr, ORCID 0000-0002-9332-2054

ÖZET

Savunma ve güvenlik politikalarının yürütülmesinde hayati bir kaynak olan mühimmat, yüksek maliyetli yapısı nedeniyle ülkeler tarafından güvenlik endişeleriyle stoklarda fazlaca bulundurulma eğilimindedir. Kimi durumlarda bu ihtiyatlı yaklaşım, ihtiyaç duyulanın çok üzerinde bir mühimmat birikimine yol açmaktadır. Ancak mühimmatların belirli bir kullanım ve depolama ömrü vardır; hizmet süresi içinde kullanılmayan stokların ömrü dolmaktadır.

Ömrünü tamamlamış bu ürünlerin cephaneliklerde tutulması, ilk alım maliyetinin boşa gitmesinin yanı sıra, verimli depolama alanlarının işgal edilmesine ve yeni nesil modern mühimmatın depolanma olanaklarının kısıtlanmasına neden olur. Günümüzde yeni bir cephanelik inşa etmenin yaklaşık 45-50 milyon lira maliyet doğurduğu düşünüldüğünde, mevcut alanların verimsiz yönetimi ciddi bir ekonomik yük yaratmaktadır. Bunun da ötesinde, miyadı dolan mühimmatların yarattığı patlama riski, mühimmat alanlarında plansız patlamalara (UEMS) davetiye çıkarmaktadır. Bu malzemelerin çevreye duyarlı biçimde bertaraf edilmesi ise özel ekipman, enerji ve personel gereksinimi nedeniyle oldukça yüksek ek maliyetler barındırmaktadır. Madalyonun diğer yüzünde ise tehditlerin doğru analiz edilememesinden kaynaklı yetersiz stok bulundurma durumu yer almakta ve bu da ulusal güvenliği doğrudan tehlikeye atmaktadır. Dolayısıyla bu tür kritik ikmal maddelerinin doğru yönetilmesi ve izlenebilirliğinin sağlanması kaçınılmazdır.

Bu çalışmada mühimmatın cins ve miktar planlamasından başlayarak tedarik, depolama, stok yönetimi, transfer, bakım, ıslah ve bertaraf aşamalarını kapsayan entegre bir Mühimmat Yaşam Döngüsü Yönetimi (LCMA) modelinin kurulması incelenmiştir. Günümüzde pek çok devlet, uluslararası standartlara dayalı, maliyet-etkin ve sürdürülebilir Mühimmat Yaşam Döngüsü Yönetimi sistemlerini hayata geçirerek hem plansız patlama risklerini asgariye indirmeyi hem de ulusal stratejik hedeflerini güvence altına almakla mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Mühimmat Yönetimi, Mühimmat Yaşam Döngüsü Yönetimi (LCMA), Stok Yönetimi.

LIFE CYCLE MANAGEMENT FOR AMMUNITION SYSTEMS

ABSTRACT

Ammunition, a vital resource in the execution of defense and security policies, tends to be stockpiled excessively by nations due to security concerns stemming from its high-cost nature. In some cases, this cautious approach leads to an accumulation of ammunition far exceeding actual operational requirements. However, ammunition possesses a defined service and storage life; stockpiles not utilized within their shelf life inevitably reach expiration.

ISBN : 978-625-8795-68-4

Retaining expired products in armories not only renders the initial procurement cost wasted, but also occupies efficient storage space and restricts the storage capabilities required for next-generation modern ammunition. Considering that constructing a new armory today incurs a cost of approximately 45–50 million TRY, the inefficient management of existing storage areas creates a substantial economic burden. Furthermore, the explosion risk posed by expired ammunition invites unplanned explosions at munition sites. Disposing of these materials in an environmentally conscious manner involves significant additional expenses due to requirements for specialized equipment, energy, and personnel. On the flip side, maintaining inadequate stockpiles as a result of miscalculated threat analyses directly jeopardizes national security. Consequently, the accurate management and complete traceability of such critical supply items are indispensable.
This study examines the establishment of an integrated Life Cycle Management of Ammunition (LCMA) model encompassing type and quantity planning, procurement, storage, inventory management, transfer, maintenance, demilitarization/refurbishment, and disposal phases. Today, many states implement cost-effective and sustainable Life Cycle Management of Ammunition systems based on international standards, enabling them to minimize the risks of unplanned explosions while safeguarding their national strategic objectives.

Keywords: Ammunition Management, Life Cycle Management of Ammunition (LCMA), Inventory Management.

1.GİRİŞ

Mühimmat, yüksek maliyetli bir emtia olmasının ötesinde, savunma ve güvenlik politikalarının sürdürülebilmesi bakımından hayati bir ulusal kaynaktır. Ülkeler, güvenlik endişeleri ve jeopolitik riskler nedeniyle genellikle stoklarında fazla miktarda askeri mühimmat bulundurma eğilimindedir. Ancak, aşırı ihtiyatlı yaklaşımlar çoğu zaman gereken miktarın çok üzerinde, "ölü stok" olarak nitelendirilebilecek bir fazlalığa yol açmaktadır. Her teknolojik ürün gibi mühimmatın da belirli bir kullanım ve depolama ömrü bulunmaktadır ve hizmet süresi içinde tüketilmeyen bu kaynaklar kritik sorunları beraberinde getirir. İlk alım maliyetinin zayi olmasının yanı sıra; verimli depolama alanlarının işgali, yeni nesil mühimmatların lojistik imkânlarının kısıtlanması ve en önemlisi, kimyasal bozulmalar nedeniyle cephaneliklerde yüksek patlama risklerinin oluşması bu sorunların başında gelmektedir. Günümüzde yeni bir cephanelik inşa etmenin yaklaşık yaklaşık elli milyon tl seviyesindeki maliyeti ve ömrü dolan mühimmatın çevreye duyarlı özel ekipman, enerji ve uzman personel ile bertaraf edilmesinin getirdiği yüksek ekonomik yük, sorunun ciddiyetini artırmaktadır. Madalyonun diğer yüzünde ise tehdit analizlerinin doğru yapılamaması sonucu ortaya çıkan yetersiz stoklar, ulusal güvenliği doğrudan tehlikeye atmaktadır. Bu dinamik ve riskli yapının dengelenmesi, mühimmat gibi kritik ikmal maddelerinin cins ve miktar planlamasından tedariğine; depolama, stok yönetimi ve transferinden bakım, ıslah ve bertaraf süreçlerine kadar uzanan tüm yaşam döngüsünün, uçtan uca izlenebilir ve entegre sistemle idare edilmesini zorunlu kılmaktadır.
Önerilen mühimmat yönetim modeli; uluslararası kılavuzlar, saha uzmanlarının görüşleri ve kapsamlı literatür taramaları ışığında şekillendirilmiş olup basit, uygulanabilir, entegre, sürdürülebilir ve maliyet-etkin bir yapı sunmayı hedeflemektedir [1,2]. Bu işlem için kullanılan başlıca referans kaynaklar;

ISBN : 978-625-8795-68-4

Uluslararası Mühimmat Teknik Kılavuzu (IATG): Birleşmiş Milletler tarafından geliştirilen bu kılavuz, mühimmatın güvenli bir şekilde yönetilmesi, depolanması ve risklerin asgari düzeye indirilmesi için küresel ölçekte kabul gören en temel standartları içermektedir.

NATO Standartları ve Yayınları: Başta Müttefik Cephane Depolama ve Taşıma Yayınları (AASTP) olmak üzere, askeri lojistik operasyonlarda mühimmat güvenliği, emniyet mesafelerinin hesaplanması ve operasyonel uyumluluk konularındaki çok sayıda müttefik yönergesi modele entegre edilmiştir.

AGİT Konvansiyonel Mühimmat Üzerine En İyi Uygulamalar El Kitabı: Avrupa Güvenlik ve İş birliği Teşkilatı (AGİT) tarafından yayımlanan bu kaynak; mühimmatın fiziksel güvenliği, stok yönetimi, risk değerlendirmesi ve kullanım ömrünü tamamlamış malzemelerin güvenli imhası konularındaki en başarılı saha uygulamalarını ve kurumsal pratikleri içermektedir.

2. MÜHİMMAT YAŞAM DÖNGÜSÜ

Mühimmat yaşam döngüsü, bir mühimmatın ilk ihtiyaç planlamasından başlayıp, envanterden çıkarılarak güvenli bir şekilde bertaraf edilmesine kadar geçen tüm operasyonel, lojistik ve teknik süreçlerin bütünüdür. Askere ait bu kritik kaynağın hem maliyet hem de güvenlik açısından optimize edilmesi, bu döngünün her aşamasının kesintisiz ve entegre bir şekilde yönetilmesine bağlıdır.
Bir Mühimmat Yaşam Döngüsü Yönetim (LCMA) sistemi, aşağıda belirtilen birbiriyle yakından ilintili unsurlardan oluşur ve Görsel 1'de gösterilmiştir [3].



Görsel 1. Mühimmat Yaşam Döngüsü Yönetim Sistemi

2.1.Ulusal Sahiplik

Mühimmat Yaşam Döngüsü Yönetimi'nin (LCMA) teorik bir model olmanın ötesine geçerek sahada uygulanabilir ve sürdürülebilir bir doktrine dönüşmesi, doğrudan "Ulusal Sahiplik" (National Ownership) ilkesinin kurumsallaşma düzeyine bağlıdır. Ulusal sahiplik; bir devletin, egemenlik hakları ve ulusal güvenlik stratejileri doğrultusunda, mühimmatın ilk ihtiyaç planlamasından nihai bertarafına kadar uzanan tüm yaşam eğrisindeki operasyonel, yasal, idari

ISBN : 978-625-8795-68-4

ve mali sorumluluğu bizzat üstlenmesini ifade eder. Birleşmiş Milletler (UNODA) ve NATO gibi uluslararası otoritelerin yayımladığı kılavuzlar küresel ölçekte teknik ve emniyet odaklı birer rehber sunsa da bu standartların ulusal savunma mekanizmalarına adaptasyonu, ancak yerel otoritelerin aktif katılımı ve siyasi iradesiyle mümkündür. Dolayısıyla devletler, sistemin sadece yasal hamisi olmakla kalmamalı; operasyonel kör noktaların oluşmasını engellemek adına gerekli bütçesel kaynakları, teknolojik yatırımları ve kurumsal yetkilendirmeleri kesintisiz olarak sisteme tahsis etmelidir [3].

2.2.Planlama

Etkili bir planlama mekanizması, mühimmat yönetim süreçlerinin operasyonel başarısını, finansal sürdürülebilirliğini ve lojistik esnekliğini belirleyen en temel stratejik kaldıraçtır. Savunma lojistiğinde planlama; yalnızca anlık envanter açıklarını kapatmaya ya da bütçe dönemlerinde geleneksel harcama kalemlerini tüketmeye yönelik reaktif bir satın alma faaliyeti değildir. Aksine sistemin toplam sahip olma maliyetini (TCO) optimize eden, lojistik harbe hazırlık seviyesini maksimize eden ve asimetrik tehdit ortamlarında karar vericilere operasyonel serbesti kazandıran proaktif bir tedarik zinciri tasarımıdır. Bu doğrultuda kurgulanacak orta ve uzun vadeli savunma planlaması; askeri birliklerin hem barış dönemi eğitim, tatbikat ve caydırıcılık ihtiyaçlarını hem de olası bir kriz veya topyekûn savaş durumundaki seferberlik stratejilerini, lojistik hatlarını ve taktik sorumluluklarını gri alan bırakmayacak şekilde net bir doktrinel çerçeveye oturtmalıdır [4].

2.3.Tedarik

Mühimmat Yaşam Döngüsü Yönetimi'nin (LCMA) stratejik planlama aşamasında somutlaştırılan öngörü ve ihtiyaç parametreleri, "Tedarik" evresiyle birlikte operasyonel bir gerçekliğe dönüşür. Savunma lojistiği literatüründe tedarik; yalnızca idari bir satın alma mekanizması ya da bütçe harcama süreci olarak görülmemelidir. Entegre lojistik yönetimi perspektifinden tedarik; uygun mühimmat cinsinin, doğru miktarda, doğru zamanda, doğru coğrafi lokasyonda, optimum maliyetle (doğru fiyatta) ve operasyonel olarak en elverişli (doğru koşulda) bulunmasını garanti altına alan stratejik bir köprüdür. Bu süreç, planlama aşamasından gelen mühimmat ihtiyacının yetkili makamlarca resmi olarak onaylanmasıyla başlar ve ilgili mühimmatın kabul testlerinden geçerek fiilen hizmete girmesiyle (envanter kaydıyla) tamamlanır. Tedarik yönetimi, doğası gereği çok disiplinli ve uzun vadeli bir faaliyetler bütününü kapsar. Süreç, mühimmatın araştırma-geliştirme (Ar-Ge) ve tasarım aşamalarından başlayarak; prototip testlerini, seri üretim hatlarının kurulmasını, doğrudan satın alma süreçlerini ve kalite kontrol mekanizmalarını bünyesinde barındırır [5].

2.4.Stok Yönetimi

Mühimmat Yaşam Döngüsü Yönetimi'nin (LCMA) en karmaşık, dinamik ve ileri düzeyde teknik uzmanlık gerektiren evresi stok yönetimidir. Stok yönetimi; mühimmatın kabul testlerinin ardından resmi olarak hizmete girmesiyle başlayan; depolama, periyodik muayene, bakım, sayım ve transfer adımlarını kapsayan ve nihayetinde kullanım ya da bertaraf gibi bir son işlem neticesinde envanter kayıtlarından düşülmesiyle tamamlanan geniş bir zaman dilimini kapsar. Klasik depolama mantığının aksine çağdaş savunma lojistiğinde stok yönetimi, mühimmatın cephaneliğe fiziksel olarak girmesinden çok önce; planlama ve tedarik süreçlerinin ayrılmaz bir parçası, bu süreçlerin stratejik bir girdisi olarak ele alınmak zorundadır [6].

Temel mühimmat stok yönetimi faaliyetleri; cephaneliklerin fiziki temizliği ve altyapı bakımı, periyodik cephanelik denetimleri, dinamik envanter yönetimi ve hassas mühimmat muhasebesi/sayımı gibi kritik alanlarda bütüncül bir kurumsal organizasyon oluşturmayı gerektirir. Bu operasyonel süreçlerin her birinde yeterli eğitimin verilmesi, standart

ISBN : 978-625-8795-68-4

prosedürlerin tavizsiz uygulanması ve sürekli kontrol mekanizmalarının işletilmesi; cephaneliklerde meydana gelebilecek beklenmedik katastrofik patlama risklerini ve mühimmatın yetkisiz kişilerin eline geçme olasılığını asgari düzeye indiren en etkin savunma hattıdır. Stok yönetiminin stratejik bir diğer amacı ise; harekât ihtiyaçlarını felç edebilecek "stok açığı" durumu ile mali kaynakları israf eden, patlama riskini artıran ve makalenin girişinde değinilen devasa bertaraf maliyetlerine yol açan "stok fazlası" durumunun dengelenmesidir.

Farklı nitelikteki çok sayıda teknik faaliyetin birbirine tam entegrasyonunu zorunlu kılan bu evre, mühimmatın hem güvenli ve emniyetli koşullarda saklanmasını hem de ihtiyaç duyulduğu anda operasyonel olarak harbe hazır bulunmasını garanti eder. Literatür ve uluslararası askeri standartlar çerçevesinde, etkin ve sürdürülebilir bir stok yönetim mekanizmasının tesisi için birbirini ardışık olarak besleyen beş temel adımın yürütülmesi gerekmektedir:

- **Mühimmat Depolama:** Mühimmatın kimyasal ve fiziksel stabilitesini koruyabilmesi için sıcaklık, nem ve statik elektrik gibi çevresel faktörlerin optimize edildiği, patlama riskini sınırlamak adına emniyet mesafelerinin ve mühimmat uyumluluk gruplarının dikkate alındığı fiziksel barındırma adımıdır.

- **Mühimmat Muayene ve Bakımı:** Belirli periyotlarla mühimmat lotlarından alınan numunelerin laboratuvar testlerine tabi tutulması, arızalı veya miadı yaklaşan unsurların belirlenmesi, gerekli ıslah ve ömür uzatma operasyonlarının gerçekleştirilmesi faaliyetleridir.

- **Mühimmat Muhasebesi (Sayım ve Kayıt):** Her bir mühimmat kalemi, sandığı veya lotunun seri numarası bazında dijital ve fiziksel olarak kayıt altında tutulması, anlık envanter görünürlüğünün sağlanması ve yetkisiz hareketlerin engellenmesi için yürütülen kesintisiz denetim sürecidir.

- **Mühimmat Transferi:** Mühimmatın stratejik rezerv depolarından taktik birliklere, eğitim alanlarına veya bakım tesislerine, uluslararası tehlikeli madde taşımacılığı ve askeri emniyet kurallarına tam uyumlu şekilde, güvenli hatlar üzerinden nakledilmesi sürecidir.

- **Mühimmat Son İşlemi ve Kayıt Silme:** Kullanım ömrünü dolduran, operasyonel olarak tüketilen ya da stratejik kararlar doğrultusunda envanter dışı bırakılan mühimmatın; operasyonel kullanım, satış, hibe veya demilitarizasyon (bütünlüğünün bozularak askeri niteliğinin ortadan kaldırılması) yöntemlerinden biriyle stoktan çıkarılması ve resmi kayıtlarının kapatılması evresidir.

2.5. Mühimmatın Bertarafı/Son İşlemi

Mühimmat Yaşam Döngüsü Yönetimi'nin (LCMA) lojistik, yasal ve emniyet odaklı son halkasını "Bertaraf ve Son İşlem" evresi oluşturmaktadır. En genel tanımıyla bertaraf; kullanım ömrünü tamamlamış, depolama ve operasyonel kullanım açısından yüksek risk teşkil etmeye başlamış, kullanım etkinliğini yitirmiş ya da eski veya stratejik olarak stok fazlası haline gelmiş mühimmatın resmi olarak kayıtlarının silinerek envanter dışı bırakılması sürecidir. Bu süreç, envanterden çıkarılması gereken mühimmat lotlarının hassasiyetle tespit edilmesiyle başlar; seçilen rasyonel bir bertaraf yöntemi neticesinde mühimmatın fiziksel varlığının veya askeri niteliğinin sonlandırılarak elden çıkarılmasıyla tamamlanır [7].

ISBN : 978-625-8795-68-4

Askeri lojistik ve savunma ekonomisinde bertaraf, yaygın olarak düşünülenin aksine sadece "imha" faaliyetlerinden ibaret değildir. Günümüzde ulusal mevzuatlar ve uluslararası bağlayıcılığı olan çevre standartları; mühimmatın doğaya zarar vermeyen ve aynı zamanda geri dönüşüm katma değeri elde edilebilen demilitarizasyon (askeri nitelikten arındırma) yoluyla bertaraf edilmesini güçlü bir şekilde teşvik etmektedir. Bununla birlikte, stratejik önceliklere bağlı olarak bazı devletler, halen kullanılabilir durumdaki stok fazlası mühimmatlarını başka ülkelere satış veya hibe/bağış yoluyla devrederek de bertaraf sürecini icra etmeyi tercih edebilmektedir.

Tarihsel süreç incelendiğinde, askeri otoriteler tarafından mühimmatın envanterden çıkarılması amacıyla konjonktüre, teknolojik imkânlara ve çevre bilincine göre değişiklik gösteren altı temel bertaraf yöntemi uygulanmıştır:

- **Satış ve/veya Hibe:** Stok fazlası veya ordunun ihtiyaç fazlası olan ancak işlevselliğini koruyan mühimmatların, ikili anlaşmalar çerçevesinde dost ve müttefik ülkelere devredilerek envanterden düşülmesidir.

- **Denize Dökme:** Özellikle 20. yüzyılın ortalarına kadar yaygın olarak kullanılan, ancak günümüzde çevreye ve deniz ekosistemine verdiği ağır zararlar ile yasal kısıtlamalar nedeniyle tamamen terk edilmiş olan eski bir yöntemdir.

- **Toprağa Gömme:** Mühimmatın yeraltına gömülerek saklanması veya pasifize edilmesi esasına dayanan, yeraltı su kaynaklarını kirletme riski ve kontrolsüz patlama tehditleri barındırdığı için modern savunma lojistiğinde kabul görmeyen bir diğer tarihsel uygulamadır.

- **Eğitim ve Tatbikatlarda Kullanım:** Kullanım ömrünün sonuna yaklaşan ancak işlevsel güvenilirliğini kaybetmemiş mühimmatların, planlı askeri eğitim ve taktik tatbikatlarda öncelikli olarak sarf edilerek envanterden eritilmesini sağlayan maliyet-etkin bir yöntemdir.

- **Açıkta Patlatma ve Açıkta Yakma:** Kimyasal stabilitesini kaybetmiş mühimmatların açık arazide patlatılması veya yakılması işlemidir. Acil durumlarda hızlı bir çözüm sunsa da yüksek karbon salınımı ve toksik atık yayılımı yaratması sebebiyle günümüzde asgari düzeyde tercih edilmektedir.

- **Demilitarizasyon Yöntemleri:** Mühimmatın endüstriyel tesislerde, özel ekipmanlar ve uzman personel eşliğinde parçalarına ayrılarak askeri özelliğinin yok edilmesi sürecidir. Çevreye duyarlı olması, tehlikeli bileşenlerin güvenli şekilde nötralize edilmesi ve geri dönüşüm yoluyla ekonomik katma değer üretmesi yönüyle modern LCMA modellerinin en ideal son işlem adımıdır.

3.SONUÇ

Bu çalışmada, ulusal güvenlik ve savunma politikalarının sürdürülebilirliğinde kritik bir role sahip olan mühimmat yönetimi, tedarik aşamasından bertarafa kadar uzanan bütüncül bir süreç olarak incelenmiştir. Güvenlik kaygılarının tetiklediği aşırı stoklama eğilimi, mühimmatların sınırlı depolama ve kullanım ömürleri nedeniyle askeri loistikte ciddi bir verimsizlik kaynağına dönüşmektedir.

ISBN : 978-625-8795-68-4

Aşırı stoklamanın getirdiği ekonomik ve güvenlik risklerinin asgariye indirilmesi gerekse yetersiz stoktan kaynaklı zafiyetlerin önlenmesi, ancak mühimmatın tüm evrelerini kapsayan entegre bir Mühimmat Yaşam Döngüsü Yönetimi (LCMA) modelinin tesisiyle mümkündür. Cins ve miktar planlamasıyla başlayan; tedarik, depolama, stok yönetimi, transfer, bakım, ıslah ve yüksek maliyetli/özel uzmanlık gerektiren bertaraf süreçlerini uçtan uca takip eden bu model, kritik ikmal maddelerinde tam izlenebilirlik sağlamaktadır. Günümüz modern savunma ekosisteminde devletlerin uluslararası standartlara dayalı, maliyet-etkin ve sürdürülebilir LCMA sistemlerini hayata geçirmesi hem operasyonel riskleri minimize etmek hem de ulusal stratejik hedefleri ekonomik optimizasyonla güvence altına almak adına kaçınılmaz bir gerekliliktir.

KAYNAKLAR

1. Carapic, J., Deschambault, EJ, Holtom, P., & King, B. Mühimmatın Yaşam Döngüsü Yönetimine Pratik Bir Kılavuz. Cenevre: Küçük Silahlar Araştırması, 2018.
2. Berman, E. G. UEMS Incident Reporting Template (IRT), 2014.
3. Donais, T. Peacebuilding and local ownership: Post-conflict consensus-building. Routledge, 2012.
4. Mawson, J. The conventional ammunition requirements determination process of the US Navy. 1985.
5. Moran, B. Organization for Security and Co-operation in Europe, 2008.
6. Carapic, J. Sustainable stockpile management in Bosnia and Herzegovina: The role of EUFOR mobile training team for weapons and ammunition management. Small Arms Survey. 2016.
7. Akçakaya İ., Kullanım Dışı Olan 155 Mm Wp (Beyaz Fosfor) Sis Mühimmatının Sıcak Su Yöntemi ile Ayırma ve Ayıklanması, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Savunma Teknolojileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2026.

ISBN : 978-625-8795-68-4

SAVUNMA SANAYİNDE MÜHİMMAT SINIFLANDIRMA SİSTEMİNİN İNCELENMESİ

Mustafa BOZDEMİR
Kırıkkale Üniversitesi, mustafabozdemir@kku.edu.tr, ORCID 0000-0002-9332-2054

ÖZET

Modern askeri doktrinler ve müşterek harekât gereksinimleri, orduların envanterinde bulunan yıkıcı unsurların hatasız yönetilmesini, yüksek hazırlık seviyesinde tutulmasını ve müttefik kuvvetlerle tam bir ortak çalışabilirlik içinde olmasını zorunlu kılmaktadır. Savunma sanayiinin en kritik bileşenlerinden biri olan mühimmat sistemleri; kimyasal yapıları, yıkıcı güçleri, platform entegrasyonları ve hassasiyet dereceleri nedeniyle karmaşık bir lojistik ve teknik ekosisteme sahiptir.

Çalışma kapsamında ilk olarak, mühimmatların taktik sahaya dağılımını belirleyen platform bazlı sınıflandırma mimarisi ve teknolojik kırılma noktası olan "akıllılık" seviyeleri ele alınmaktadır. Konvansiyonel mühimmatlardan, lazer, kızılötesi (IR), radar ve GPS/INS güdümlü akıllı füze sistemlerine; namlu çıkışında programlanabilen parçacıklı mühimmatlardan, yeni nesil dolanan mühimmatlara uzanan teknolojik dikey kesit analiz edilmektedir.

Mühimmat sınıflandırma sistemleri; bir ordunun lojistik ömür devri yönetiminden, mühimmatların kullanım süresi dolduğunda güvenli şekilde ayrıştırılması ve bertaraf edilmesine kadar olan tüm süreçlerin omurgasını oluşturur.

Klasik (güdümsüz) mühimmatları akıllı hale getiren güdüm kitleri, lojistik açıdan patlayıcı içeren bir mühimmat ile ileri teknoloji bir elektronik alt sistemin kesişim noktasında yer alır. Bu nedenle lojistik kodlama sistemleri, kiti oluşturan bileşenlerin türüne göre çok katmanlı ve entegre bir yapıda tasarlanmıştır.

Sonuç olarak bu çalışma; savunma sanayiinde mühimmat sınıflandırma sistemlerinin yalnızca teorik bir kategorizasyon olmadığını; üretim, depolama, idame, operasyonel etkinlik ve ömür devri sonunda güvenli bertaraf süreçlerini doğrudan belirleyen stratejik bir yönetim omurgası olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mühimmat Sınıflandırması, Depolama Emniyeti, Güdümlü Sistemler.

AN ANALYSIS OF AMMUNITION CLASSIFICATION SYSTEMS IN THE DEFENSE INDUSTRY

ABSTRACT

Modern military doctrines and joint operation requirements dictate that destructive assets in an army's inventory must be managed error-free, maintained at a high state of readiness, and function in full interoperability with allied forces. Ammunition systems, one of the most critical components of the defense industry, possess a complex logistical and technical ecosystem due to their chemical compositions, destructive power, platform integration, and level of precision.

ISBN : 978-625-8795-68-4

Within the scope of this study, the platform-based classification architecture that determines the distribution of ammunition across the tactical field and the levels of "smartness"—which represent a technological tipping point—are addressed first. A vertical technological cross-section extending from conventional munitions to laser, infrared (IR), radar, and GPS/INS-guided smart missile systems, as well as muzzle-programmable airburst munitions and next-generation loitering munitions, is analyzed.
Ammunition classification systems form the backbone of all processes ranging from an army's logistical life cycle management to the safe segregation and disposal of munitions when their shelf life expires. Guidance kits, which convert conventional (unguided) munitions into smart systems, lie at the intersection of explosive-bearing ammunition and advanced electronic subsystems from a logistical standpoint. Therefore, logistical coding systems are designed in a multi-layered and integrated structure according to the types of components constituting the kit.
In conclusion, this study demonstrates that ammunition classification systems in the defense industry are not merely a theoretical categorization, but a strategic management backbone that directly determines production, storage, maintenance, operational effectiveness, and safe disposal processes at the end of the life cycle.

Keywords: Ammunition Classification, Storage Safety, Guided Systems.

1. GİRİŞ

Küresel jeopolitiğin hızla kırıldığı ve tehdit unsurlarının asimetrik bir yapıya büründüğü günümüz dünyasında, devletlerin bekası doğrudan askeri ve teknolojik yetkinliklerine bağlı hale gelmiştir. Bu bağlamda savunma sanayii, yalnızca bir ordunun lojistik ihtiyaçlarını karşılayan üretim bantlarından ibaret değildir; doğrudan bir ülkenin ulusal egemenliğinin, sınır güvenliğinin ve bağımsız karar alma iradesinin en büyük teminatıdır. Askeri teknolojide dışa bağımlı olan devletlerin, kriz anlarında maruz kaldıkları örtülü veya açık ambargolar yüzünden nasıl savunmasız bırakılabildiği tarihsel bir gerçektir. Dolayısıyla, kendi yazılımını, radarlarını, insansız sistemlerini ve mühimmatını yerli imkanlarla tasarlayıp üretebilen ülkeler, dış politikada caydırıcı birer güce dönüşerek diplomasi masasında kendi oyun planlarını kurma şansı elde ederler.
Öte yandan modern savunma sanayii, tetiklediği teknolojik sıçrama ile ülke ekonomilerinin ve sivil sanayinin de en önemli lokomotifidir. Bugün internetten GPS teknolojisine, yapay zeka algoritmalardan malzeme bilimine kadar günlük hayatımızı şekillendiren pek çok kritik yenilik, aslında savunma odaklı AR-GE projelerinin birer çıktısıdır. Sektöre yapılan nitelikli yatırımlar, yüksek katma değerli bir ekonomik döngü yaratırken; yetişmiş insan kaynağı istihdamını artırır ve siber güvenlikten yerli mühendislik çözümlerine kadar geniş bir yelpazede ülkenin genel teknolojik ekosistemini yukarı taşır. Sonuç olarak, güçlü ve yerli bir savunma sanayiine sahip olmak, bir devlet için sadece askeri bir zorunluluk değil; geleceğin dünyasında var olabilmenin ekonomik, siyasi ve stratejik alandaki en temel şartıdır.

Savunma sanayiinde mühimmat sınıflandırma sistemi, orduların lojistik yönetimini, operasyonel etkinliğini, depolama emniyetini ve müttefik ülkelerle olan standardizasyonunu sağlayan en kritik mekanizmalardan biridir. Mühimmatlar; yıkıcı güçleri, kimyasal yapıları ve hassasiyet seviyeleri nedeniyle gelişi güzel sınıflandırılamazlar.

ISBN : 978-625-8795-68-4

Bu çalışmada mühimmat sınıflandırmada kullanılan bazı yöntemler araştırılmıştır. Boyut, fonksiyon, taşıma durumu, kullanılan silah ve renk kodları mühimmat tanımlamada önemli konulardır.

2. MÜHİMMATLAR

Mühimmat, ateşli silahların veya askeri araçların hedefe zarar vermek, savunma yapmak ya da caydırıcılık sağlamak amacıyla kullandığı her türlü patlayıcı, fırlatıcı ve yıkıcı malzemeyi kapsayan genel bir terimdir. En basit tanımıyla, bir silahın görevini yerine getirebilmesi için ihtiyaç duyduğu "tüketim malzemesi" olarak da nitelendirilebilir.
Hafif silahlarda kullanılan mühimmatın bir bileşeni olan mermi çekirdeği, hedef üzerinde yıkıcı etkiyi oluşturmak üzere, namlu gerisinde bulunan ateşleme mekanizması içerisinde yer alan mühimmattaki barutun ateşlenmesiyle ortaya çıkan barut enerjisini taşır [1].
Kabul edilen kalibre sınıflandırmalarına göre küçük mermi kalibreleri 5.56-12.7 mm, orta büyüklükte mermi kalibreleri 12.7-40 mm ve büyük mermi kalibreleri 60 mm ve üstü (60 mm) çapa sahip mühimmatlardır [2].

2.1. Kullanım Alanı ve Platforma Göre Sınıflandırma

Mühimmatlar öncelikle fırlatıldıkları veya entegre edildikleri askeri platformlara göre kategorize edilir:

- Kara Mühimmatları: Piyade hafif silah mühimmatları, topçu ve havan mühimmatları, tank mühimmatları ve tanksavar füzeleri.
- Hava Mühimmatları: Savaş uçakları ve İHA/SİHA platformlarından atılan havadan havaya ve havadan karaya füzeler, genel maksat bombaları ve güdüm kitleri.
- Deniz Mühimmatları: Savaş gemileri ve denizaltılardan fırlatılan torpidolar, güdümlü mermiler, deniz mayınları ve yakın savunma sistemi mühimmatları.

2.2. Akıllılık ve Güdüm Seviyesine Göre Sınıflandırma

Teknolojinin gelişimiyle birlikte mühimmat sınıflandırmasında en belirgin ayrım "klasik" ve "akıllı" ekseninde gerçekleşmektedir:

- Güdümsüz (Konvansiyonel / Klasik) Mühimmatlar: Balistik bir eğri takip eden, namlu veya salondan çıktıktan sonra yönlendirilemeyen serbest düşümlü ya da düz hatlı mühimmatlardır.
- Güdümlü (Akıllı) Mühimmatlar: Lazer, GPS, INS, kızılötesi (IR) veya radar arayıcı başlıklar vasıtasıyla hedefini havada otonom ya da yarı otonom olarak takip edebilen yüksek hassasiyetli sistemlerdir.
- Programlanabilir / Parçacıklı Mühimmatlar: Havada paralanma zamanı namlu çıkışında elektronik olarak programlanan akıllı mühimmatlardır.
- Dolanan Mühimmatlar (Kamikaze İHA): Hedef üzerinde havada süzülerek arama yapabilen ve hedefi tespit ettiğinde dalarak kendini imha eden yeni nesil hibrit mühimmat sınıfıdır.
-

ISBN : 978-625-8795-68-4

2.3. Kalibre ve Boyutlarına Göre Sınıflandırma

- Hafif Silah Mühimmatları: Genellikle 20 mm altındaki kalibreleri kapsar (9x19mm, 5.56mm, 7.62mm, 12.7mm vb.).
- Orta Kalibre Mühimmatlar: 20 mm ile 40 mm arasındaki top ve bomba atar mühimmatlarıdır (25mm kara aracı topları, 35mm hava savunma mühimmatları, 40mm bomba atarlar).
- Ağır Kalibre Mühimmatlar: 40 mm üzerindeki topçu mermileri, obüs mühimmatları ve havanları kapsar

2.4. Kullanma maksatlarına göre sınıflandırılması [3]

- Muharebe mühimmatı (Muharebede kullanılan mühimmat)
- Ders atış mühimmatı (Atış eğitimlerinde kullanılan patlayıcısı olmayan mühimmat)
- Manevra mühimmatı (Tatbikatlarda kullanılan, yalnız patlama sesi çıkartan mühimmat)
- Eğitim mühimmatı (Gerçeğinin maketi, mühimmat eğitimlerinde ve silahı doldurma eğitimlerinde kullanılan mühimmat).

2.5. Depolama ve Emniyet Sınıflandırması

Mühimmatın depolanması konusunda NATO ülkeleri arasında ortak emniyet prensipleri geliştirilmiş olup üye ülkeler arasında uygulamada standartlaşma sağlanmıştır. Bu prensiplerin kılavuzluğunda ülkeler kendi milli düzenlemelerini de oluşturmuşlardır [4].

Mühimmatların askeri depolarda (cephaneliklerde) güvenle saklanması için patlayıcı madde içeriklerine göre BM Tehlike Sınıflandırması (Hazard Classification) ve Uyumluluk Grupları kullanılır:

• Sınıf 1.1: Kütlesel patlama tehlikesi olan mühimmatlar (Örn: Büyük bombalar, tnt kalıpları).

• Sınıf 1.2: Fırlama/parça tesiri riski olan ancak kütlesel patlamayan mühimmatlar.

• Sınıf 1.3: Yangın çıkarma ve hafif patlama riski olan mühimmatlar (Örn: Roket motorları, aydınlatma mühimmatları).

• Sınıf 1.4: Önemli bir tehlike arz etmeyen, patlama etkisi ambalajı dışına taşmayan mühimmatlar.

Çizelge 1. Mühimmat sınıflandırma tablosu

Sınıflandırma Kriteri	Ana Kategoriler / Örnekler	Temel Kullanım Amacı
Güdüm Türü	Güdümsüz (Klasik), Hassas Güdümlü (Lazer/GPS), Programlanabilir	Vuruş hassasiyetini ve maliyet etkinliğini belirlemek
Platform	Kara, Hava, Deniz Mühimmatları	Entegrasyon yeteneği ve taktik saha dağıtımı
Depolama Emniyeti	BM Sınıf 1.1 - 1.4 Patlayıcı Grupları	Depolama mesafeleri, iş güvenliği ve emniyet kriterleri
Lojistik / Kimlik	MIL-STD-1168 Parti No, NATO Stok Numarası (NSN)	Envanter takibi, izlenebilirlik ve müttefikler arası ortak çalışabilirlik

ISBN : 978-625-8795-68-4

Mühimmat sınıflandırma sistemleri; bir ordunun lojistik ömür devri yönetiminden, mühimmatların kullanım süresi dolduğunda güvenli şekilde ayrıştırılması ve bertaraf edilmesine kadar olan tüm süreçlerin omurgasını oluşturur. Klasik mühimmatları akıllı hale getiren güdüm kitleri, lojistik açıdan patlayıcı içeren bir mühimmat ile ileri teknoloji bir elektronik alt sistemin kesişim noktasında yer alır.

Bu nedenle lojistik kodlama sistemleri, kiti oluşturan bileşenlerin türüne göre çok katmanlı ve entegre bir yapıda tasarlanmıştır. Görsel 1'se uluslararası mühimmat renk kodları ve anlamları gösterilmektedir.

MÜHİMMAT CİNSİ	GÖVDE RENGİ	MARKALAMA RENGİ	BANT SAYISI VE RENGİ
Yüksek infilaklı (20 mm hariç)	Zeytuni	Sarı	
Yüksek infilaklı 20 mmlik	Sarı	Siyah	
Yüksek infilaklı bomba	Zeytuni	Sarı	1 ad. Sarı bant
Yük.İnf. Tanksavar HEAT	Siyah	Sarı	
Yük. İnf. Yangın HEI	Sarı	Kırmızı veya siyah	1 ad.Kırmızı bant
Plastik infilak maddeli HEP	Zeytuni	Sarı	1 ad. Siyah bant
A/P ve A/T mayınlar	zeytuni	Sarı	
Kanister, misketli	zeytuni	Beyaz	
Kanister, İğneli	Zeytuni	Beyaz	1 sarı veya kahve bant, beyaz eşkenar dörtgen
Aydınlatma Terkipsiz	Zeytuni	Beyaz	1 ad. Beyaz bant
Ayd. Yarı Terkipli ve terkipli	Beyaz	Siyah	
Zırh Delici, AP	Siyah	Beyaz	
Zırh Delici, Paralama Hakkı	Siyah	Sarı	1 ad. Sarı
Zırh Delici, yangın API	Siyah	Beyaz	1 ad. Açık kırmızı
yangın	Açık Kırmızı	Siyah	
Sis WP, Beyaz Fosforlu	Açık yeşil	Açık Kırmızı	1 Ad. Sarı (paralama hakkı ise)
Sis ve Diğerleri	Açık Yeşil	Siyah	
Kimyasal, kalıcı zehirli gaz	Gri	Yeşil	2 ad. Yeşil 1 ad. Sarı (patlayıcılılarda)
Kimyasal, kalıcı olmayan zehirli gaz	Gri	Yeşil	1 Ad. Yeşil 1 ad. Sarı bant
Kimyasal kalıcı, yakıcı gaz	Gri	Kırmızı	2 ad. Kırmızı, 1 ad. Sarı
Eğitim (gösterme hakkı yok)	Mavi	Beyaz	
Ders atış (gösterme hakkı var zayıf pat.)	Mavi	Beyaz	1 ad. Kahverengi
Ders Atış (kuvvetli patlayıcılı)	Mavi	Beyaz	sarı
			37

Görsel 1. Mühimmat sınıflandırma renk kodları

Görsel2'de renk kodlarına uygun bir mühimmatın resmi görülmektedir. Burada 155 mm obüs mühimmatı için tahrip ve eğitim mermileri gösterilmiştir.

ISBN : 978-625-8795-68-4



Görsel 2. Bazı mühimmatlara ait renk durumları [5]

3. SONUÇ

Bu çalışmada, savunma sanayiinin en kritik bileşenlerinden biri olan mühimmat sistemleri; kimyasal yapıları, yıkıcı güçleri, platform entegrasyonları ve hassasiyet dereceleri çerçevesinde, sahip oldukları karmaşık lojistik ve teknik ekosistemle birlikte incelenmiştir. Araştırma kapsamında, mühimmatların taktik sahadaki dağılımını belirleyen platform bazlı sınıflandırma mimarisi ile bu alandaki en büyük teknolojik kırılma noktası olan "akıllılık" seviyeleri detaylıca ele alınmıştır.

Mühimmat sınıflandırma sistemlerinin sadece operasyonel başarıyı belirlemekle kalmadığını, aynı zamanda bir ordunun lojistik ömür devri yönetiminden, kullanım süresi dolan mühimmatların güvenli bir şekilde ayrıştırılması ve bertaraf edilmesine kadar uzanan tüm süreçlerin omurgasını oluşturduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, modern muharebe sahasındaki asimetrik tehditlere karşı koyabilmek ve askeri güçlerin caydırıcılığını sürdürülebilir kılmak, mühimmat teknolojilerindeki bu dönüşümün doğru analiz edilmesi ve envanter yönetiminin bu dinamiklere göre planlanmasıyla doğrudan ilişkilidir.

KAYNAKÇA

1.U.S. Army Materiel Command, "Engineering Design Handbook, Ammunition Series, Design For Terminal Effects", The Engineering Handbook Office of Duke University, Durham, North Carolina, USA, 1964.

2. Yıldırım F. Büyük kalibre mühimmatta kullanılan barutların geometrik şeklinin değişiminin namlu iç basıncı ve namlu çıkış hızı üzerindeki etkisi, Ankara Üniversitesi FBE, YL tezi , 2013.

3. Akçakaya, İ. ve Bozdemir, M. Beyaz Fosfor Sis Mühimmatının Ayırma ve Ayıklama Yapılabilirliği. 8th International Conferences On Health, Engineering And Applied Sciences. Sarajevo, October 24-26, 2025.

4.AASTP, N. Manual of NATO safety principles for the storage of military ammunition and explosives. *Ammunition Safety Group, NATO, 588*, 2010.

5.https://www.mke.gov.tr/Urunler/155-mm-Uzun-Menzilli-Obus-Muhimmatlari/195, (Erişim tarihi: 30.10.2026)

ISBN : 978-625-8795-68-4

DÖKÜMHANEDEKİ YAŞ KUM HAZIRLAMA SÜRECİNİN GERÇEK ZAMANLI TAKİBİ VE VERİYE DAYALI ÖNERİ ALGORİTMALARI

Yüksek Lisans Öğrencisi, NATIG HAJIZADA

Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

24833701041@gazi.edu.tr

ORCID ID: 0009-0003-2662-7602

ÖZET

Dökümhanelerde yaş kum karışımının uygun özelliklerde hazırlanması, kalıp kalitesini ve nihai döküm ürününün hata oranını doğrudan etkileyen önemli bir süreçtir. Nem, bentonit/kil oranı, tane inceliği, geçirgenlik, kalıp sertliği ve yoğurma süresi gibi parametrelerdeki değişimler çoğu zaman blowhole, metal penetrasyonu, erozyon ve kum katışımı gibi kusurların oluşmasına yol açabilmektedir. Bu kusurlar hurda oranını, yeniden ergitme ihtiyacını ve üretim maliyetlerini artırmaktadır. Bu çalışmanın amacı, yaş kum hazırlama sürecinin gerçek zamanlı izlenmesi ve üretim verilerine dayanarak kusur riskini önceden belirleyen, süreç ayarı önerileri sunan veri temelli bir karar destek yaklaşımını değerlendirmektir.

Çalışmada, literatürde yer alan gerçek zamanlı izleme ve makine öğrenmesi yaklaşımları incelenmiştir. Mikser motor akımı, elektriksel iletkenlik ve kum sıcaklığı gibi proses değişkenlerinden yararlanan yumuşak sensör modellerinin, laboratuvarda ölçülmesi zaman alan kum özelliklerini dolaylı olarak tahmin edebileceği ele alınmıştır. Ayrıca nem, geçirgenlik, kil/bentonit oranı, tane incelik sayısı, kalıp sertliği ve dayanım değerleri gibi girdiler ile döküm kusurları arasındaki ilişkilerin uygunluk analizi ve sınıflandırma yöntemleriyle incelenmesi değerlendirilmiştir. Yapay sinir ağları (ANN), Bayes ağları, destek vektör makineleri (SVM), k-en yakın komşu (KNN) kusur olasılığını tahmin etmek ve ya karışımları kabul ve ret sınıflarına ayırmak için ele alınan yöntemlerdir. Buna ek olarak, yapay sinir ağları ile genetik algoritmaların birlikte kullanılması yoluyla hedeflenen kalıp özelliklerini sağlayacak kontrol parametrelerinin tahmin edilmesi ve optimize edilmesi yaklaşımı açıklanmıştır.

Sunumda incelenen literatür, veri temelli modellerin kum özellikleri ile döküm kusurları arasındaki doğrusal olmayan ilişkileri değerlendirmede ve kusurlar oluşmadan önce müdahale olanağı sağlamada potansiyel taşıdığını göstermektedir. Bu doğrultuda gerçek zamanlı veri akışı, korelasyon analizi ve öneri algoritmalarının birlikte kullanılması; su ilavesi, bentonit oranı, yoğurma süresi ve hava akışı gibi ayarlanabilir parametreler için operatöre karar desteği sunabilir. Sonuç olarak, yaş kum hazırlama sürecinin ölçülebilir ve izlenebilir verilerle desteklenmesi, proaktif kalite kontrolün geliştirilmesine ve hurda ile üretim maliyetlerinin azaltılması potansiyeline katkı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Yaş kum; Döküm kusurları; Gerçek zamanlı izleme; Makine öğrenmesi; Yapay sinir ağları; Genetik algoritma

ISBN : 978-625-8795-68-4

FINDIK TÜRLERİNDEN ENDOFİTİK FUNGUSLARIN İZOLASYONU VE TAKSOL ÜRETİM POTANSİYELLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

AYLİN ÖZTÜRK
Yıldız Teknik Üniversitesi
aylin.ozturk2@std.yildiz.edu.tr
0009-0002-5288-0946

ÖZET

Paclitaxel (Taxol), kanser tedavisinde kullanılan en etkili kemoterapötik ilaçlardan biridir ve yumurtalık, akciğer, pankreas gibi birçok kanser türünün tedavisinde kullanılmaktadır. İlk olarak *Taxus brevifolia* kabuğundan tespit edilen Taxol, düşük miktarlarda elde edildiğinden bir hastanın tedavisi için binlerce porsuk ağacının kesilmesi gerekmektedir. Bu durum yüksek talep ve sınırlı doğal kaynak nedeniyle sürdürülebilir bir üretim problemi yaratmaktadır; Taxol üretimi için alternatif kaynakların araştırılması önemlidir. Problemin çözümüne yönelik geliştirilen yöntemler arasında kimyasal ve yarı-sentetik sentez, bitki doku kültürü ile biyoteknolojik üretim, fungus (endofitik, epifitik ve patojenik kaynaklar) ve bakteri kültürleri ile üretim gibi yöntemler yer almaktadır. Endofitler, bitki dokularında koloniler oluşturarak biyoaktif metabolitler üreten ve konakçı bitkiye zarar vermeyen organizmalar olup Taxol üretimi için gelecek vaat eden bir alternatif sunmaktadır.

Bu tez kapsamında; ülkemizde doğal olarak yetişen *Corylus avellana* ve *Corylus colurna* fındık türlerinin bitki gövdelerinde var olan endofitik fungusların izole edilmesi, bunların tanımlanması ve izole edilen endofitik funguslarda taxol varlığının moleküler belirteçler kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Taxol'ün biyosentetik yolağında yer alan birçok enzim vardır. Çeşitli bitkilerden izole edilen endofitik fungusların Taxol biyosentetik yolağında yer alan Taxadiene synthase (ts) ve 10-Deasetilbakatin III O-Asetil Transferaz (dbat) genlerine sahip oldukları bilinmektedir. Bu genler endofitlerde taxol varlığının tespitindeki moleküler belirteçlerdir. Bu doğrultuda çalışmamızda fındık bitkisine ait gövde parçaları sterilizasyon sonrasında Potato Dextrose Agar (PDA) ortamında inkübe edilmiştir. PDA ortamında üreyen funguslar izole edilerek yine aynı ortamda saf izolatlar elde edilmiştir. Elde edilen 24 adet fungus izolatının DNA izolasyonu sonrası ITS bölgesinin amplifikasyonu için fungus tanımlamada yaygın kullanılan evrensel ITS1 ve ITS4 primerleri kullanılarak PCR ve ardından Sanger sekans analizi ile cins düzeyinde tanımlanmışlardır. Taxol varlığının moleküler analizi

ISBN : 978-625-8795-68-4

için ts ve dbat primerleri ile tarama yapılmış ancak 24 izolatın hiçbirinde bu genlere rastlanmamıştır. Çalışmamız, son yıllarda çıkan endofitik fungusların Taxol gibi karmaşık metabolitleri sürdürülebilir bir şekilde üretemeyeceğini ve aksini iddia eden çalışmalara şüphe ile yaklaşılması gerektiğini doğrular niteliktedir.

Teşekkür: Bu çalışma Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2026-7519 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Paclitaxel, *Corylus colurna, Corylus avellana*, Endofitik Fungus, ts ve dbat geni.

ISBN : 978-625-8795-68-4

INVESTIGATION OF Cr(VI) REMOVAL FROM AQUEOUS SOLUTIONS USING A COPPER OXYSULFIDE-VERMICULITE COMPOSITE

Duygu KESKİN

Düzce University, duygukeskin1992@gmail.com – ORCID 0009-0009-7328-9152

Assis. Prof. Dr. Nilüfer ÜLGÜDÜR

Düzce University, niluferulgudur@duzce.edu.tr – ORCID 0000-0003-3410-0598

Prof. Dr. Emine MALKOÇ

Düzce University, eminemalkoc@duzce.edu.tr – ORCID 0000-0002-9030-7684

ABSTRACT

Hexavalent chromium (Cr(VI)) is a toxic and highly mobile contaminant in aqueous environments, and its effective removal remains a significant challenge. In this study, a copper oxysulfide (COS)-vermiculite composite (COS-VM) was evaluated as an adsorbent for Cr(VI) removal. The effects of initial solution pH, adsorbent dosage, contact time, initial Cr(VI) concentration, and temperature were investigated through batch experiments. The highest Cr(VI) removal efficiency (79.8%) was achieved at pH 2.0 with an adsorbent dosage of 0.50 g L^{-1} after 120 min. Increasing the adsorbent dosage from 0.12 to 0.50 g L^{-1} raised the removal efficiency from 23.0% to 79.8%. The kinetic data, obtained at initial Cr(VI) concentrations of 51.25-143.03 mg L^{-1} (pH ≈ 2.0, adsorbent dosage 0.36 g L^{-1}), fitted the pseudo second order (PSO) model well (R^2 = 0.9899-0.9996). The equilibrium data were better described by the Langmuir isotherm model, indicating a maximum adsorption capacity of 127.26 mg g^{-1}. Increasing the temperature from 28 to 58 °C (pH ≈ 2.0, adsorbent dosage 0.36 g L^{-1}, initial concentration = 140±3.0 mg L^{-1}) decreased the removal efficiency from 30.21% to 26.27%. The thermodynamic parameters ($\Delta H° = -5.09$ kJ mol^{-1}, $\Delta S° = +42.16$ J mol^{-1} K^{-1}, and $\Delta G° = -17.79$ to -19.02 kJ mol^{-1}) indicated an exothermic and thermodynamically favorable process under the investigated conditions, while the low enthalpy change may suggest weak interactions. Overall, COS-VM is a promising adsorbent for Cr(VI) removal under acidic conditions and has potential for the treatment of Cr(VI)-contaminated waters.

Keywords: Hexavalent chromium; Adsorption; Vermiculite; Copper oxysulfide

ISBN : 978-625-8795-68-4

Bakır Oksisülfür-Vermikülit Kompoziti Kullanılarak Sulu Çözeltilerden Cr(VI) Gideriminin İncelenmesi

Duygu KESKİN

Düzce Üniversitesi, duygukeskin1992@gmail.com - ORCID 0009-0009-7328-9152

Dr. Öğr. Ü. Nilüfer ÜLGÜDÜR

Düzce Üniversitesi, niluferulgudur@duzce.edu.tr - ORCID 0000-0003-3410-0598

Prof. Dr. Emine MALKOÇ

Düzce Üniversitesi, eminemalkoc@duzce.edu.tr - ORCID 0000-0002-9030-7684

ÖZET

Bu çalışma, bakır oksisülfür (COS) modifiyeli vermikülit (COS-VM) kullanılarak sulu çözeltilerden heksavalent kromun (Cr(VI)) giderimini araştırmıştır. Başlangıç çözelti pH'ı, adsorbent dozu, temas süresi, başlangıç Cr(VI) konsantrasyonu ve sıcaklığın etkileri, kesikli deneyler yoluyla değerlendirilmiştir. En yüksek Cr(VI) giderim verimi (%79,8), pH 2,0 değerinde, 0,50 g L^{-1} adsorbent dozu ile 120 dakikalık temas süresi sonunda elde edilmiştir. Adsorbent dozunun 0,12 g L^{-1}'den 0,50 g L^{-1}'e çıkarılması, giderim verimini %23,0'dan %79,8'e yükseltmiştir. Başlangıç Cr(VI) konsantrasyonlarının 51,25–143,03 mg L^{-1} aralığında olduğu kinetik deneylerde, deneysel giderim kapasiteleri 95,85–121,23 mg g^{-1} olarak bulunmuştur. Yalancı ikinci dereceden (pseudo-second order - PSO) model, deneysel değerlere yakın denge kapasiteleri sağlamış, R^2 değerleri 0,9899 ile 0,9996 arasında değişmiştir. Denge verileri Langmuir ve Freundlich izoterm modelleri kullanılarak değerlendirilmiş, Langmuir modeli 127,26 mg g^{-1}'lik bir maksimum kapasite parametresi vermiştir. Sıcaklığın 28 °C'den 58 °C'ye yükseltilmesi (pH ≈ 2,0, adsorban dozu = 0,36 g L^{-1}, başlangıç derişimi = 140±3,0 mg L^{-1}), giderim veriminin %30,21'den %26,27'ye düşmesine neden olmuştur. Termodinamik parametreler ($\Delta H° = -5,09$ kJ mol^{-1}, $\Delta S° = +42,16$ J mol^{-1} K^{-1} ve $\Delta G° = -17,79$ ila $-19,03$ kJ mol^{-1}), incelenen koşullar altında sürecin ekzotermik ve termodinamik açıdan elverişli olduğunu göstermiştir. Düşük entalpi değişimi ise zayıf etkileşimlerin varlığına işaret edebilmektedir. Genel olarak sonuçlar, COS-VM'nin, özellikle asidik koşullar altında Cr(VI) giderimi için umut vaadedici bir malzeme olduğunu göstermektedir.

Kelimeler: Heksavalent krom; Adsorpsiyon; Vermikülit; Bakır oksisülfür

ISBN : 978-625-8795-68-4

INTRODUCTION

Chromium contamination of water is a major environmental concern due to its widespread use in industrial activities such as electroplating, leather tanning, pigment production, and metallurgy (Kotaś & Stasicka, 2000). Chromium mainly occurs in two oxidation states, Cr(III) and Cr(VI), with the latter being more toxic, mobile, and potentially carcinogenic (IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 2012). Due to these environmental and health risks, the World Health Organization (WHO) has established a provisional guideline value of 0.05 mg L^{-1} for total chromium in drinking water (WHO, 2022). Therefore, the development of efficient and economically feasible treatment methods is essential.

Several technologies have been investigated for chromium removal, including chemical precipitation, ion exchange, membrane filtration, and adsorption (Dhal et al., 2013; Mohan & Pittman, 2006). Among these methods, adsorption has received considerable attention because of its operational simplicity, relatively low cost, and potential application in wastewater treatment (Mohan & Pittman, 2006). However, the effectiveness of adsorption strongly depends on the properties and surface chemistry of the adsorbent material.

Vermiculite is a naturally occurring layered aluminosilicate mineral characterized by its low cost, ion-exchange capacity, and expandable structure (Xing et al.,2023). Nevertheless, the permanent negative charge of vermiculite can limit its affinity for anionic Cr(VI) species (Rosa et al., 2022). Metal-oxide modification of clay minerals has therefore been explored as a strategy for developing adsorbents for Cr(VI) removal, including the use of CuO nanoparticles supported on montmorillonite (Gupta et al., 2021).

Copper oxide-based materials have been investigated for their potential to remove Cr(VI) from aqueous solutions (Gupta et al., 2016). Sulfur modification has been reported to facilitate Cr(VI) removal through coupled adsorption–reduction processes, as demonstrated for sulfur-doped biochar (Ma et al., 2024). These findings provide a rationale for combining CuO and sulfur-containing components with vermiculite to investigate their potential contribution to Cr(VI) removal. However, the application of copper oxysulfide modified vermiculite for this purpose remains insufficiently explored.

In this study, copper oxysulfide-modified vermiculite (COS-VM) was synthesized and evaluated for Cr(VI) removal from aqueous solutions. The effects of solution pH, adsorbent dosage, contact time, initial chromium concentration, and temperature were investigated. Kinetic, equilibrium, and thermodynamic analyses were performed to evaluate the adsorption behavior and provide insight into the removal process. The findings aim to assess the potential of the modified vermiculite as an alternative adsorbent for chromium-contaminated water treatment.

ISBN : 978-625-8795-68-4

MATERIALS AND METHODS

All chemicals used were analytical grade. All solutions were prepared in deionized water. Potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$) was used for Cr(VI) salt. 2M NaOH and 2M HCl were utilized for pH adjustment. Cr(VI) was quantified by UV–Vis spectrophotometry using the 1,5-diphenylcarbazide method at 540 nm (APHA, 2017).

Preparation of COS-VM Adsorbent

The synthesis was initiated by treating vermiculite (VM) particles smaller than 75 µm in an alkaline medium (5 M NaOH). The alkali-activated VM was subsequently washed, dried at 65 °C. The activated VM was then mixed with $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ at a mass ratio of 1:1, followed by the addition of water. Subsequently, 6 mL of 25% NH_4OH, 30 g of sodium sulfide nonahydrate ($Na_2S \cdot 9H_2O$), and 2 mL of H_2O_2 were added. The reaction was carried out at 90 °C for 1 h under continuous stirring. After completion of the reaction, the resulting mixture was filtered, washed, and dried. Finally, the synthesized material was sieved again to obtain particles smaller than 75 µm.

Batch Adsorption Experiments

Adsorption experiments were performed in batch mode on a rotary shaker at 70 rpm. The mathematical expressions used to calculate Cr(VI) removal efficiency and adsorption capacity, as well as those applied in the linearized kinetic, isotherm, and thermodynamic analyses (Gültekin et al., 2026), are summarized in Table 1. C_0, C_t, and C_e represent the initial, time-dependent, and equilibrium Cr(VI) concentrations (mg L), respectively; q_t and q_e are the corresponding adsorption capacities (mg g^{-1}); V is the solution volume (L); m is the adsorbent mass (g); k_1 and k_2 are the PFO and PSO rate constants; K_L and K_f are the Langmuir and Freundlich constants, respectively; K_d is the equilibrium constant (L g^{-1}); ρ is the density of water (g L^{-1}); R is the universal gas constant (8.314 J mol^{-1} K^{-1}); and T is the absolute temperature (K).

ISBN : 978-625-8795-68-4

Table 1. Mathematical expressions used for adsorption kinetics, equilibrium isotherms, and thermodynamic analysis.

Model / Parameter	Mathematical Expression
Adsorption Calculations	
Removal efficiency (%)	$\frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100$
Adsorption capacity (q_t)	$\frac{(C_0 - C_t)V}{m}$
Kinetic Models	
Pseudo-first order (PFO)	$\ln(q_e - q_t) = \ln\ q_e - k_1 t$
Pseudo-second order (PSO)	$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{t}{q_e}$
Isotherm models	
Langmuir	$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_{max} K_L} + \frac{C_e}{q_{max}}$
Langmuir separation factor (R_L)	$\frac{1}{1 + K_L C_0}$
Freundlich	$\ln q_e = \ln K_f + \frac{1}{n} \ln C_e$
Thermodynamic equations	
Equilibrium constant (K_d)	$\frac{q_e}{C_e}$
Gibbs free energy ($\Delta G°$)	$-RT \ln(\rho\, K_d)$
Van't Hoff equation	$\ln(\rho\, K_d) = -\frac{\Delta H°}{RT} + \frac{\Delta S°}{R}$

ISBN : 978-625-8795-68-4

RESULTS AND DISCUSSION

Effects of Initial pH and Adsorbent Dosage

The effect of initial solution pH on Cr(VI) removal by the copper oxysulfide–vermiculite composite (COS-VM) was investigated over a pH range of 2.0–10.0 (Figure 1a). The highest removal efficiency (79.8%) was obtained at pH 2.0 after 120 min, with an initial Cr(VI) concentration 48.5 mg L^{-1} and a removal capacity of 77.1 mg g^{-1}. Cr(VI) removal generally decreased with increasing initial pH, from 79.8% at pH 2.0 to 3.2% at pH 10.0. However, a local increase was observed between pH 4.7 and 5.0, where removal increased from 21.9% to 26.5%. The solution pH increased from 2.0 to 2.57 under initially acidic conditions and decreased from 10.0 to 7.96 under initially alkaline conditions. These shifts may reflect surface acid–base interactions, including surface protonation and deprotonation although they do not establish the Cr(VI) removal mechanism (Adebayo et al., 2020).

Increasing the COS-VM dosage from 0.120 to 0.500 g L^{-1} increased Cr(VI) removal from 23.0% to 79.8% (Figure 1b), potentially due to the greater availability of adsorption sites (Bayuo et al., 2019). Conversely, the removal capacity generally decreased from 97.0 to 80.7 mg g^{-1}, consistent with lower utilization of the adsorbent at higher dosages (Wang et al., 2023). An adsorbent dosage of 0.360 g L^{-1} was used in the subsequent kinetic, equilibrium, and temperature experiments.

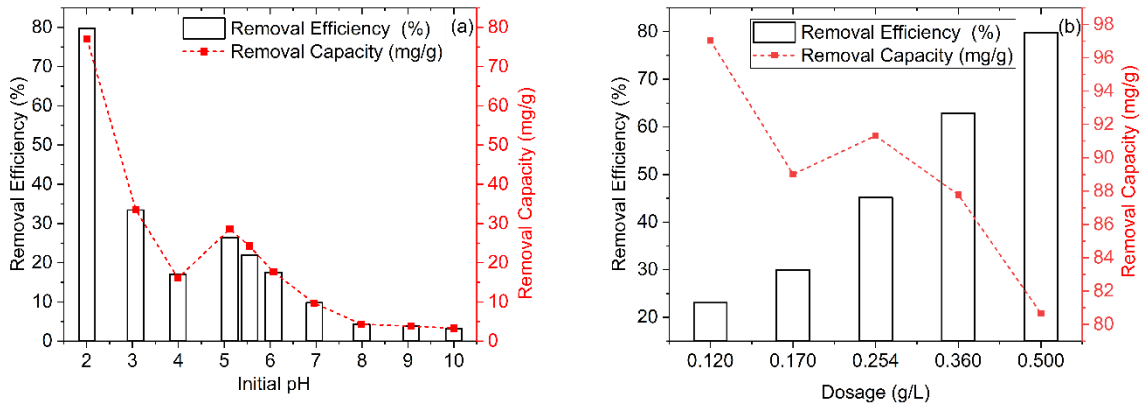


Figure 1 Effects of (a) initial solution pH and (b) adsorbent dosage on Cr(VI) removal efficiency and removal capacity of COS-VM.

Adsorption Kinetics

The kinetics of Cr(VI) removal by COS-VM were investigated at initial concentrations of 51.25, 69.34, 93.82, and 143.03 mg L^{-1}. Equilibrium was reached after approximately 180 min at the two lower concentrations and 240 min at the two higher concentrations, with experimental adsorption capacities ($q_{e,exp}$) of 95.85, 103.71, 100.60, and 121.23 mg g^{-1}, respectively (Table 2). The PFO model underestimated the adsorption capacity, yielding calculated values of 12.81–32.25 mg g^{-1}, whereas the PSO estimates ($q_{e,calc}$ 96.94–124.05 mg g^{-1}) were closer to the

ISBN : 978-625-8795-68-4

experimental values. The PSO model also yielded higher coefficients of determination (R^2=0.9899–0.9996) than the PFO model (R^2=0.4464–0.9802). These results favor the PSO model within the linearized analysis; however, this agreement alone does not establish chemisorption as the dominant removal mechanism (Simonin, 2016).

Table 2 Experimental values for the adsorption linearized models, pseudo-first (PFO) and pseudo-second order (PSO)

Initial Concentration	51.25 mg L^{-1}	69.34 mg L^{-1}	93.82 mg L^{-1}	143.03 mg L^{-1}
Experimental data				
$q_{e,exp}$ (mg g^{-1})	95.85	103.71	100.60	121.23
PFO				
$q_{e,calc}$ (mg g^{-1})	12.81	21.93	19.32	32.25
k_1 (min^{-1})	0.012	0.007	0.004	0.013
R^2	0.9802	0.9484	0.4464	0.9637
PSO				
$q_{e,calc}$ (mg g^{-1})	96.94	105.18	98.83	124.05
k_2 (g mg^{-1} min^{-1})	0.003	0.001	0.001	0.001
R^2	0.9996	0.9956	0.9899	0.9990

Adsorption Isotherms

The equilibrium data were evaluated using the Langmuir and Freundlich isotherm models, were presented in Table 3. The Langmuir model yielded a maximum adsorption capacity (q_m) of 127.26 mg g^{-1} and a Langmuir constant (K_L) of 0.1214 L mg^{-1}, with an R^2 value of 0.9828. The calculated separation factors (R_L) ranged from 0.0544 to 0.1384. The Freundlich parameters were 1/n=0.1120 and K_F 69.07 (mg g^{-1}) (L mg^{-1})$^{1/n}$. The fitted Langmuir capacity parameter was close to the highest experimental equilibrium adsorption capacity of 121.23 mg g^{-1}, providing a consistent estimate of the adsorption capacity within the investigated concentration range.

ISBN : 978-625-8795-68-4

Table 3 Experimental values for the adsorption isotherm models, Langmuir and Freundlich

Model	Parameter	Value
Langmuir	q_m (mg g^{-1})	127.26
	K_L (L mg^{-1})	0.1214
	R_L	0.0544–0.1384
	R^2	0.9828
Freundlich	K_F (mg g^{-1})(L mg^{-1})$^{1/n}$	69.07
	1/n	0.1120
	R^2	0.7152

Effect of Temperature and Thermodynamic Evaluation

The effect of temperature on Cr(VI) removal was investigated between 301.15 and 331.15 K at an adsorbent dosage of 0.360 g L^{-1} and initial Cr(VI) concentrations of approximately 140 mg L^{-1}. The equilibrium adsorption capacity decreased from 121.2 to 102.6 mg g^{-1} as the temperature increased. The Gibbs energy values calculated using the ρK_d approach ranged from −17.79 to −19.02 kJ mol^{-1}. The enthalpy and entropy changes, determined from the slope and intercept of the Van't Hoff plot $\ln(\rho K_d)$ against T^{-1}, were −5.09 kJ mol^{-1} and +42.16 J mol^{-1} K^{-1}, respectively. The negative enthalpy change indicates exothermic behavior within the adopted approach, consistent with the decrease in equilibrium capacity at higher temperatures (Tran & Bonilla-Petriciolet, 2022).

CONCLUSION

The copper oxysulfide–vermiculite composite (COS-VM) showed potential for Cr(VI) removal from aqueous solutions, particularly under acidic conditions. The highest removal efficiency of 79.8% was obtained at pH 2.0 with an adsorbent dosage of 0.50 g L^{-1} after 120 min. Increasing the adsorbent dosage improved removal efficiency, whereas the adsorption capacity generally decreased. The kinetic data were more closely described by the pseudo-second order model within the linearized analysis, with calculated equilibrium capacities close to the experimental values. The Langmuir model yielded a maximum capacity parameter of 127.26 mg g^{-1}, close to the highest experimental equilibrium uptake capacity of 121.23 mg g^{-1}. Increasing the temperature from 28 to 58 °C decreased the equilibrium uptake capacity from 121.2 to 102.6 mg g^{-1}. Within the adopted thermodynamic approach, the negative enthalpy and Gibbs energy changes indicated exothermic and thermodynamically favorable behavior. However, the model fits and thermodynamic parameters alone do not establish the dominant removal mechanism.

ISBN : 978-625-8795-68-4

Further studies on chromium speciation, copper leaching, regeneration, and performance in real wastewater are needed to clarify the removal pathway and assess the practical applicability of COS-VM.

REFERENCES

Adebayo, G. B., Adegoke, H. I., & Fauzeeyat, S. (2020). Adsorption of Cr(VI) ions onto goethite, activated carbon and their composite: Kinetic and thermodynamic studies. *Applied Water Science, 10,* Article 213. https://doi.org/10.1007/s13201-020-01295-z

American Public Health Association. (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23rd ed.). American Public Health Association.

Bayuo, J., Pelig-Ba, K. B., & Abukari, M. A. (2019). Adsorptive removal of chromium(VI) from aqueous solution unto groundnut shell. *Applied Water Science*, *9*, Article 107. https://doi.org/10.1007/s13201-019-0987-8

Dhal, B., Thatoi, H. N., Das, N. N., & Pandey, B. D. (2013). Chemical and microbial remediation of hexavalent chromium from contaminated soil and mining/metallurgical solid waste: A review. *Journal of Hazardous Materials*, *250–251*, 272–291. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2013.01.048

Gültekin, Z. S., Ülgüdür, N., & Malkoç, E. (2026). Manganese oxysulfide particles for hexavalent chromium removal from aqueous environment: Isotherm, kinetics, thermodynamic analysis. Separation Science and Technology. https://doi.org/10.1080/01496395.2026.2702977

Gupta, M. K., Tandon, P. K., Afroz, M., & Agrahari, S. (2021). Combined application of MMT K10 supported copper oxide nanoparticles for complete removal of Cr(VI) from aqueous solution and their antibacterial potential. *Acta Chimica Slovenica*, *68*, 617–628. https://doi.org/10.17344/acsi.2020.6547

Gupta, V. K., Chandra, R., Tyagi, I., & Verma, M. (2016). Removal of hexavalent chromium ions using CuO nanoparticles for water purification applications. *Journal of Colloid and Interface Science, 478*, 54–62. https://doi.org/10.1016/j.jcis.2016.05.064

IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. (2012). *Arsenic, metals, fibres, and dusts* (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 100C). International Agency for Research on Cancer. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK304375/

Kotaś, J., & Stasicka, Z. (2000). Chromium occurrence in the environment and methods of its speciation. *Environmental Pollution*, *107*(3), 263–283. https://doi.org/10.1016/S0269-7491(99)00168-2

Ma, R., Xu, X., Zhang, Y., Zhang, D., Xiang, G., Chen, Y., Qian, J., & Yi, S. (2024). Synergistic effects of adsorption and chemical reduction towards the effective Cr(VI) removal in the presence of the sulfur-doped biochar material. *Environmental Science and Pollution Research, 31*, 8538–8551. https://doi.org/10.1007/s11356-023-31654-7

Mohan, D., & Pittman, C. U., Jr. (2006). Activated carbons and low cost adsorbents for remediation of tri- and hexavalent chromium from water. *Journal of Hazardous Materials*, *137*(2), 762–811. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.06.060

Rosa, M. I. G., Boga, G. A., Cruz, S. S. V., Andrade, F. R. D., Furquim, S. A. C., & Shinzato, M. C. (2022). Mechanisms of chromium(VI) removal from solution by zeolite and vermiculite modified with iron(II). *Environmental Science and Pollution Research, 29*, 49724–49738. https://doi.org/10.1007/s11356-022-19366-w

Simonin, J.-P. (2016). On the comparison of pseudo-first order and pseudo-second order rate laws in the modeling of adsorption kinetics. *Chemical Engineering Journal*, *300*, 254–263. https://doi.org/10.1016/j.cej.2016.04.079

Tran, H. N., & Bonilla-Petriciolet, A. (2022). Improper estimation of thermodynamic parameters in adsorption studies with distribution coefficient KD (qe/Ce) or Freundlich constant (KF): Considerations from the derivation of dimensionless thermodynamic equilibrium constant and suggestions. *Adsorption Science & Technology*, *2022*, Article 5553212. https://doi.org/10.1155/2022/5553212

Wang, H., Wang, W., Zhang, G., & Gao, X. (2023). Research on the performance of modified blue coke in adsorbing hexavalent chromium. *Scientific Reports*, *13*, Article 7223. https://doi.org/10.1038/s41598-023-34381-8

World Health Organization. (2022). *Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first and second addenda*. https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/69c17edd-ee26-425b-9d34-33799377e886/content

Xing, Y., Chen, X., Huang, Y., Zhen, X., Wei, L., Zhong, X., & Pan, W. (2023). Facile synthesis of two-dimensional natural vermiculite films for high-performance solid-state electrolytes. *Materials*, *16*(2), Article 729. https://doi.org/10.3390/ma16020729

ISBN : 978-625-8795-68-4

LOCATION-BASED INTELLIGENCE: A NEW FRONTIER IN BUSINESS INTELLIGENCE

Lukas Novotny
Department of Mechanical Engineering – Kyrgyz State Technical University

Abstract:
The merging of geolocation data with traditional business intelligence (BI) has led to the emergence of a new dimension known as Location-Based Intelligence (LBI). This paper defines LBI as the process of integrating location information into BI systems to enhance decision-making capabilities across enterprises. By leveraging geospatial data, companies can generate actionable insights that improve various business functions, from operations to marketing strategies. The future of LBI looks promising, with the potential to transform industries by enabling businesses to tailor their strategies based on location-specific data. As this field develops, LBI is expected to play a critical role in the evolution of BI tools and techniques.
Keywords: Business Intelligence, Geolocation, Location-Based Intelligence, Innovation.

ISBN : 978-625-8795-68-4

STRATEGIC MARKETING THROUGH COMPUTATIONAL MODELS: HYBRID APPROACH

Tomislav Horvat, Petra Kralj
Department of Mechanical Engineering – Kyrgyz State Technical University

Abstract:
Effective strategic marketing is essential for businesses to achieve competitive advantage in heterogeneous markets. Traditional models of strategic marketing may fall short in addressing the complexity of modern markets, which are often influenced by irrational behaviors and decentralized structures. This paper proposes a hybrid modeling approach that combines agent-based computational economics with traditional strategic marketing models to simulate the behavior of both consumers and service providers. The model accounts for the differences in internal dynamics between consumers and producers, offering insights into market behaviors and strategic decision-making. The paper underscores the importance of strategic planning in guiding companies through changing environments and ensuring customer retention.
Keywords: Strategic Marketing, Hybrid Modeling, Agent-Based Computational Economics, System Dynamics.

ISBN : 978-625-8795-68-4

EMPIRICAL STUDY ON BUSINESS AND IT VALUE IN JAPANESE ENTERPRISES: BPR ANALYSIS

Yuki Takahashi, Aiko Sato
, Hanyang University, Seoul, South Korea

Abstract:
This paper presents an empirical analysis of the relationship between business processes and information technology (IT) in the context of Business Process Reengineering (BPR). Based on data collected from 258 Japanese firms, the study employs structural equation modeling to uncover the key success factors that contribute to effective BPR implementation. The analysis focuses on management and organizational factors, as well as methodologies such as balanced scorecards and internal control systems. The findings highlight critical areas for organizations to focus on in order to achieve successful BPR, providing valuable insights into the integration of business processes and IT for improved performance.
Keywords: Business Process Reengineering, Information Technology, Structural Equation Modeling, BPR Success Factors.

ISBN : 978-625-8795-68-4

IMPROVING MAXIMUM POWER POINT TRACKING FOR SOLAR ENERGY SYSTEMS USING ESTIMATED POWER VALUES

Ayesha Bakar, Faris Al-Karim
University of Nairobi, Kenya

Abstract:
This study introduces an enhanced method for maximum power point tracking (MPPT) of photovoltaic (PV) energy systems, focusing on improving the accuracy and efficiency of power conversion. The method utilizes the difference between the actual power output from the solar panel and an estimated power value to dynamically adjust the DC-DC converter's operation. The algorithm continuously monitors this power difference and compares it with a preset error threshold. If the difference exceeds the threshold, the estimated power is adjusted by a multiplication factor, and the process is repeated until the error falls within acceptable limits. The MPPT algorithm was experimentally validated on a PV system controlled by an OPAL-RT real-time controller under varying irradiance conditions. The results demonstrate that the PV system operated at its maximum power output, even under fluctuating environmental factors, ensuring optimal energy conversion.
Keywords: Photovoltaic system, MPPT, solar panel, DC-DC converter, power tracking.

ISBN : 978-625-8795-68-4

EFFECT OF COLLECTOR ASPECT RATIO ON THE THERMAL EFFICIENCY OF WAVY FINNED SOLAR AIR HEATERS

Adnan Karim, Rami Boudali
Department of Mechanical Engineering, University of Tunis, Tunisia

Abstract:
This paper presents a theoretical analysis of the impact of collector aspect ratio on the thermal performance of wavy finned absorber solar air heaters. The study focuses on comparing the performance of plane and wavy finned designs under constant collector area conditions. The results indicate that increasing the aspect ratio of the wavy finned solar air heater significantly improves its thermal performance, achieving a performance enhancement of approximately 30% over conventional flat-fin designs. The analysis also includes a comparison of the experimental data for wavy finned air heaters with that of traditional solar air heaters. These findings offer valuable insights into optimizing the design of solar air heaters for improved energy efficiency in various climates.
Keywords: Solar air heater, wavy fin, thermal efficiency, collector aspect ratio, energy performance.

AICHEAS 8th INTERNATIONAL CONGRESS ON HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES
November 1 – 2, 2026 – MUS
ISBN : 978-625-8795-68-4

THERMAL SCALE-UP SIMILITUDE FOR MULTIPHASE REACTORS IN THE CU-CL HYDROGEN PRODUCTION CYCLE

Mohammed Nabil, Samira Khalil
Department of Chemical Engineering, Cairo University, Egypt

Abstract:
The copper-chlorine (Cu-Cl) cycle is emerging as an efficient thermochemical process for sustainable hydrogen production. This research explores the scale-up analysis of multiphase reactors, focusing on the thermal behavior and design of oxygen production reactors within the Cu-Cl cycle. The study examines the heat transfer requirements of the continuous stirred tank reactor (CSTR) in producing hydrogen from water decomposition reactions at approximately 530°C. The analysis considers the reactor's thermal resistance, particularly the influence of the reactor wall on heat transfer efficiency. A comparison of heat transfer between two types of nuclear reactors, the CANDU Super Critical Water Reactor (CANDU-SCWR) and the High Temperature Gas Reactor (HTGR), is conducted. The study finds that the heat transfer rate for the CANDU-SCWR is 3-4 times higher than for the HTGR. The results suggest that optimizing the aspect ratio of the reactor can reduce the required number of reactors, which is crucial for enhancing the scalability and efficiency of the Cu-Cl cycle in hydrogen production. Keywords: Hydrogen production, Cu-Cl cycle, heat transfer, multiphase reactor, thermal resistance.

ISBN : 978-625-8795-68-4

ENHANCING THE THERMAL PERFORMANCE OF LATENT HEAT STORAGE SYSTEMS FOR SOLAR ENERGY APPLICATIONS

Omar H. Zaid, Khalid Al-Tahhan
Department of Renewable Energy, University of Sharjah, United Arab Emirates

Abstract:
This paper investigates the improvement of thermal performance in latent heat solar storage systems, addressing the intermittent nature of solar energy. The study uses a two-dimensional numerical simulation to analyze the melting of phase change materials (PCMs) within a double-pipe latent heat storage system. The simulation incorporates longitudinal fins to enhance thermal conductivity. Paraffin wax is selected as the PCM due to its favorable properties for energy storage. The results highlight the importance of controlling the melting front in the cylindrical annulus to improve the system's thermal behavior during operation. The analysis provides valuable insights into optimizing the design and operation of solar thermal storage systems, ensuring better performance and reliability in meeting energy demands.
Keywords: Latent heat storage, phase change material, solar energy, numerical simulation, thermal performance.

ISBN : 978-625-8795-68-4

TECHNICAL ANALYSIS OF COMBINED SOLAR WATER HEATING SYSTEMS FOR COLD CLIMATES

Laila Zekri, Hassan Nasr
Department of Environmental Engineering, University of Sharjah, United Arab Emirates

Abstract:
This study conducts a technical analysis of combined solar water heating systems designed for use in cold climate regions. The research evaluates the performance of solar water heating systems integrated with evacuated tube collectors, focusing on various solar coverage levels ranging from 20% to 100% of the roof area of residential buildings in cold climates, such as those found in Beirut, Lebanon. The study compares these systems with conventional non-condensing and condensing water heaters, including tankless models. The performance analysis reveals that integrating solar heating systems can significantly reduce natural gas consumption and carbon dioxide (CO2) emissions while enhancing overall energy efficiency. Furthermore, the findings suggest that the combined systems are especially beneficial for residential applications, contributing to substantial CO2 mitigation and energy savings.
Keywords: Solar water heating, CO2 emissions, renewable energy, natural gas reduction, energy efficiency.

ISBN : 978-625-8795-68-4

MEASURING BUSINESS AND INFORMATION TECHNOLOGY VALUE IN BPR: AN EMPIRICAL STUDY IN THE JAPANESE ENTERPRISES

Michiko Miyamoto, Shuhei Kudo, Kayo Iizuka
Akita Prefectural University, Faculty of Systems Science and Technology, Department of Management Science and Engineering, Yurihonjo, Japan
Tohoku University, Graduate School of Economics and Management, Sendai, Japan
Senshu University, School of Network and Information, Kawasaki, Japan

ABSTRACT

Business process reengineering (BPR) has long been promoted as a means of achieving radical improvements in cost, quality, service and speed, and information technology is widely regarded as its principal enabler. Nevertheless, the question of how the value generated by IT investments in reengineering projects should be measured remains open, particularly in organizational cultures where incremental improvement, consensus-based decision making and long-term employment relationships shape the way change is introduced. This study examines the relationship between business value and IT value in BPR initiatives carried out by Japanese enterprises. Drawing on the resource-based view of the firm and the IT business value literature, a conceptual model was developed in which IT capability, process redesign intensity, top management commitment and organizational learning are linked to process-level and firm-level performance outcomes. Data were collected through a questionnaire survey administered to managers responsible for information systems and business planning in manufacturing, retail, financial and service companies listed in Japan. The measurement model was evaluated for reliability and validity, and the hypothesized relationships were tested using partial least squares structural equation modeling. The findings indicate that IT capability does not translate directly into firm performance; rather, its effect is mediated by the depth of process redesign and by the extent to which knowledge is shared across departmental boundaries. Top management commitment emerged as a significant antecedent of both redesign intensity and organizational learning. Process-level improvements such as reduced cycle time and better information accuracy were found to precede gains in customer satisfaction and profitability. The study contributes to the literature by offering a context-sensitive measurement framework that integrates tangible and intangible dimensions of value, and it provides practical guidance for Japanese managers seeking to justify and evaluate IT-enabled reengineering projects.

Keywords: Business process reengineering, IT business value, Performance measurement, Japanese enterprises, Structural equation modeling

ISBN : 978-625-8795-68-4

PREDICTING REINFORCEMENT IN CONCRETE BEAMS USING ADVANCED MACHINE LEARNING MODELS

Zhang Wei, Li Jun, Xu Fang
Tongji University, College of Civil Engineering, Department of Structural Engineering, Shanghai, China
Southeast University, School of Civil Engineering, Nanjing, China
Hunan University, College of Civil Engineering, Key Laboratory for Green and Advanced Civil Engineering Materials, Changsha, China

ABSTRACT

The design of reinforced concrete beams requires the determination of longitudinal and transverse reinforcement that satisfies strength, serviceability and ductility requirements under prescribed loading conditions. Conventional design procedures rely on iterative calculations based on code provisions and simplified mechanical assumptions, which can be time-consuming in the preliminary design stage and may not fully capture the nonlinear interaction among geometric, material and loading parameters. In recent years, data-driven approaches have attracted increasing attention as complementary tools for structural engineers. This study investigates the capability of advanced machine learning models to predict the required reinforcement area of concrete beams. A comprehensive database was compiled from experimental studies reported in the literature and from verified design cases, including variables such as beam width, effective depth, span length, concrete compressive strength, steel yield strength, applied bending moment and shear force. Several algorithms were developed and compared, namely extreme gradient boosting, random forest, support vector regression, artificial neural networks and a stacked ensemble model. Hyperparameters were optimized through Bayesian search combined with k-fold cross-validation to reduce the risk of overfitting. Model performance was assessed using the coefficient of determination, root mean square error and mean absolute error. The results demonstrate that ensemble-based models provide the most accurate and stable predictions, and their outputs show close agreement with values obtained from current design codes. Shapley additive explanations were employed to interpret the models, revealing that the applied moment, effective depth and steel yield strength are the dominant parameters governing the predicted reinforcement. The study concludes that interpretable machine learning can serve as a reliable decision-support tool for rapid preliminary design, although engineering judgment and code verification remain essential before final detailing.

Keywords: Reinforced concrete beams, Machine learning, Ensemble models, Reinforcement prediction, Explainable artificial intelligence

ISBN : 978-625-8795-68-4

REVITALIZING PUBLIC TRANSPORTATION IN YOGYAKARTA, INDONESIA: A COMPREHENSIVE STUDY

Siti Aisyah, Rahman Syukri, Budi Santoso
Universitas Gadjah Mada, Faculty of Engineering, Department of Civil and Environmental Engineering, Yogyakarta, Indonesia
Universitas Islam Indonesia, Faculty of Civil Engineering and Planning, Department of Urban and Regional Planning, Yogyakarta, Indonesia
Universitas Gadjah Mada, Center for Transportation and Logistics Studies, Yogyakarta, Indonesia

ABSTRACT

Yogyakarta is one of the most important educational, cultural and tourism centres in Indonesia, yet its urban mobility system faces growing pressure from rapid motorization, the dominance of private motorcycles and the declining attractiveness of public transport. Although the Trans Jogja bus rapid transit system was introduced to provide an organized alternative, ridership has remained below expectations, while congestion, air pollution and road safety problems have intensified in the historic city centre and along the main corridors. This study provides a comprehensive assessment of the current state of public transportation in the Special Region of Yogyakarta and proposes strategies for its revitalization. A mixed-methods approach was adopted, combining household and on-board passenger surveys, field observations of service reliability, spatial analysis of route coverage using geographic information systems, and in-depth interviews with operators, local government officials and community representatives. The analysis revealed that long headways, poor first-mile and last-mile connectivity, inadequate pedestrian infrastructure around stops and limited integration with informal modes such as ojek and becak are the principal barriers to public transport use. Students and tourists expressed a strong willingness to shift to public transport if travel time reliability and information services were improved. Based on these findings, the study recommends route rationalization, dedicated lanes on high-demand corridors, integrated ticketing with app-based ride services, and transit-oriented development around key nodes. The importance of preserving the cultural landscape of the city while modernizing its transport system is also emphasized. The study offers an evidence-based framework that may guide policymakers in Yogyakarta and in other medium-sized Indonesian cities seeking sustainable urban mobility.

Keywords: Public transportation, Sustainable urban mobility, Trans Jogja, Modal shift, Yogyakarta

ISBN : 978-625-8795-68-4

ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN MANUFACTURING: A SYSTEMS-BASED APPROACH FOR SMES

Miguel Torres, João Pereira, Pedro Silva
University of Minho, School of Engineering, Department of Production and Systems, Guimarães, Portugal
University of Porto, Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering and Management, Porto, Portugal
University of Aveiro, Department of Environment and Planning, Aveiro, Portugal

ABSTRACT

Small and medium-sized enterprises constitute the backbone of the European manufacturing sector and collectively account for a considerable share of industrial energy use, material consumption and waste generation. Despite their environmental significance, SMEs often lack the financial resources, technical expertise and managerial structures required to adopt sustainability practices that are routinely implemented by large corporations. Existing tools are frequently fragmented, addressing isolated issues such as energy efficiency or waste reduction without considering the interdependencies among production processes, supply chains and organizational behaviour. This study proposes a systems-based approach to environmental sustainability tailored to the specific characteristics of manufacturing SMEs. The framework integrates systems thinking, life cycle perspectives and lean manufacturing principles, and it is structured around the identification of material and energy flows, the mapping of causal feedback loops and the prioritization of improvement actions through multi-criteria decision analysis. The approach was applied in case studies conducted in metalworking, textile and food processing companies in northern Portugal. Data were collected through site visits, process mapping workshops and semi-structured interviews with owners, production managers and operators. The results showed that the systemic perspective helped companies uncover hidden sources of inefficiency, such as compressed air leakage, overproduction and excessive packaging, and to recognize how operational decisions in one department influenced environmental outcomes elsewhere. The participating firms reported improvements in resource efficiency, a better understanding of regulatory requirements and greater employee engagement. Key barriers included limited access to environmental data and short-term financial priorities. The study concludes that a simple, participatory systems-based framework can make environmental sustainability more accessible and actionable for SMEs, supporting their transition toward circular and low-carbon manufacturing.

Keywords: Environmental sustainability, SMEs, Systems thinking, Lean manufacturing, Circular economy

ISBN : 978-625-8795-68-4

DRIVING BUSINESS TRANSFORMATION THROUGH SERVICES COMPUTING IN THE DIGITAL AGE

Amit Rao, Rajesh Gupta
Indian Institute of Technology Bombay, Shailesh J. Mehta School of Management, Mumbai, India
University of Delhi, Faculty of Mathematical Sciences, Department of Computer Science, New Delhi, India

ABSTRACT

Digital transformation has become a strategic imperative for organizations operating in highly competitive and volatile markets. Services computing, an interdisciplinary field that bridges business services and information technology, provides the conceptual and technical foundations for designing, composing and delivering services through service-oriented architecture, cloud platforms, microservices and application programming interfaces. While much of the existing research has concentrated on the technical aspects of service composition and quality of service, less attention has been paid to how services computing enables broader business transformation. This study explores the role of services computing as a driver of organizational change in the digital age. A qualitative multiple-case study design was employed, focusing on enterprises in the banking, retail, logistics and healthcare sectors in India that have undertaken significant digital initiatives. Data were gathered through semi-structured interviews with chief information officers, enterprise architects and business unit leaders, supported by the analysis of internal documents and architectural blueprints. The findings reveal that services computing contributes to transformation along three interrelated dimensions: operational agility through modular and reusable services, innovation in business models through platform-based ecosystems and open APIs, and enhanced customer experience through real-time, personalized service delivery. However, the benefits depend heavily on governance mechanisms, the alignment of business and IT strategies, and the readiness of organizational culture to embrace continuous change. Legacy system integration, data security and skill shortages were identified as major obstacles. The study proposes an integrative framework that links service capabilities to transformation outcomes and offers practical recommendations for managers aiming to leverage services computing as a strategic resource rather than a purely technical infrastructure.

Keywords: Services computing, Digital transformation, Service-oriented architecture, Business agility, Platform ecosystems

ISBN : 978-625-8795-68-4

DESIGNING A MODEL FOR ENTERPRISE PERFORMANCE IN INFORMATION SYSTEMS IMPLEMENTATION

Khalid Al-Hassan, Noura Al-Saadi
King Saud University, College of Computer and Information Sciences, Department of Information Systems, Riyadh, Saudi Arabia
Sultan Qaboos University, College of Economics and Political Science, Department of Information Systems, Muscat, Oman

ABSTRACT

Organizations invest heavily in information systems such as enterprise resource planning, customer relationship management and supply chain management solutions with the expectation of improving efficiency, decision quality and competitiveness. However, a considerable proportion of these implementations fail to deliver the anticipated benefits, and the link between system adoption and enterprise performance remains a subject of debate. Many existing evaluation models emphasize technical success while overlooking organizational, human and environmental factors that shape post-implementation outcomes. This study aims to design and validate a comprehensive model explaining enterprise performance in the context of information systems implementation in the Gulf Cooperation Council region. Building on the DeLone and McLean information systems success model, the technology-organization-environment framework and the balanced scorecard perspective, the proposed model incorporates system quality, information quality, service quality, user competence, change management practices and top management support as antecedents of user satisfaction and system use, which in turn influence financial, customer, internal process and learning outcomes. Data were collected through a structured questionnaire from managers and key users in public and private organizations in Saudi Arabia and Oman that had completed major system implementations. Partial least squares structural equation modeling was used to assess the measurement and structural models. The results confirm that information quality and change management practices are the strongest predictors of user satisfaction, while effective system use significantly enhances internal process efficiency and organizational learning. Top management support exerts both direct and indirect effects on performance. The validated model offers decision-makers a practical diagnostic instrument for planning, monitoring and evaluating information systems projects, and contributes to theory by integrating success and performance perspectives in a regional context that remains underrepresented in the literature.

Keywords: Information systems implementation, Enterprise performance, IS success model, Change management, Gulf Cooperation Council

ISBN : 978-625-8795-68-4

DEVELOPING FLEXIBLE BUSINESS PROCESS MODELS FOR RAPID ADAPTATION

Farah Al-Fassi, Nour Chabib
Mohammed V University in Rabat, National School of Computer Science and Systems Analysis (ENSIAS), Rabat, Morocco
Lebanese University, Faculty of Economic Sciences and Business Administration, Beirut, Lebanon

ABSTRACT

Contemporary organizations operate in environments characterized by shifting customer expectations, regulatory changes, technological disruption and unexpected crises. Under such conditions, business processes that were designed as rigid, predefined sequences of activities often become obstacles to responsiveness. Traditional process modeling languages and workflow management systems assume a high degree of stability, which limits their ability to accommodate exceptions, variations and evolving requirements. This study addresses the need for flexible business process models that allow organizations to adapt rapidly without sacrificing control, compliance and traceability. A design science research methodology was followed to develop a modeling approach that combines declarative constraints with imperative process fragments. The approach introduces configurable variation points, context-aware rules and reusable process components that can be recombined at design time or adjusted at run time. A taxonomy of flexibility was used to distinguish between flexibility by design, by deviation, by underspecification and by change, and each type was mapped onto corresponding modeling constructs. The proposed approach was demonstrated and evaluated in two settings, a customer onboarding process in a financial services firm and an order handling process in a logistics company. Evaluation was based on expert interviews, scenario-based walkthroughs and comparison with conventional BPMN models. The results indicate that the hybrid models reduced the effort required to implement changes, improved the handling of exceptional cases and were perceived as understandable by business analysts. Challenges related to model complexity and tool support were also observed. The study contributes to business process management research by providing a structured method for balancing flexibility and control, and it offers practitioners guidance for designing processes capable of rapid adaptation in dynamic markets.

Keywords: Business process management, Process flexibility, Declarative modeling, BPMN, Design science research

ISBN : 978-625-8795-68-4

ENHANCING COMPOSITE MATERIAL STRENGTH THROUGH NANOPARTICLE MODIFICATION: A REVIEW OF RECENT ADVANCES

Dr. Adnan Riaz, Dr. Talha Kamran
University of Engineering and Technology Lahore, Faculty of Chemical, Metallurgical and Polymer Engineering, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Lahore, Pakistan
National University of Sciences and Technology (NUST), School of Chemical and Materials Engineering, Department of Materials Engineering, Islamabad, Pakistan

ABSTRACT

Fibre-reinforced polymer composites are widely used in aerospace, automotive, marine, wind energy and construction applications because of their high specific strength, corrosion resistance and design flexibility. Nevertheless, their performance is often limited by matrix-dominated properties such as interlaminar shear strength, fracture toughness and resistance to impact damage. The incorporation of nanoparticles into the polymer matrix or onto the fibre surface has emerged as a promising strategy for overcoming these limitations. This review critically examines recent advances in the nanoparticle modification of composite materials, with particular emphasis on mechanisms of strengthening and toughening. Nanofillers discussed include carbon nanotubes, graphene and its derivatives, nanoclay, nanosilica, titanium dioxide, alumina and hybrid systems that combine particles of different dimensionality. The influence of dispersion methods, such as ultrasonication, high-shear mixing and three-roll milling, as well as surface functionalization techniques that enhance interfacial adhesion, is evaluated. Reported improvements in tensile, flexural and interlaminar properties are discussed together with the underlying mechanisms, including crack deflection, crack pinning, particle debonding, plastic void growth and fibre bridging at the nanoscale. The review also highlights the role of nanoparticles in improving thermal stability, electrical conductivity and barrier properties, which broadens the multifunctional potential of these materials. Persistent challenges, including agglomeration at higher filler loadings, increased resin viscosity, processing difficulties in large-scale manufacturing, cost and concerns about health and environmental safety, are critically addressed. Finally, future research directions are proposed, such as the development of scalable dispersion technologies, the use of bio-based nanofillers and the application of multiscale modeling to guide material design. This review is intended to serve as a reference for researchers and engineers developing next-generation high-performance composites.

Keywords: Polymer composites, Nanoparticles, Mechanical properties, Interfacial adhesion, Graphene, Carbon nanotubes

ISBN : 978-625-8795-68-4

EFFECT OF TRICHODINIASIS ON HISTOLOGICAL AND GROWTH PARAMETERS IN RAINBOW TROUT FARMING

Dr. Munir Hossain, Dr. Ahmed M. Rahman
Bangladesh Agricultural University, Faculty of Fisheries, Department of Aquaculture, Mymensingh, Bangladesh
Sylhet Agricultural University, Faculty of Veterinary, Animal and Biomedical Sciences, Department of Pathology, Sylhet, Bangladesh

ABSTRACT

Trichodiniasis, caused by ciliated ectoparasites of the family Trichodinidae, is one of the most frequently encountered parasitic diseases in intensive aquaculture systems. Heavy infestations are commonly associated with poor water quality, high stocking densities and stress, and they can lead to considerable economic losses through reduced growth, secondary infections and mortality. Rainbow trout (Oncorhynchus mykiss), a cold-water species of high commercial value, is particularly vulnerable during the fingerling and juvenile stages. This study aimed to evaluate the effects of trichodiniasis on gill and skin histology and on growth performance in farmed rainbow trout. Fish were sampled from commercial raceway and earthen pond farms, and the presence and intensity of infestation were determined by examining skin scrapings and gill smears under light microscopy, with species identification based on silver nitrate impregnation. Infested and non-infested groups were compared in terms of weight gain, specific growth rate, condition factor and feed conversion ratio over the production cycle. Tissue samples were processed using routine histological techniques and stained with haematoxylin and eosin. Histopathological examination of heavily infested fish revealed epithelial hyperplasia, fusion of secondary gill lamellae, excessive mucus production, lamellar oedema, inflammatory cell infiltration and focal necrosis, while the skin showed epidermal erosion and loss of mucous cells. These lesions were associated with impaired respiratory efficiency and reduced appetite. Infested fish exhibited markedly lower growth rates, poorer condition and less efficient feed utilization than healthy fish. Infestation intensity was positively associated with elevated water temperature and organic load. The findings emphasize the importance of routine parasitological monitoring, appropriate stocking density and water quality management for preventing trichodiniasis and sustaining the productivity of rainbow trout farming.

Keywords: Trichodiniasis, Rainbow trout, Gill histopathology, Growth performance, Aquaculture

ISBN : 978-625-8795-68-4

LEAD POISONING EFFECTS ON BEHAVIOR AND LEARNING CAPACITY IN RATS: AN EXPERIMENTAL STUDY

Dr. Khaled Hassan, Dr. Sara M. Farouk
Cairo University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Forensic Medicine and Toxicology, Giza, Egypt
Zagazig University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Behaviour and Management of Animal Wealth, Zagazig, Egypt

ABSTRACT

Lead is a widespread environmental contaminant with no known physiological function, and exposure remains a public health concern in many regions because of industrial emissions, contaminated water supplies and aged infrastructure. The nervous system is particularly sensitive to lead, which is known to interfere with calcium-dependent signalling, neurotransmitter release, synaptic plasticity and antioxidant defence mechanisms. The present experimental study was designed to characterize the behavioural and cognitive consequences of subchronic lead exposure in a laboratory rodent model, as part of broader research on environmental neurotoxicology. Adult male Wistar rats were allocated to a control group and to groups receiving lead acetate through drinking water at two exposure levels for several weeks, under conditions approved by the institutional animal ethics committee. Behavioural evaluation included the open field test for locomotor and exploratory activity, the elevated plus maze for anxiety-related behaviour, the Morris water maze for spatial learning and memory, and a passive avoidance paradigm for associative memory. At the end of the exposure period, blood lead concentrations were determined, and brain tissue was examined for oxidative stress markers, acetylcholinesterase activity and histopathological alterations in the hippocampus and cerebral cortex. Exposed animals displayed reduced exploratory behaviour, increased anxiety-like responses and an exposure-dependent impairment in the acquisition and retention of spatial tasks. Biochemical analyses indicated depletion of antioxidant capacity together with evidence of lipid peroxidation, while histological sections revealed neuronal degeneration and glial reaction in the hippocampal region. These findings support the view that cognitive deficits associated with lead arise from combined oxidative and cholinergic disturbances in regions essential for learning. The study underlines the value of behavioural endpoints in toxicological risk assessment and the continuing importance of preventing environmental lead exposure in both animals and humans.

Keywords: Lead toxicity, Neurobehaviour, Learning and memory, Oxidative stress, Experimental rats

ISBN : 978-625-8795-68-4

IMPACT OF COPPER AND ZINC DEFICIENCY ON DAIRY COW MILK YIELD IN NORTHEASTERN ROMANIA

Elena Dumitrescu, Mihai Neagu, Gabriela Ionescu
Ion Ionescu de la Brad University of Life Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Internal Medicine, Iași, Romania
University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Faculty of Animal Science and Biotechnologies, Cluj-Napoca, Romania
Ion Ionescu de la Brad University of Life Sciences, Faculty of Food and Animal Sciences, Department of Animal Nutrition, Iași, Romania

ABSTRACT

Trace elements play an essential role in the metabolism, immune competence and reproductive performance of dairy cattle, and copper and zinc are among the minerals most frequently found to be deficient in grazing and semi-intensive systems. Deficiencies may be primary, resulting from low concentrations in soil and forage, or secondary, arising from antagonistic interactions with molybdenum, sulphur, iron and calcium. Northeastern Romania includes extensive pasture areas where forage mineral composition varies considerably between seasons and soil types. This study was conducted to assess the influence of copper and zinc deficiency on milk production in dairy herds from this region. Farms with differing management systems were surveyed, and samples of soil, forage, concentrate feed, blood and milk were collected during both the stall-feeding and grazing periods. Mineral concentrations were determined by atomic absorption spectrometry, and animals were classified according to accepted reference ranges for serum copper and zinc. Production records, body condition scores, somatic cell counts and clinical observations were analysed together with mineral status. Cows with marginal or deficient status showed lower daily milk yield, altered milk composition, poorer coat condition, a higher frequency of subclinical mastitis and longer intervals to conception compared with adequately supplied animals. Forage analyses indicated that deficiency was often secondary, associated with elevated iron and sulphur content in pasture harvested from lowland soils. Supplementation practices on the surveyed farms were inconsistent and rarely based on laboratory diagnosis. The results demonstrate that routine monitoring of trace element status, combined with region-specific supplementation strategies and improved forage management, can contribute meaningfully to herd productivity and welfare in northeastern Romania.

Keywords: Dairy cattle, Copper deficiency, Zinc deficiency, Milk yield, Trace minerals, Romania

ISBN : 978-625-8795-68-4

AVIAN IMMUNE RESPONSE TO TUBERCULIN, TETANUS IMMUNOGLOBULIN, AND DPT VACCINE MITOGENS IN BROILER CHICKENS

Hassan Ali, Fatima Razaq, Kamran Shah
University of Veterinary and Animal Sciences Lahore, Faculty of Veterinary Science, Department of Pathology, Lahore, Pakistan
University of Agriculture Faisalabad, Institute of Microbiology, Faisalabad, Pakistan
Gomal University, Faculty of Veterinary and Animal Sciences, Department of Physiology, Dera Ismail Khan, Pakistan

ABSTRACT

Assessment of immunocompetence in poultry is of considerable importance for evaluating flock health, vaccine efficacy and the influence of management practices on disease resistance. Cutaneous hypersensitivity tests using mitogens and antigenic preparations provide a practical and relatively inexpensive means of estimating cell-mediated and humoral responsiveness under field conditions. This study was designed to compare the immune reactivity of broiler chickens to three antigenic preparations, namely avian tuberculin, tetanus immunoglobulin and diphtheria-pertussis-tetanus vaccine, when used as intradermal stimulants. Commercial broiler chicks were reared under uniform husbandry conditions and allocated to treatment groups, each receiving one of the preparations by intradermal injection into the wing web, with a control group receiving sterile diluent. Skin thickness was measured before injection and at successive intervals afterwards using a dial thickness gauge in order to quantify the swelling response. Blood samples were collected for differential leukocyte counts and for determination of total immunoglobulin levels, and tissue samples from injection sites were examined histologically. All antigenic preparations elicited detectable cutaneous responses, with differences in both the magnitude and the time course of swelling. The responses to tuberculin and to the vaccine preparation were characterized by mononuclear cell infiltration typical of delayed hypersensitivity, whereas the immunoglobulin preparation produced an earlier reaction dominated by oedema and heterophil accumulation. Haematological findings were consistent with the histological observations. The results indicate that these readily available preparations can be used as mitogenic stimulants for evaluating different components of the avian immune response, and that the choice of preparation should reflect whether cell-mediated or humoral reactivity is the focus of assessment in broiler flocks.

Keywords: Broiler chickens, Immunocompetence, Cutaneous hypersensitivity, Avian tuberculin, Cell-mediated immunity

ISBN : 978-625-8795-68-4

TIMING OF COLOSTRUM CONSUMPTION AND IMMUNOGLOBULIN ABSORPTION IN NEWBORN CAMEL CALVES: IMPLICATIONS FOR CORTISOL AND THYROXIN LEVELS

Mohammed Al-Sahli, Rami Ghabash, Sara Ben Zayed
King Faisal University, College of Veterinary Medicine, Department of Clinical Sciences, Al-Ahsa, Saudi Arabia
University of Baghdad, College of Veterinary Medicine, Department of Physiology and Pharmacology, Baghdad, Iraq
United Arab Emirates University, College of Agriculture and Veterinary Medicine, Department of Veterinary Medicine, Al Ain, United Arab Emirates

ABSTRACT

Newborn camel calves are born agammaglobulinaemic and depend entirely on the timely ingestion of colostrum for the acquisition of passive immunity. The capacity of the neonatal intestine to absorb intact macromolecules declines rapidly during the first hours of life, a process known as gut closure, and delays in colostrum intake are a recognized cause of failure of passive transfer, which predisposes calves to septicaemia, diarrhoea and early mortality. Endocrine adaptation to extrauterine life, particularly the activity of the adrenal and thyroid axes, is closely linked to this transition. The present study examined the relationship between the timing of first colostrum consumption and the efficiency of immunoglobulin absorption in dromedary camel calves, together with concurrent changes in cortisol and thyroxin concentrations. Calves born on commercial camel farms were monitored from parturition, and groups were defined according to whether suckling occurred early or after a delay. Serum samples were collected at intervals during the neonatal period, and immunoglobulin G concentrations were determined by enzyme-linked immunosorbent assay, while cortisol, total thyroxin and triiodothyronine were measured by validated radioimmunoassay procedures. Clinical condition and weight gain were recorded during the first weeks of life. Calves suckling soon after birth achieved substantially higher serum immunoglobulin concentrations than those in which suckling was delayed, and the proportion of animals classified as having failure of passive transfer increased with delay. Cortisol concentrations were highest immediately after parturition and declined thereafter, with the pattern of decline differing between groups, whereas thyroxin showed a transient rise associated with early feeding. The findings underline the practical importance of assisted early suckling in camel husbandry and suggest that neonatal endocrine profiles reflect the adequacy of colostrum management.

Keywords: Camel calves, Colostrum, Passive transfer, Immunoglobulin G, Cortisol, Thyroxin

ISBN : 978-625-8795-68-4

EFFECT OF GOAT MILK FRACTIONS ON SERUM IGE RESPONSE AND LEUKOCYTE COUNT IN DINITROCHLOROBENZENE-SENSITIZED RATS

Rina Suryani, Taufik Darmawan, Indah Sulastri
Universitas Airlangga, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Veterinary Physiology, Surabaya, Indonesia
Universitas Gadjah Mada, Faculty of Animal Science, Department of Animal Products Technology, Yogyakarta, Indonesia
Institut Pertanian Bogor, Faculty of Veterinary Medicine, Division of Veterinary Clinical Pathology, Bogor, Indonesia

ABSTRACT

Goat milk has attracted growing scientific interest because of its distinctive protein profile, smaller fat globules and the presence of bioactive peptides that may influence immune function. It has traditionally been recommended for individuals with sensitivity to cow milk, although the immunological basis of this practice remains incompletely understood. Dinitrochlorobenzene is a contact sensitizer widely used to induce experimental allergic responses in rodents, producing both cutaneous hypersensitivity and measurable systemic changes in immunoglobulin E and leukocyte populations. This study investigated the effects of different goat milk fractions on the serum immunoglobulin E response and on leukocyte profiles in sensitized rats. Whole goat milk was separated into casein, whey and fat fractions using standard dairy processing techniques, and the composition of each fraction was verified analytically. Male rats were sensitized by topical application of dinitrochlorobenzene and subsequently received one of the fractions, whole milk or a control diet by oral administration over a defined period, following institutional ethical approval. Serum immunoglobulin E concentrations were determined by enzyme-linked immunosorbent assay, total and differential leukocyte counts were performed on peripheral blood, and skin tissue from the sensitized area was examined histologically for inflammatory cell infiltration. Animals receiving the whey fraction showed a lower immunoglobulin E response and reduced eosinophil proportions compared with sensitized controls, while the casein fraction produced intermediate effects. Histological examination revealed less pronounced dermal infiltration in the whey-treated group. These observations suggest that specific protein fractions of goat milk, particularly those present in whey, may modulate allergic responses, and they provide a basis for further work on the mechanisms involved and on the potential dietary application of such fractions.

Keywords: Goat milk, Whey fraction, Immunoglobulin E, Leukocyte count, Experimental sensitization

ISBN : 978-625-8795-68-4

EMBRYO TRANSFER IN FARM ANIMALS: CURRENT PRACTICES AND FUTURE PROSPECTS

Yulia Sari, Arihanta Wibowo, Lutfiah Pramesti
Universitas Brawijaya, Faculty of Animal Science, Department of Animal Production, Malang, Indonesia
Universitas Syiah Kuala, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Reproduction, Banda Aceh, Indonesia
Universitas Padjadjaran, Faculty of Animal Husbandry, Laboratory of Animal Reproduction and Biotechnology, Bandung, Indonesia

ABSTRACT

Embryo transfer has become one of the most influential reproductive technologies in animal production, allowing the reproductive potential of genetically superior females to be multiplied far beyond what natural breeding permits. Since the first successful transfers in cattle, the technique has been extended to sheep, goats, buffalo, pigs and horses, and it now underpins breeding programmes, conservation of endangered breeds and international trade in genetic material. This paper reviews current practices in farm animal embryo transfer and considers the prospects opened by recent biotechnological developments. The main stages of the process are examined, including donor selection and superovulation protocols, insemination, non-surgical embryo recovery, evaluation and grading of embryos according to international standards, synchronization of recipients and transfer techniques. Attention is given to in vitro embryo production through oocyte recovery by ovum pick-up, maturation, fertilization and culture, which has steadily increased its share of transferred embryos worldwide. Methods of embryo preservation are compared, with discussion of slow freezing and vitrification and of the direct transfer approach that has simplified field application. The review also addresses associated technologies such as sexing of embryos, genomic selection of donors, cloning by somatic cell nuclear transfer and the emerging use of gene editing in livestock. Factors limiting efficiency are considered, among them variability in superovulatory response, embryo quality, recipient management, nutritional and heat stress, and the technical skill required. Economic, regulatory, welfare and ethical dimensions are discussed in relation to adoption in developing livestock sectors. The paper concludes that combining embryo transfer with genomic tools offers substantial opportunities for accelerating genetic progress, provided that training, infrastructure and sound reproductive management are available at the farm level.

Keywords: Embryo transfer, Assisted reproduction, Superovulation, Vitrification, Livestock breeding, Genetic improvement

ISBN : 978-625-8795-68-4

EFFECT OF RAW FIBER SUPPLEMENTATION ON THE GROWTH PERFORMANCE AND BLOOD PROFILE OF SUCKLING HOLSTEIN CALVES

Ali M. Jafari, Marjan S. Moradi, Hamid R. Ghaffari
University of Tehran, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Department of Animal Science, Karaj, Iran
Isfahan University of Technology, College of Agriculture, Department of Animal Science, Isfahan, Iran
Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Mashhad, Iran

ABSTRACT

The transition from a milk-based diet to solid feed is a critical period in the life of dairy calves, during which rumen development determines subsequent growth and productivity. Starter concentrates rich in fermentable carbohydrates promote papillary growth through volatile fatty acid production, but diets low in physically effective fibre may predispose young calves to ruminal acidosis, keratinization abnormalities and reduced feed intake. The inclusion of forage or other sources of raw fibre during the suckling period has therefore been the subject of continuing investigation. This study evaluated the effect of raw fibre supplementation on growth performance, feed intake and blood parameters in suckling Holstein calves. Newborn calves were allocated to dietary treatments differing in the level and source of supplemental fibre offered alongside a common starter and milk feeding programme, and they were followed from the first weeks of life until weaning. Body weight, skeletal measurements, starter intake and faecal consistency were recorded regularly, and blood samples were collected to determine haematological indices, serum glucose, total protein, albumin, urea nitrogen and beta-hydroxybutyrate as an indicator of ruminal metabolic development. Calves receiving moderate fibre supplementation consumed more starter, showed improved average daily gain and had firmer faeces than those offered starter alone, while very high fibre inclusion tended to limit energy intake and depress gain. Blood beta-hydroxybutyrate concentrations suggested more advanced ruminal fermentation in supplemented groups, and haematological values remained within physiological ranges in all treatments. The findings indicate that providing a controlled amount of raw fibre during the suckling phase supports rumen development and healthy growth, and they offer practical guidance for calf feeding programmes on commercial dairy farms.

Keywords: Holstein calves, Raw fibre, Rumen development, Growth performance, Blood profile

ISBN : 978-625-8795-68-4

EFFECTS OF PROBIOTICS ON SUCRASE ACTIVITY IN THE SMALL INTESTINE OF BROILER CHICKS

Morteza S. Khorami, Mehrdad J. Rostami
Shiraz University, College of Agriculture, Department of Animal Science, Shiraz, Iran
Urmia University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Basic Sciences, Urmia, Iran

ABSTRACT

Intestinal brush border enzymes play a decisive role in the terminal digestion of carbohydrates and therefore in the efficiency with which broiler chickens convert feed into body mass. Sucrase, together with maltase and other disaccharidases, hydrolyses dietary oligosaccharides at the enterocyte membrane, and its activity reflects both the maturity and the health of the intestinal epithelium. Following restrictions on the routine use of antibiotic growth promoters, probiotics have been widely adopted as alternatives capable of stabilizing the gut microbiota and improving mucosal function. This study examined the influence of dietary probiotic supplementation on sucrase activity along the small intestine of broiler chicks. Day-old chicks were distributed among dietary treatments consisting of a basal diet without supplementation and the same diet supplemented with single-strain and multi-strain probiotic preparations containing lactic acid bacteria and Bacillus species. Birds were reared under standard conditions and sampled at intervals during the growing period. Segments of duodenum, jejunum and ileum were collected, mucosal homogenates were prepared, and sucrase activity was determined by a colorimetric method based on the release of reducing sugars, with results expressed relative to mucosal protein. Villus height, crypt depth and the villus to crypt ratio were measured on histological sections, and performance parameters including body weight gain and feed conversion ratio were recorded. Supplemented birds showed higher mucosal sucrase activity, with the most pronounced differences in the jejunum, accompanied by greater villus height and an improved villus to crypt ratio. These morphological and enzymatic changes corresponded with better weight gain and feed efficiency. The results support the view that probiotics act partly by enhancing the digestive capacity of the intestinal mucosa, and they help explain the performance benefits often reported in broiler production.

Keywords: Probiotics, Sucrase activity, Intestinal morphology, Broiler chicks, Gut health

ISBN : 978-625-8795-68-4

SPERM PRODUCTION AND RESERVES IN SOKOTO RED (MARADI) GOATS IN A TROPICAL ENVIRONMENT

Zainab A. Sani, Yusra K. Bashir
Usmanu Danfodiyo University Sokoto, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Theriogenology and Animal Production, Sokoto, Nigeria
Ahmadu Bello University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Veterinary Surgery and Radiology, Zaria, Nigeria

ABSTRACT

The Sokoto Red, also known as the Maradi goat, is an indigenous breed of the Sahelian zone valued for its fine skin, prolificacy and adaptation to hot and seasonally dry conditions. Knowledge of male reproductive capacity is essential for the design of breeding programmes, for the selection of bucks and for the application of artificial insemination, yet quantitative information on gonadal and extragonadal sperm reserves in indigenous tropical breeds remains limited. This study was undertaken to determine sperm production and reserves in mature Sokoto Red bucks maintained under tropical environmental conditions. Reproductive tracts were obtained from apparently healthy mature bucks at a municipal abattoir, and testicular and epididymal measurements including length, width, weight and volume were recorded. Daily sperm production was estimated from homogenates of testicular parenchyma using the enumeration of elongated spermatid nuclei, and extragonadal reserves were determined separately for the caput, corpus and cauda regions of the epididymis as well as for the vas deferens. Testicular histology was examined to assess the stage of spermatogenesis and the integrity of the seminiferous epithelium, and relationships among body weight, testicular dimensions and sperm output were analysed statistically. Sperm production per gram of parenchyma and total daily output were established for the breed, with the greater part of extragonadal reserves located in the cauda epididymidis. Testicular weight and scrotal measurements correlated positively with daily sperm production, indicating their practical value as selection criteria in field conditions where laboratory facilities are unavailable. Seasonal variation in the samples suggested some influence of ambient temperature and nutritional availability on testicular function. The data provide reference values for the reproductive evaluation of Sokoto Red bucks and support their use in semen collection and improvement programmes in the region.

Keywords: Sokoto Red goat, Daily sperm production, Epididymal reserves, Testicular morphometry, Tropical environment

ISBN : 978-625-8795-68-4

SVM-BASED EVOLUTIONARY METHODS FOR GENE SELECTION IN MICROARRAY DATA CLASSIFICATION

Rajendra S. Banerjee, Yoshiki T. Matsuda
Kyoto University, Graduate School of Informatics, Department of Intelligence Science and Technology, Kyoto, Japan

ABSTRACT

Microarray and high-throughput expression technologies make it possible to measure the activity of tens of thousands of genes simultaneously, but the resulting datasets present a severe imbalance between the number of features and the number of available samples. This high dimensionality, combined with noise, redundancy and biological variability, degrades the performance of classifiers and complicates the biological interpretation of results. Gene selection, which identifies a compact subset of informative genes, is therefore a central problem in bioinformatics. This study develops and evaluates hybrid approaches that combine support vector machines with evolutionary search for gene selection in expression data classification. Genetic algorithms, particle swarm optimization and differential evolution were employed as wrapper search strategies, with classification accuracy obtained from a support vector machine and the size of the selected subset incorporated into a multi-objective fitness function. Recursive feature elimination based on support vector weights was used as a filtering stage to reduce the search space before evolutionary refinement. The methods were tested on publicly available benchmark datasets covering several cancer types, using nested cross-validation to avoid selection bias, and results were compared with filter methods and with established wrapper techniques. The hybrid schemes achieved competitive or superior classification accuracy while selecting markedly smaller gene subsets, and the selected genes showed considerable overlap with those reported as biologically relevant in the literature. Stability analysis across resampling runs indicated that the filter-assisted variants produced more reproducible subsets than purely evolutionary search. Computational cost and the risk of overfitting in small-sample settings are discussed, along with strategies for mitigation. The study concludes that evolutionary wrappers guided by support vector machines offer an effective balance between predictive accuracy, interpretability and biological plausibility in expression data analysis.

Keywords: Gene selection, Support vector machines, Evolutionary algorithms, Microarray classification, Feature selection, Bioinformatics

ISBN : 978-625-8795-68-4

EFFECT OF PLANT-BASED OIL MIXTURES ON BEETLES INFESTING AFRICAN CATFISH

Ahmed T. Bello
University of Ibadan, Faculty of Agriculture, Department of Aquaculture and Fisheries Management, Ibadan, Nigeria

ABSTRACT

Smoked and dried fish constitute an important source of animal protein and household income throughout West Africa, yet post-harvest losses caused by insect infestation remain a persistent problem for processors and traders. Dermestid and nitidulid beetles attack cured fish during storage and marketing, consuming tissue, contaminating the product with frass and cast skins and reducing both nutritional quality and market value. Synthetic insecticides are sometimes applied to stored fish despite serious concerns about residues and consumer safety, which has encouraged the search for botanical alternatives. This study assessed the efficacy of plant-based oil mixtures against beetles infesting smoked African catfish. Oils were extracted from locally available plant materials, including neem seed, black pepper, ginger and citrus peel, and were applied singly and in defined combinations to smoked catfish samples that were subsequently exposed to adult beetles under controlled laboratory conditions. Insect mortality, repellency, inhibition of oviposition and the emergence of progeny were monitored over successive weeks, alongside assessment of weight loss, moisture content and organoleptic properties of the treated fish by a trained panel. Untreated samples and a conventional treatment served as controls. The oil mixtures produced higher mortality and stronger repellency than individual oils applied at comparable rates, indicating an additive or synergistic interaction among their active constituents. Progeny emergence was substantially reduced in treated samples, and weight loss over the storage period was correspondingly lower. Sensory evaluation showed that acceptability was retained at the lower application rates, whereas higher rates imparted detectable odours. The study suggests that carefully formulated botanical oil mixtures offer a practical and safer means of protecting cured fish during storage in artisanal fisheries, and recommends further work on formulation stability and cost.

Keywords: Smoked catfish, Post-harvest losses, Botanical oils, Stored product beetles, Artisanal fisheries

ISBN : 978-625-8795-68-4

IMMUNOLOGICAL ROLE OF VIBRIO ALGINOLYTICUS ADHESIN IN GROUPER IMMUNE RESPONSE

Siti Nurul A. Rahman
Universiti Putra Malaysia, Faculty of Agriculture, Department of Aquaculture, Serdang, Malaysia

ABSTRACT

Vibriosis caused by Vibrio alginolyticus is among the most damaging bacterial diseases in marine cage culture, affecting grouper and other high-value species throughout Southeast Asia. Adhesion to mucosal surfaces is the initial and decisive step in colonization, and bacterial adhesins therefore represent both virulence determinants and candidate immunogens for vaccine development. Understanding how fish recognize and respond to these surface molecules is a prerequisite for designing effective preventive measures in an industry that has relied heavily on antibiotics. This study investigated the immunological role of V. alginolyticus adhesin in the immune response of grouper. The adhesin protein was isolated from a pathogenic isolate recovered from diseased fish, partially purified by chromatographic separation and characterized by electrophoresis, and its adhesive capacity was confirmed using intestinal mucus and epithelial cell preparations. Groupers were immunized with the adhesin preparation and compared with fish receiving a whole-cell preparation and with unimmunized controls. Specific antibody titres in serum and skin mucus were measured by enzyme-linked immunosorbent assay, while phagocytic activity, respiratory burst and lysozyme levels were assessed as indicators of innate responsiveness. The expression of selected immune-related genes in head kidney and spleen was examined, and protection was evaluated by experimental challenge with the homologous pathogen. Immunized fish developed measurable specific antibody responses in both serum and mucus, with evidence of enhanced non-specific immune activity, and challenge results indicated a higher survival rate than in controls. The findings support the view that adhesin functions as a protective antigen capable of eliciting mucosal and systemic immunity, and they indicate its potential as a component of subunit vaccines for the sustainable management of vibriosis in grouper culture.

Keywords: Vibrio alginolyticus, Adhesin, Grouper, Mucosal immunity, Fish vaccine, Vibriosis

ISBN : 978-625-8795-68-4

ENZYME CHARACTERIZATION OF PHYTASE PRODUCED BY ENDOPHYTIC FUNGI

Faisal H. Ali, Hanan F. Zaki
Assiut University, Faculty of Science, Department of Botany and Microbiology, Assiut, Egypt
Alexandria University, Faculty of Agriculture, Department of Microbiology, Alexandria, Egypt

ABSTRACT

Phytate is the principal storage form of phosphorus in cereal grains and oilseeds, and because monogastric animals secrete little endogenous phytase, much of this phosphorus passes undigested into manure, where it contributes to eutrophication of surface waters. Phytase enzymes hydrolyse phytate to release inorganic phosphate and lower-order inositol phosphates, improving mineral availability in feed and reducing the need for phosphate supplementation. Microbial sources dominate commercial production, and endophytic fungi, which inhabit plant tissues without causing disease, have recently attracted attention as a relatively unexplored reservoir of industrially useful enzymes. This study was conducted to isolate phytase-producing endophytic fungi and to characterize the properties of the enzyme obtained. Fungal endophytes were recovered from the roots, stems and leaves of healthy cereal and leguminous plants following surface sterilization, and isolates were screened for phytase activity on phytate-containing selective media. The most productive isolate was identified by morphological features and sequencing of ribosomal regions, and culture conditions including carbon and nitrogen sources, initial pH, incubation temperature and period were optimized for enzyme yield. The enzyme was concentrated by precipitation and partially purified by chromatographic steps, and its molecular mass was estimated electrophoretically. Characterization included determination of optimum pH and temperature, thermal and pH stability, substrate specificity, kinetic constants and the influence of metal ions and inhibitors on activity. The partially purified enzyme showed activity over a broad acidic range with good stability at moderate temperatures and retained a useful proportion of activity after brief heating, properties relevant to feed processing. Several metal ions enhanced activity while others were inhibitory. The results indicate that endophytic fungi are a promising source of phytase with characteristics suited to animal feed and environmental applications.

Keywords: Phytase, Endophytic fungi, Enzyme characterization, Phytate hydrolysis, Animal feed, Thermal stability

ISBN : 978-625-8795-68-4

SOMATIC EMBRYOGENESIS IN SCAVOELA AEMULA FOR PLANT PROPAGATION

Vera S. Hartono, Lestari J. Sumadi
Universitas Indonesia, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Department of Biology, Depok, Indonesia
Universitas Sebelas Maret, Faculty of Agriculture, Department of Agrotechnology, Surakarta, Indonesia

ABSTRACT

Scaevola aemula, commonly known as fairy fan-flower, is an ornamental species valued for its abundant flowering, drought tolerance and suitability for hanging baskets and landscape plantings. Conventional propagation by seed is hindered by low and irregular germination, while cutting-based multiplication is slow and does not provide material of uniform quality on the scale required by the nursery industry. In vitro techniques, and in particular somatic embryogenesis, offer a route to rapid clonal propagation, long-term germplasm storage and future genetic improvement. This study was carried out to establish a reproducible somatic embryogenesis protocol for Scaevola aemula. Leaf, petiole and nodal explants were taken from greenhouse-grown stock plants, surface sterilized and cultured on basal medium supplemented with various combinations and concentrations of auxins and cytokinins in order to induce embryogenic callus. The influence of explant type, growth regulator balance, sucrose concentration, gelling agent and light conditions on callus induction and embryo formation was evaluated. Developmental stages from globular through heart-shaped and torpedo to cotyledonary embryos were followed by stereomicroscopic observation, and histological sections were prepared to confirm the embryogenic origin of the structures. Maturation and germination of somatic embryos were promoted by transfer to media with reduced growth regulator levels, and regenerated plantlets were rooted and acclimatized under controlled humidity before transfer to the greenhouse. Survival, morphological uniformity and flowering of acclimatized plants were recorded. Embryogenic competence depended strongly on explant source and on the auxin to cytokinin ratio, with leaf-derived callus proving most responsive. Regenerated plants were morphologically similar to the donor material. The protocol provides a practical basis for mass clonal propagation of this ornamental species and for conservation of selected genotypes.

Keywords: Somatic embryogenesis, Scaevola aemula, Micropropagation, Plant tissue culture, Ornamental plants, Clonal propagation

ISBN : 978-625-8795-68-4

ISBN : 978-625-8795-68-4