PROCEEDING BOOK

BALKAN
7. ULUSLARARASI
UYGULAMALI
BİLİMLER
KONGRESİ

ÜSKÜP
3 - 5 Şubat 2023



BALKAN 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

February 3-5, 2023 - Skopje

ISBN: 978-625-6393-18-9

Academy Global Publishing House

BALKAN 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
FEBRUARY 3-5, 2023
SKOPJE

Edited By
ASSIST PROF. DR. GÜLTEKIN GÜRÇAY
DR. AMANEH MANAFIDIZAJI

CONGRESS ORGANIZING BOARD
HEAD OF CONFERENCE: *DOÇ. DR. DUYGU NEVAL SAYIN İPEK*
Head of Organizing Board: *Assit. Prof. Dr. Gültekin Gürçay*
Organizing Committee Member: *Dr. Amaneh Manafidizaji*
Organizing Committee Member: *Prof. Dr. Ali Bilgili*
Organizing Committee Member: *Prof. Dr. Naile Bilgili*
Organizing Committee Member: *Prof. Dr. Başak Hanedan*
Organizing Committee Member:: *Prof. Dr. Hülya Çiçek Kanbur*
Organizing Committee Member:: *Prof. Dr. Raihan YUSOPH*
Organizing Committee Member: *Prof. Dr. Hajar HUSEYNOVA*
Organizing Committee Member: *Doç. Dr. Elif Akpınar Külekçi*
Organizing Committee Member: *Aynurə Əliyeva*
Organizing Committee Member: *Doç. Dr. Nazilə Abdullazadə*
Organizing Committee Member: *Dr. Mehdi Meskini Heydarlou*

All rights of this book belong to Academy Global Publishing House
Without permission can't be duplicate or copied.
Authors of chapters are responsible both ethically and juridically.
Academy Global–2023©

Issued: 20.02.2023
ISBN: 978-625-6393-18-9

CONFERENCE ID

BALKAN 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

DATE – PLACE
FEBRUARY 3-5, 2023
SKOPJE

ORGANIIZATION
ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & PUBLISHING

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

PARTICIPATING COUNTRIES
Turkey – Ukraine - Azerbaijan – India , Latvia – Thailand - Saudi Arabia – Libya – Indonesia – Iraq – UK – Egypt – USA – Iran – Tunisia - South Korea – Germany - Philippines. – Kuwait – China – Algeria – Kazakhstan – Malaysia – Finland – Libya – Korea – Poland – France – Georgia – Canada – Romania

PRESENTATION
Oral presentation

PERCENTAGE OF PARTICIPATION
45% From Turkey And 55% Papers From Other Counteries

LANGUAGES
Turkish, English, Russian, Persian, Arabic

Scientific & Review Committee

Dr. Gulmira ABDİRASULOVA – Kazakhstan

Prof. Dr. Yunir ABDRAHIMOV – Russia

Doç. Dr. Nazilə Abdullazadə - Azerbaijan

Dr. Omid AFGHAN - Afghanistan

Prof. Dr. Burcu Semin AKEL - Türkiye

Dr. Maha Hamdan ALANAZİ - Saudi Arabia

Aynurə Əliyeva - Azerbaijan

Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV - Kazakhstan

Doç. Dr. Abdulsemet AYDIN – Türkiye

Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN - Türkiye

Dr. Amina Salihi BAYERO – Nigeria

Prof. Dr. Ali BILGILI – Türkiye

Prof. Dr. Naile BİLGİLİ - Türkiye

Prof. Dr. Başak HANEDAN - Türkiye

Dr. Baurcan BOTAKARAEV - Kazakhstan

Dr. Ahmad Sharif FAKHEER - Jordania

Doç. Dr. Abbas GHAFFARI – Iran

Dr. Gültekin GÜRÇAY – Türkiye

Prof. Dr. Gulzar İBRAGİMOVA - Azerbaijan

Doç. Dr. Dilorom HAMROEVA - Ozbekstan

Dr. Dody HARTANTO - Indonesia

Dr. Mehdi Meskini HEYDALOU – Iran

Prof. Dr. Həcər Hüseynova - Azerbaijan

Dr. Bazarhan İMANGALİYEVA - Kazakhstan

Dr. Keles Nurmaşulı JAYLIBAY - Kazakhstan

Dr. Mamatkuli JURAYEV – Ozbekistan

Dr. Kalemkas KALIBAEVA – Kazakhstan

Dr. Bouaraour KAMEL – Algeria

Prof. Dr. Hülya Çiçek KANBUR - Türkiye

Doç. Dr., İradə Kərimova - Azerbaijan

Prof. Dr. Emine KOCA – Türkiye

Prof. Dr. Fatma KOÇ - Türkiye

Prof Dr. Bülent KURTİŞOĞLU - Türkiye

Prof. Dr. Natalia LATYGINA - Ukraina

Sonali MALHOTRA - India

Dr. Alia R. MASALİMOVA - Kazakhstan

Prof. Muntazir MEHDI - Pakistan

Dr. Amanbay MOLDIBAEV - Kazakhstan

Assist. Prof. K. R. PADMA – India

Doç. Dr. Sevinc Sadıqova - Azerbaijan

Doç. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ - Türkiye

Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA - Kazakhstan

Doç. Dr. Könül Səmədova - Azerbaijan

DR. Bhumika SHARMA - India

Dr. Gulşat ŞUGAYEVA – Kazakhstan

Prof. Dr. Dwi SULISWORO – Indonesia

Assoc. prof. Ivaylo STAYKOV, Bulgaria

Dr. K.A. TLEUBERGENOVA - Kazakhstan

Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA – Kirgizia

Dr. Hoang Anh TUAN - Vietnam

Dr. Botagul TURGUNBAEVA - Kazakhstan

Dr. Dinarakhan TURSUNALİEVA - Kirgizia

Prof. Dr. Raihan YUSOPH -Philippines

Prof.Dr. Akbar VALADBIGI - Iran

Dr. Yang ZİTONG - China

Balkan 7th International Conference on Social Sciences
Balkan 7th International Conference on Applied Sciences
February 3-5, 2023
Skopje

CONFERENCE PROGRAM
Online Presentation

Join Zoom Meeting
https://us02web.zoom.us/j/84454239457?pwd=WWZmMjFoWlFvNzZhSE5PNEdIYXZvQT09

Meeting ID: 844 5423 9457
Passcode: 350123



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,

exp. H-..., S- ... NAME SURNAM

04. 02. 2023	10: 00 – 12: 00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123
HALL: 1 SESSION: 1	MODERATOR: **Doç. Dr., CUMHUR ŞAHİN**
Assist. Prof. Dr. Zekeriya ŞAHİN	PROBLEMS IN PROVİDİNG CAPİTAL AND LOAN TO DİGİTAL TRANSFORMATİON INVESTMENTS AN ASSESSMENT ON SMES
Doç. Dr., CUMHUR ŞAHİN	GELECEĞİ PARLAK GİRİŞİMCİLER İÇİN BİR DESTEK FİNANS YÖNTEMİ: MELEK YATIRIM
ELA ARICAN Doç.Dr. EVRİM ERDOĞAN YAZAR	YEŞİL PAZARLAMA İLETİŞİMİNDE SOSYAL ETKİLEYİCİLER: YEŞİL SOSYAL ETKİLEYİCİLERE YÖNELİK BİR İÇERİK ANALİZİ
Assoc. Prof. Dr. Fuat KORKMAZER	BABACAN LİDERLİK YÖNETİCİYE GÜVENİ ETKİLER Mİ?
Assoc. Prof. Dr. Fuat KORKMAZER	PATERNALİST LİDERLİK ÜZERİNE YAZILMIŞ LİSANSÜSTÜ TEZLERİN BİBLİYOMETRİK YÖNTEMLE İNCELENMESİ
Dr.,GİZEM KAYA	EĞİTİM VE SAĞLIK HARCAMALARININ CİNSİYET EŞİTSİZLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: AZ GELİŞMİŞ VE GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELER ÖRNEĞİ
Canan ŞEN Dr. Öğretim Üyesi Halil ŞEN	REKABET GÜCÜNÜN ÖLÇÜLMESİNDE KULLANILAN ENDEKSLER ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA
Dr.Öğr.Üyesi Arife ÖZDEMİR HÖL	CAUSAL RELATIONSHIP BETWEEN FINANCIAL SERVICES CONFIDENCE INDEX AND FINANCIAL SERVICES SECTOR INDICES
Doktora Öğrencisi, PINAR ALYAR Dr. Öğr. Üyesi TUĞÇE OZANSOY ÇADIRCI	MARKA AŞKI YAŞAYAN TÜKETİCİLERİN FİNANSAL KISITLAR, FİNANSAL KAYGI, BORÇTAN KAÇINMA EĞİLİMİ VE ALGILADIKLARI FİNANSAL RİSKE BAĞLI OLARAK BÖLÜMLENDİRİLMESİ

04. 02. 2023	10: 00 – 12: 00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123
HALL: 2 SESSION: 1	MODERATOR: **Doç. Dr. Kemal YAMAN**
Dr. Öğr. Üyesi Yusuf DİNÇ	BAĞIMSIZ DENETİMDE ZORUNLU ROTASYON UYGULAMASININ BAĞIMSIZ DENETİM KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ: BİST İMALAT SEKTÖRÜNDE BİR ARAŞTIRMA
Dr. Öğr. Üyesi Yusuf DİNÇ	KEY AUDIT MATTERS WITH BDS 701 IN INDEPENDENT AUDIT REPORTS: AN APPLICATION IN BIST MANUFACTURING SECTOR
Dr. Öğretim Üyesi, Ceyhun GÜLER	ADİL GEÇİŞ TARTIŞMALARI KAPSAMINDA TÜRKİYE'DE İMKANLAR KISITLAR VE MEVCUT DURUM
Arş. Gör. Dr. SEYİT TAHA KETENCİ Arş. Gör. MUSTAFA SERDAR ACAR	THE RELATIONSHIP BETWEEN PRODUCER PRICE INDEX OF AGRICULTURAL PRODUCTS AND THE EXCHANGE RATE: THE CASE OF TURKEY
Dr. MERAL ÇABAŞ	THE RELATIONSHIP OF WOMEN EMPLOYMENT AND ECONOMIC GROWTH BY EDUCATIONAL LEVEL IN TURKEY
Dr. MERAL ÇABAŞ	A FOURIER APPROACH TO THE RELATIONSHIP BETWEEN DEFENSE EXPENDITURES AND ECONOMIC GROWTH IN TURKEY
Doç. Dr. Kemal YAMAN	BİR YEREL YÖNETİM BİRİMİ OLARAK METROPOLİTEN ALANLAR: LOS ANGELES ÖRNEĞİ
Doç. Dr. Kemal YAMAN	KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ULUSAL DÜZEYDEKİ ETKİLERİ
Dilek ATILGAN	INTERNATIONAL TOURISM REVENUES AND ECONOMIC GROWTH: AN ECONOMETRIC ANALYSIS
Dilek ATILGAN	DETERMINANTS OF RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION: BOOTSTRAP PANEL CAUSES ANALYSIS

04. 02. 2023	10: 00 – 12: 00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123
HALL: 3 SESSION: 1	MODERATOR: **Assoc. Prof. Dr. Mesut Bulut**
Zohaib Hassan Sain	STUDENTS ASSESSMENT OF ONLINE EDUCATION DURING THE COVID-19 EPIDEMIC
Doktora Öğrencisi, CANER ÇABUK Prof. Dr. CENGİZ ÖZYÜREK	HAFIZA TEKNİKLERİ STRATEJİLERİNİN 6. SINIF FEN BİLGİSİ DERSİNDE KULLANILMASININ ÖĞRENCİLERİN BAŞARILARINA VE KALICILIĞA ETKİSİ
Assist. Prof. Dr. Songül MOLLAOĞLU	PERCEPTION OF 21st CENTURY SKILLS SELF-EFFICIENT IN EDUCATION FACULTY STUDENTS
Assist. Prof. Dr. Songül MOLLAOĞLU	INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE CONTEMPORARY ART ATTITUDES OF THE STUDENTS IN THE DEPARTMENT OF ART EDUCATION AND THEIR PERSONAL AND EDUCATIONAL CHARACTERISTICS
Prof. Dr. Oğuzhan SEVİM Arş. Gör. Fetullah UYUMAZ	EV ÖDEVLERİNE İLİŞKİN ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ
Arş. Gör. Fetullah UYUMAZ Prof. Dr. Oğuzhan SEVİM	EV ÖDEVLERİNE İLİŞKİN ANNE-BABA GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ
Prof. Dr. ADEM BAYAR GÜLÇİMEN ÇALIŞKAN	TEACHER'S OPINIONS ON THE PROBLEMS IN NORMAL (FULL DAY) TEACHING
Prof. Dr. ADEM BAYAR GÜLÇİMEN ÇALIŞKAN	PROBLEMS FACED BY STUDENTS ATTENDING THE ERASMUS PROGRAM
Assoc. Prof. Dr. Mesut Bulut Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş	INVESTIGATION OF POSTGRADUATE THESES TITLED "SPELLING RULES AND PUNCTUATION MARKS" IN TURKEY
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş Assoc. Prof. Dr. Mesut Bulut	ANALYSIS OF THE TURKISH TEXTBOOK'S ACTIVITIES IN TERMS OF THEIR COMPATIBILITY WITH THE 7E LEARNING MODEL
Y.L Öğrencisi: Ümmügülsüm YİĞİTER	ÖZBEKİSTAN CUMHURİYETİ DEVLETİ'NİN EĞİTİM SİSTEMİ
Dr. Öğr Üyesi, AHMET REŞAT SARAOĞLU Yüksek Lisans Öğrencisi, FURKAN ER	İKİNCİ DÜNYA SAVAŞI YILLARINDA TÜRKİYE'DE İLK VE ORTAOKUL DERS KİTAPLARININ TEMİN EDİLME SÜRECİNDE YAŞANAN SORUNLAR

04. 02. 2023	10: 00 – 12: 00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123
HALL: 4 SESSION: 1	MODERATOR: **Doç. Dr. Handan AYDIN KASIMOĞLU**
AYTƏN HEYBƏTOVA	VƏTƏN SEVGİSİNİN POEZİYASI
Öğretim Görevlisi Dr. ABDULLAH DOĞTEKİN	BİRİNCİ DÜNYA SAVAŞI SIRASINDA İTİLAF DEVLETLERİ VE TÜRK OLMAYAN UNSURLAR TARAFINDAN GERÇEKLEŞTİRİLEN CASUSLUK FAALİYETLERİ: BATI ANADOLU ÖRNEĞİ
Dr. Arş. Gör., ÜMRAN KARADENİZ	BOOKS READ AND BOOK OWNERSHIP IN BITOLA IN THE FIRST HALF OF THE 18TH CENTURY ACCORDING TO THE INHERITANCE RECORDS
Doç. Dr. Handan AYDIN KASIMOĞLU	OĞUZ TANSEL'İN CEVAHİR YUMURTASI ADLI MASALININ KARNAVALEKS KURAMI ÇERÇEVESİNDE YORUMLANMASI
Doç.Dr. CANAN OLPAK KOÇ	SOKAKTAKİ ADAM ROMANININ YAPISALCI ÇÖZÜMLEMESİ
MERVE KOLDAMCA YILMAZ	GIORGOS SEFERIS' POETRY FROM A STYLISTIC PERSPECTIVE
MERVE KOLDAMCA YILMAZ	A VOCABULARY-BASED ANALYSIS OF ANDONIS SAMARAKIS' LITERATURE
Doktor Öğretim Üyesi, Gamze Gizem AVCIOĞLU	PERVÎN-İ İ'TİSÂMÎ'NİN "YETİM ÇOCUK" ADLI ANLATI ŞİİRİNDEKİ ÇOCUK KARAKTERİ VE DUYGUSUNUN TAHLİLİ

04. 02. 2023	10: 00 – 12: 00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123
HALL: 5 SESSION: 1	MODERATOR: **Dr. Öğ. Üyesi TOLGA SEKİ**
Arş. Gör. Dr. Yelda BEKTAŞ	HIGH-SKILLED MIGRATION FROM TURKIYE TO GERMANY: A DIGITAL ETHNOGRAPHIC STUDY IN THE CONTEXT OF THE NETWORK THEORY
Lavryk RUSLAN Volodimirovich Galimova VALENTINA Mihalovna	MODERN APPROACHES TO THE STUDY OF CHEMICAL DISCIPLINES USING TECHNOLOGIES
Öğr. Gör. Dr. Hasan Tahsin YÖYEN	SOSYAL HİZMET VE HAKKANİYET OLARAK ADALET
Tuğba YURT ASLAN Meltem KÖKSAL Ebru SATICI Ramazan AYDIN Aras GÜNDÜZ Damla GÜNDOĞDU Yağmur GÜNAL	SAĞLIKTA ŞİDDETİN DOKTORLARIN ÇALIŞMA PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ VE BU KONUDA ALINABİLECEK EK ÖNLEMLER
Dr. Najm Al-Deen M. Yaseen Reakany	POLITICAL CULTURE AND ITS IMPACT ON TRANSITIONAL JUSTICE PATHS IN IRAQ AFTER 2005
Dr. Öğ. Üyesi TOLGA SEKİ	PSİKOLOJİK DAYANIKLILIK İLE KİŞİLİK ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ: BİR META ANALİZ ÇALIŞMASI
Prof. Dr., Yusuf GENÇ , Assoc. Prof. Dr., Hasan Hüseyin TAYLAN Dr. Res. Assist.,Hüseyin Zahid KARA Res. Assist, Fatmanur ALSANCAK Res. Assist, Cengizhan AYNACI	PROFILE OF SUBSTANCE ADDICTED INDIVIDUALS: A CASE STUDY OF SAKARYA
Arş. Gör. FATMA ÖZTAT	KADINA YÖNELİK ŞİDDETİN GAZETE HABERLERİNDE YENİDEN ÜRETİMİ: PINAR GÜLTEKİN CİNAYETİ ÖRNEĞİ

04. 02. 2023	10: 00 – 12: 00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123

HALL: 6 SESSION: 1	MODERATOR: **Prof. Dr. Ramazan BİÇER**
Dr. Öğr. Üyesi HALİL İBRAHİM HAKSEVER	ÜSKÜP KADISI VEYSÎ'NİN MEKTUPLARI
DR. ABDÜLKADİR ERKUT	MEAL OKUMANIN DİNDEKİ YERİNE DAİR TOPLUMUMUZDA YER ALAN İKİ YAKLAŞIMIN TAHLİLİ -DİN İŞLERİ YÜKSEK KURULUNA SORULAN SORULARDAN HAREKETLE-
Hava ÜNAL SERTKAYA	1917 TARİHLİ HUKÛK-İ ÂİLE KARARNAMESİ VE OSMANLI AİLE HUKUKUNA GETİRDİĞİ YENİLİKLER
Hatice Kübra İNAL Abdullah Ömer YAVUZ	İSMÂİLİLİĞİN GELİŞİMİNDE EBÛ HÂTİM AHMED B. HAMDAN ER-RÂZİ'NİN (ö.322/ 933-34)YERİ
Doç. Dr. Yasin ULUTAŞ	EBÛ CA'FER NASIRUDDIN MUHAMMED B. EL-HASAN ET-TÛSI'S APPROACH OF IMAMET
Prof. Dr. Ramazan BİÇER	RELIGIOUS-SCIENCE CONFLICT CLAIM: THE CASE OF OTTOMAN SCIENCES
Doç. Dr., RECEP ÖNAL	İTİKADÎ MEZHEPLER ARASINDA TEOLOJİK ETKİLEŞİM BAĞLAMINDA MÂTÜRÎDÎ VE MU'TEZİLE'NİN ORTAK VE BENZER GÖRÜŞLERİ
Doç. Dr., RECEP ÖNAL	İTİKADÎ MEZHEPLER ARASINDA TEOLOJİK ETKİLEŞİM BAĞLAMINDA MÂTÜRÎDÎ VE MU'TEZİLE'NİN GÖRÜŞ FARKLILIKLARI
Assist. Prof. Dr. Taha YILMAZ Assoc. Prof. Dr. Halit BOZ	METHODS FOLLOWED IN THE RELEASE OF THE MEKKI verses DURING THE FORMATION OF THE AHKÂM IN FICHI PERSPECTIVE

04. 02. 2023	10: 00 – 12: 00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123
HALL: 7 SESSION: 1	MODERATOR: **Assist. Prof. Dr. İBRAHİM FEVZİ GÜVEN**
İlknur KURT	ULUSLARARASI FİNANSAL RAPORLAMA STANDARTLARINA VE VERGİ KANUNLARINA GÖRE MALİ TABLOLARIN DÜZENLENMESİ VE TÜRKİYE UYGULAMASI
TUĞBA FİRDEVS METİN SERHAT KAVUK Prof. Dr. ASIM ÇOBAN	TÜRKİYE-MAKEDONYA İLİŞKİLERİ ÜZERİNE 2000-2022 YILLARI ARASINDA YAPILAN BİLİMSEL ÇALIŞMALARIN İNCELENMESİ-META SENTEZ ÖRNEĞİ
TUĞBA FİRDEVS METİN SERHAT KAVUK Prof. Dr. ASIM ÇOBAN	TÜRKİYE CUMHURİYETİ'NİN 100. YILINDA GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE TÜRK-BALKAN İLİŞKİLERİNE YÖNELİK ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİ
Assist. Prof. Dr. İBRAHİM FEVZİ GÜVEN	FUZZY LOGIC AND INTERNATIONAL RELATIONS
Assist. Prof. Dr. İBRAHİM FEVZİ GÜVEN	THE RELATIONSHIP BETWEEN THE DIVERSIONARY THEORY OF CONFLICT AND POLITICAL REGIME TYPE: IN WHICH REGIME DIVERSIONARY POLICIES ARE MORE POSSIBLE TO APPEAR?
Res. Assist. Dr., ÖNDER CANVEREN	THE PERSISTENCE OF ILLEBERAL TREND IN THE WESTERN BALKANS DESPITE THE EURPEANIZATION AGENDA: INTERNAL AND EXTERNAL FACTORS
Serhat POLAT	STK'LARIN TEMSİLİ DEMOKRASİNİN MEŞRUİYET KRİZİNE CEVABI VE KATILIMCI DEMOKRASİYE OLAN ETKİSİ

04. 02. 2023	10: 30 – 12: 30 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	**Passcode: 350123**
HALL: 8 SESSION: 1	MODERATOR: **Elle Hilke Dominski**
Jayson G. Balansag	IMPLEMENTATION OF AN UNDERGRADUATE INTEGRATED BIOLOGY AND CHEMISTRY COURSE
Bhaskar Basu	ANALYZING THE PERCEPTION OF SOCIAL NETWORKING SITES AS A LEARNING TOOL AMONG UNIVERSITY STUDENTS: CASE STUDY OF A BUSINESS SCHOOL IN INDIA
Vriddhi Prasad	INVESTIGATING THE CONTEMPORARY ARCHITECTURE EDUCATION CHALLENGES IN INDIA
Ebtehag Tolba	PROPOSED PROGRAM FOR DEVELOPING SOME CONCEPTS FOR NURSERY SCHOOL CHILDREN IN EGYPT USING ARTISTIC ACTIVITIES
Elham Shirvani–Ghadikolaei, Seyed Mahdi Sajjadi	THE CHALLENGES OF HYPER-TEXTUAL LEARNING APPROACH FOR RELIGIOUS EDUCATION
Rajesh Kumar, Roopali Dogra, Puneet Aggarwal	COMPUTER-AIDED TEACHING OF TRANSFORMERS FOR UNDERGRADUATES
Denise Levy, Helen J. Khoury	THE NUCLEAR ENERGY MUSEUM IN BRAZIL: CREATIVE SOLUTIONS TO TRANSFORM SCIENCE EDUCATION INTO MEANINGFUL LEARNING
Denise Levy	A CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY PROJECT TO IMPROVE THE DEMOCRATIZATION OF SCIENTIFIC EDUCATION IN BRAZIL
Elle Hilke Dominski	INTERSECTIONAL BULLYING, LGBT YOUTH AND THE CONSTRUCTION OF POWER
Hassan Attahiru Gwandu	WEST AFRICAN ISLAMIC CIVILIZATION: SOKOTO CALIPHATE AND SCIENCE EDUCATION

04. 02. 2023	10: 30 – 12: 30 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123
HALL: 9 SESSION: 1	MODERATOR: **Mariam Abdulaziz Y.Esmaeel**
Melani Arnaldi, Suzy Yusna Dewi	EFFECT OF DEPRESSION, SELF-REGULATION CONTROL AND CHARACTERISTICS OF ADHD AS THE CAUSE OF SCHOOL BRAWL IN JAKARTA, INDONESIA
Ruth Lijtmaer, Roy Moodley, Shafik Sunderani	THE THERAPIST'S SELF DISCLOSURE IN CROSS- CULTURAL TREATMENT
Midori Ban, Ichiro Uchiyama	THE RELATIONSHIP BETWEEN PRETEND PLAY AND FALSE-BELIEF IN 18-MONTH-OLD CHILDREN
Mariam Abdulaziz Y.Esmaeel	TALENT IN AUTISM: COGNITIVE STYLE BASED ON WEAK CENTRAL COHERENCE AND SPECIAL SENSORY CHARACTERISTICS IN STATE OF KUWAIT: CASE STUDY
Barbara Gawda, Ewa Szepietowska, Agnieszka Gawda	THE EMOTIONAL LANGUAGE AND TEMPERAMENTAL TRAITS
Amudha Kadirvelu, Sivalal Sadasivan	USE OF A LEARNER'S LOG FOR EFFECTIVE SELF-DIRECTED LEARNING IN PBL
Katarzyna Czubak	NEGATIVE EMOTIONS AND WAYS OF OVERCOMING THEM IN PRISON
Asmita Shukla Soma Parija	IMPACT OF PERSONALITY AND LONELINESS ON LIFE: ROLE OF ONLINE FLOW EXPERIENCES
Sheila Marie G. Hocson	CAREER COUNSELING PROGRAM FOR THE PSYCHOLOGICAL WELL-BEING OF FRESHMEN UNIVERSITY STUDENTS

04. 02. 2023	10: 30 – 12: 30 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123
HALL: 10 SESSION: 1	MODERATOR: **Chinchira Bunchutrakun**
Sujit K. Basak	A COMPARATIVE ANALYSIS OF ZOTERO AND MENDELEY REFERENCE MANAGEMENT SOFTWARE
Chinchira Bunchutrakun	THE STUDY OF IDIOM TRANSLATION IN FICTION FROM ENGLISH INTO THAI
Muntanavadee Maytapattana	THE EFFECTS OF THE PARENT TRAINING PROGRAM FOR OBESITY REDUCTION ON HEALTH BEHAVIORS OF SCHOOL-AGE CHILDREN
Rana M. Zeina, Laila AL-Ayadhi, Shahid Bashir	ASSOCIATION OF SENSORY PROCESSING AND COGNITIVE DEFICITS IN CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS – PIONEER STUDY IN SAUDI ARABIA
Mai Al-Subaie	WHAT ARE THE FACTORS UNDERLYING THE DIFFERENCES BETWEEN YOUNG SAUDI WOMEN IN TRADITIONAL FAMILIES THAT CHOOSE TO CONFORM TO THE SOCIETY NORMS, AND YOUNG SAUDI WOMEN WHO DO NOT CONFORM?
Toshitaka Higashino, Naoki Wakamiya	VERIFICATION AND PROPOSAL OF INFORMATION PROCESSING MODEL USING EEG-BASED BRAIN ACTIVITY MONITORING
Mutshinye Manguvhewa, Maria Florence, Mansoo Yu	A BIO-ECOLOGICAL PERSPECTIVE ON RISK AWARENESS AND FACTORS ASSOCIATED WITH SUBSTANCE USE DURING PREGNANCY IN COMMUNITIES OF THE WESTERN CAPE PROVINCE, SOUTH AFRICA
Adriana Ávila Zúñiga Nordfjeld	THE ASPECT OF THE HUMAN BIAS IN DECISION MAKING WITHIN QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS & LEAN THEORY
Sarit Rashkovits Yael Livne	THE EFFECT OF EDUCATION LEVEL ON PSYCHOLOGICAL EMPOWERMENT AND BURNOUT-THE MEDIATING ROLE OF WORKPLACE LEARNING BEHAVIORS

04. 02. 2023	10: 30 – 12: 30 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	**Passcode: 350123**
HALL: 11 SESSION: 1	**MODERATOR: Eva Štěpánková**
Mihai Gheorghe	STATE OF FREELANCING IN IT AND FUTURE TRENDS
Merab Khokhobaia	TOURISM POLICY CHALLENGES IN POST-SOVIET GEORGIA
Pisit Potjanajaruwit	MARKETING MIX FOR TOURISM IN THE CHONBURI PROVINCE
Nugzar Todua, Charita Jashi	SOME ASPECTS OF SOCIAL MEDIA MARKETING (GEORGIAN CASE)
Anmari H. Viljamaa, Elina M. Varamäki	DO PERSISTENT AND TRANSITORY HYBRID ENTREPRENEURS DIFFER?
Giorgi Gaprindashvili	PUBLIC PROCUREMENT DEVELOPMENT STAGES IN GEORGIA
Sushovan Sarkar, Debabrata Mazumder	SOLID WASTE MANAGEMENT IN STEEL INDUSTRY - CHALLENGES AND OPPORTUNITIES
Eva Štěpánková	CARRYING OUT THE STEPS OF DECISION MAKING PROCESS IN CONCRETE ORGANIZATION
Vilma Deltuvaitė	IMPACT OF FINANCIAL SYSTEM'S DEVELOPMENT ON ECONOMIC DEVELOPMENT: AN EMPIRICAL INVESTIGATION
Eva Štěpánková	DECISION MAKING ABOUT THE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IMPLEMENTATION – INCENTIVES AND EXPECTATIONS

04. 02. 2023	10: 30 – 12: 30 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123

HALL: 12 SESSION: 1	MODERATOR: **Okolo Chimaobi Valentine**
Okolo Chimaobi Valentine	INTEREST RATE FLUCTUATION EFFECT ON COMMERCIAL BANK'S FIXED FUND DEPOSIT IN NIGERIA
Taghreed Abu-Salim	A FRAMEWORK TO ASSESS THE MATURITY OF CUSTOMER INVOLVEMENT IN THE SERVICE DESIGN OF PRODUCT-SERVICE SYSTEMS
Subarna Ferdous, Mitsuru Ikeda	CONCEPTUALIZATION OF VALUE CO-CREATION FOR SHRIMP PRODUCTS IN BANGLADESH
Susmita Ghosh, Bhaskar Bhowmick	MIND YOUR PRODUCT-MARKET STRATEGY ON SELECTING MARKETING INPUTS: AN UNCERTAINTY APPROACH IN INDIAN CONTEXT
Alaa Tag Eldin Mohamed	A FRAMEWORK FOR UNIVERSITY SOCIAL RESPONSIBILITY AND SUSTAINABILITY: THE CASE OF SOUTH VALLEY UNIVERSITY, EGYPT
Abeer Amayri, Akif A. Bulgak	SUPPLIER SELECTION IN A SCENARIO BASED STOCHASTIC MODEL WITH UNCERTAIN DEFECTIVENESS AND DELIVERY LATENESS RATES
Komlan Sedzro	NON-PARAMETRIC, UNCONDITIONAL QUANTILE ESTIMATION OF EFFICIENCY IN MICROFINANCE INSTITUTIONS
Talal Alsulaiman, Khaldoun Khashanah	BOUNDED RATIONAL HETEROGENEOUS AGENTS IN ARTIFICIAL STOCK MARKETS: LITERATURE REVIEW AND RESEARCH DIRECTION
Khalid M. Albarkoly, Kenneth S. Park	IMPLEMENTING A STRATEGY OF RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) IN THE LIBYAN CEMENT INDUSTRY

04. 02. 2023	10: 30 – 12: 30 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	**Passcode: 350123**

HALL: 13 SESSION: 1	MODERATOR: **Analiza Acuña-Villacorte**
Ali Hajiesmaeili, Mehdi Rahimi, Ehsan Jaberi, Amir Abbas Hosseini	STUDYING THE INFLUENCE OF LOGISTICS ON ORGANIZATIONAL PERFORMANCE THROUGH A SUPPLY CHAIN STRATEGY: CASE STUDY IN GOLDIRAN ELECTRONICS CO
Anita D. Adamu, Winston M. W. Shakantu	STRATEGIC MAINTENANCE MANAGEMENT OF BUILT FACILITIES IN AN ORGANISATION
Alhamdi Alfi Fajri	FAIR VALUE IMPLEMENTATION OF FINANCIAL ASSET: EVIDENCE IN INDONESIA'S BANKING SECTOR
Jan Cernohorsky	CORRELATION OF THE RATE OF IMPERFECT COMPETITION AND PROFIT IN BANKING MARKETS
Analiza Acuña-Villacorte	MANAGERS' CAPACITY BUILDING FOR INSTITUTIONAL SUSTAINABILITY PERFORMANCE
Maja Sajdak	ADAPTATION ACTIONS IN COMPANIES AS THEORETICAL AND PRACTICAL ASPECTS: A CASE STUDY OF A FOOD INGREDIENTS AND ADDITIVES PRODUCER
Rajeshkumar U. Sambhe	OPERATIONAL GUIDELINES FOR SIX-SIGMA IMPLEMENTATION: SURVEY OF INDIAN MEDIUM SCALE AUTOMOTIVE INDUSTRIES
Mouataz Zreika, Maria Estela Varua	APPLYING HYBRID GRAPH DRAWING AND CLUSTERING METHODS ON STOCK INVESTMENT ANALYSIS
Siti Raihana Hamzah	DEBTS AND DEBT-BASED SUKUK RELATED TO RISK SHIFTING BEHAVIOR

04. 02. 2023	10: 30 – 12: 30 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123
HALL: 14 SESSION: 1	MODERATOR: **Venugopal Kummamuru**
Khondokar Farid Ahmmed, Robin Bown	EXPLORING THE ROLE OF PRIVATE COMMERCIAL BANKS İN INCREASING SMALL AND MEDIUM SIZE ENTERPRISES' FINANCIAL ACCESSIBILITY İN DEVELOPING COUNTRIES: A STUDY İN BANGLADESH
Venugopal Kummamuru	CORPORATE GOVERNANCE IN NETWORK MARKETING ORGANIZATIONS: THE ROLE OF ETHICS AND CSR
Ketevan Kokrashvili, Rusudan Kutateladze, Nino Pailodze	PROBLEMS OF THE MANAGEMENT OF LEGAL ENTITIES OF PRIVATE LAW IN GEORGIA
Mohammed Gamil Montasser, Angelo Battaglia	OMAN'S POSITION IN U.S. TOURISTS' MIND: THE USE OF IMPORTANCE-PERFORMANCE ANALYSIS ON DESTINATION ATTRIBUTES
Adithya Nadig	NEED FOR STANDARDIZATION OF MANUAL INSPECTION IN SMALL AND MEDIUM-SCALE MANUFACTURING INDUSTRIES
Mateusz Rak	CORPORATE PHILANTHROPY AS A SOURCE OF COMPETITIVE ADVANTAGE
Sofia Ayouche, Rachid Ellaia, Rajae Aboulaich	A HYBRID PARTICLE SWARM OPTIMIZATION-NELDER- MEAD ALGORITHM (PSO-NM) FOR NELSON-SIEGEL- SVENSSON CALIBRATION
Osamah A. Alsayegh	RAMIFICATION OF OIL PRICES ON RENEWABLE ENERGY DEPLOYMENT
Bhim Singh	IDENTIFICATION OF LEAN IMPLEMENTATION HURDLES IN INDIAN INDUSTRIES

04. 02. 2023	14: 00 – 16: 00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123
HALL: 1 SESSION: 2	MODERATOR: **Dr. Öğretim Üyesi Banu DAVUN**
Dr. Öğretim Üyesi Banu DAVUN Doç. Dr., FAHRETTİN GEÇEN	A CRITICAL EXAMINATION OF THE ANATOMY AND FACIAL EXPRESSIONS OF THE FIGURES IN THE WORKS OF THE SOCIAL REALIST PAINTER NEŞET GÜNAL
Doç. Dr., FAHRETTİN GEÇEN Dr. Öğretim Üyesi Banu DAVUN	MINIATURE EFFECTS AND THE PROBLEM OF FORMAL DEFORMATION IN THE WAY TURGUT ZAIM DEALS WITH THE FIGURES IN HIS WORKS
Res. Assist. N. Fulya Asyalı Büyükerman,	SAVAŞ SONRASI SANATTA ATEŞ KULLANIMIN BİÇİME ETKİSİ ALBERTO BURRI, YVES KLEIN, ARMAN, CLAUDIO PARMIGGIANI
Dr. Öğr. Üyesi Savaş KESKİN	KİMLİĞİN TRANS-MEDYA ANLATIMI: BENLER-ARASI BİR HİKÂYE ANLATISI OLARAK DİJİTAL BEN
Dr. Öğr. Üyesi Haydar TAŞÇILAR	RESMİN ÖLÜMÜNDEN SONRA MODERN RESİM PROJESİNE İTİRAZ OLARAK RESİM ve MARK TANSEY ÖRNEĞİ
Doç. Hatice Kübra KUZUCANLI Dr. Öğr. Üyesi Haydar TAŞÇILAR	SUBJECT OF REPRESENTATION IN ART AND OBJECTIONS
Mehmet Alpdoğan Erciş	TO UNDERSTAND THE WORKS OF THE CONTEMPORARY TURKISH PAINTER ONAY AKBAŞ
Mehmet Alpdoğan Erciş	ESPASIN ETKİSİ

04. 02. 2023	14: 00 – 16: 00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123
HALL: 2 SESSION: 2	MODERATOR: **Assoc. Prof. Dr. Faik GÖKALP**
Res. Asst. Dr., AYLİN BAYINDIR GÜMÜŞ Prof. Dr., ALEV KESER	SENSORY ANALYSIS RESULTS OF OMNIVORES CONSUMING PACKED VEGAN FOODS
K.R.Padma K.R.Don	A HOPE FOR NEW MEDICINE FROM AVAILABLE PRODUCTS USING REPURPOSED DRUGS IN A NANO-BASED APPROACH FOR COMBATING COVID-19
Assoc. Prof. Dr. Faik GÖKALP	A STUDY ON THE SEARCH FOR NATURAL COMPOUNDS EFFECTIVE AGAINST THE SARS-COV-2 OMICRON VARIANT
Assoc. Prof. Dr. Faik GÖKALP	A STUDY ON THE EFFECT OF SCORPION VENOM ON CANCER CELLS
YL. Öğr. Kerem DİNÇER Dr. Ögr. Üyesi, Serap MUNGAN AY	MUAYTHAİ MİLLİ SPORCULARININ UMUTSUZLUKLARININ KARİYER GELECEĞİNE ETKİSİ
Uzm. Dr. GÖNENÇ ÇALIŞKANTÜRK Yük. Bio. MUSTAFA SAĞLAM Prof. Dr. TEKİN KARSLIGİL	GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ MOLEKÜLER MİKROBİYOLOJİ LABORATUVARI 2018-2022 YILLARINDA ÇALIŞILAN HDV RNA SONUÇLARI
Uzm. Dr. GÖNENÇ ÇALIŞKANTÜRK Yüksek Bio. MURAT ALAY	PATNOS DEVLET HASTANESİNDE YAPILAN ROSE BENGAL TESTLERİNİN BİR YILLIK RETROSPEKTİF DEĞERLENDİRMESİ
Uzm. Dr. GÖNENÇ ÇALIŞKANTÜRK Doç. Dr. DENİZ GAZEL Prof. Dr. TEKİN KARSLIGİL	TÜBERKÜLOZ TANISINDA PCR VE ARB YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

04. 02. 2023	14: 00 – 16: 00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123
HALL: 3 SESSION: 2	MODERATOR: **Doç. Dr. Latife Ceyda İRKİN**
Doç. Dr. Latife Ceyda İRKİN	CHLORELLA AS A SUPPLEMENT TO PROMOTE HUMAN HEALTH
Doç. Dr. Latife Ceyda İRKİN, Öğr. Gör. Dr. Şamil ÖZTÜRK	THE PREVENTIVE ROLE OF SPIRULINA SP. IN FEMALE INFERTILITY
M.Sc. Bio. SEVDE HASANOĞLU SAYIN Prof. Dr. SACİDE PEHLİVAN	THE PROGNOSTIC SIGNIFICANCE OF NON-CODING RNAs
M.Sc. Bio. YASEMİN OYACI Prof.Dr. SACİDE PEHLİVAN	THE IMPORTANCE OF INTRONS IN THE STRUCTURE OF EUKARYOTIC GENES and THEIR RELATIONSHIP WITH DISEASES
Ummugulsum Guzelsoy Melike Ersoz Banu Mansuroglu	INVESTIGATION OF THE BIOLOGICAL EFFECTS OF GINKGOLIDE A LOADED NANOPARTICLES IN C6 GLIOMA CELLS
Lecturer AYŞENUR ÇAĞ Prof. Dr., GÜLBİN ÖZÇELİKAY	THE EFFECTS OF COMMUNITY PHARMACIES WORK ENVIRONMENT ON PATIENT SAFETY IN TURKEY
Balakhanova Kumru Vasif kızı	GENERAL CHARACTERISTICS OF AEROMYCOBIOTA IN DIFFERENT STATIONS OF BAKU METROPOLITAN
Assist. Prof. Dr., Ozan Emre EYUPOĞLU Prof. Dr., Murat KÜÇÜK	RESOLUTION OF OVERLAPPING PHENOLIC ACID PEAK CONFUSION IN HPLC-DAD ANALYSIS BY PEROXYNITRITE REACTION
АБДУЛЛАЕВА ШАХЛА	DISEASES AND PESTS OF GRAPES IN THE CONDITIONS OF AZERBAIJAN

04. 02. 2023	14: 00 – 16: 00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123
HALL: 4 SESSION: 2	MODERATOR: **Doç. Dr. Ümit AYATA**
Doç. Dr. Osman ÇAMLIBEL Doç. Dr. Ümit AYATA	EKABA (TETRABERLİNİA BİFOLİOLATA HAUM.) AHŞABINDA BAZI YÜZEY ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE DOĞAL YAŞLANDIRMANIN ETKİLERİ
Doç. Dr. Osman ÇAMLIBEL Doç. Dr. Ümit AYATA	BAZI ODUN TÜRLERI KARIŞIMINDAN OLUŞAN YONGALAR VE FARKLI MOL ORANLARINA SAHIP ÜRE FORMALDEHIT TUTKALLAR KULLANILARAK ÜRETILMIŞ OLAN YONGA LEVHALARDA BAZI MEKANIK, FIZIKSEL VE EMISYON ÖZELLIKLERININ KARŞILAŞTIRILMASI
Professor, MEHMET ŞÜKRÜ GÜNEY Ph. D. Student, EMRE DUMLU Research Assistant, MERVE OKAN YİĞİT KALYONCU	EXPERIMENTAL STUDY OF THE EVOLUTION OF THE BREACH AND THE DİSCHARGE THROUGH THE BREACH RESULTING FROM PIPING DUE TO THE SEEPAGE AT THE UPPER PART OF EARTH-FILL DAM WITH CLAY CORE
Arş. Gör. Kazım Ercan Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Akif Dündar Prof. Dr. Hamza Kemal Akyıldız	ULTRA YÜKSEK MOLEKÜL AĞIRLIKLI POLİETİLEN MALZEMENİN EĞİLME DAVRANIŞININ BELİRLENMESİ: DENEYSEL VE NÜMERİK ÇALIŞMA
Asistant Prof. Dr. Mustafa Eken	UÇUCU KÜL VE KABAK LİFİ KATKILI BRİKET ÜRETİMİNİN ARAŞTIRILMASI
ALİ ALHRAİSHAWİ Dr. ŞÜKRÜ ASLAN Dr. MUSTAFA ÖZTÜRK	ATIK BİYOLOJİK ÇAMURLARIN MİKRODALGA İLE DEZENTEGRASYONU
ŞÜKRÜ ASLAN SENA KUŞTARCI HABİBE KUTLU	BIYOLOJIK DENITRIFIKASYONA ARSENIK ETKISI

04. 02. 2023	14: 00 – 16: 00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123
HALL: 5 SESSION: 2	MODERATOR: **DR. SAMET KILIÇ**
Dr. GÖZDE TEKTAŞ Dr. CÜNEYT ÇELİKTAŞ	NÖTRON DEDEKSİYONU İÇİN KULLANILAN BİR PARILDAYICIDAN ALFA PARÇACIK TESPİTİNDE YARARLANILMASI
Dr. MUSTAFA BAL Dr. AYŞEGÜL KÖSE	SYNTHESIS, CHARACTERIZATION, SPECTROSCOPIC AND COLORIMETRIC SENSOR PROPERTIES OF SCHIFF BASE COMPOUND CONTAINING NAPHTHALENE AND CARBOXYL GROUPS
Emin Burak Gezer Doç. Dr. Erkin Gezgin Doç. Dr. Utku Kürşat Ercan	DESIGN AND DEVELOPMENT OF A ROBOTIC CHEST COMPRESSION SYSTEM
DR.SAMET KILIÇ	SEISMIC EVALUATION OF EXISTING STEEL ELEVATED SILOS ACCORDING TO EUROCODE
DR.SAMET KILIÇ	SEISMIC DESIGN PRINCIPLES COMPARISON OF EUROCODE 8 AND TBDY-18
UĞUR HASIRCI ÇAĞDAŞ TUNCEROĞLU	A NOVEL NONLINEAR CONTROL DESIGN FOR SHOOT-THE-MOON GAME TABLE
UĞUR HASIRCI ÇAĞDAŞ TUNCEROĞLU	NONLINEAR BACKSTEPPING CONTROLLER DESIGN FOR A MEMRISTOR- BASED OSCILLATOR
UĞUR HASIRCI ÇAĞDAŞ TUNCEROĞLU	A SIMPLE HARDWARE AND SOFTWARE COMBINATION FOR PRODUCING SWITCHING SIGNALS OF A THREE-PHASE INVERTER

04. 02. 2023	14: 00 – 16: 00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123
HALL: 6 SESSION: 2	MODERATOR: **Dr. Öğr. Üyesi Sema KAPTANOĞLU**
Anıl TANIŞ Arş. Gör. Ayberk AYDOĞMUŞ Dr. Öğr. Üyesi Arif Çağlar KONUKÇU	KAYNATMA VE PRESLEME SÜRESİNİN YOĞUNLAŞTIRILMIŞ KAVAK (I-214 Populus ×euramericana) ODUNUNUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ
Demet Darcan Şafak METİN Ali Rıza DİNÇER	METİLEN KLORÜR İLE EKSTRAKTE EDİLEN BİR ATIKSUYUN OZON İLE ARITIMI
Arş. Gör. Dr. HÜLYA AVCI ÖZBEK Doç. Dr. DENİZ DEMİR ATLI	SCHIFF BAZ İÇEREN MOLİBDEN(IV) KOMPLEKSLERİNİN SENTEZİ, KARAKTERİZASYONU VE ANTİBAKTERİYAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ
Lavryk RUSLAN Volodimirovich Galimova VALENTINA Mihalovna	STRUCTURE OF CRYSTAL OF DOUBLE SODIUM - MANGANESE (II) PYROPHOSPHATE
Lavryk RUSLAN Volodimirovich Galimova VALENTINA Mihalovna	THE MODERN PSYCHO-PEDAGOGICAL METHODS OF TRAINING IN HIGH SCHOOL
Dr. Öğr. Üyesi Ali Rıza KUL Fatma CALAYIR Veysel BENEK Dr. Öğr. Üyesi Sema KAPTANOĞLU	ISOTHERM AND THERMODYNAMIC STUDY OF THE ADSORPTION OF SAFRANIN DYESTUFF ON VAN PUMICE

04. 02. 2023	14: 00 – 16: 00 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123
HALL: 7 SESSION: 2	MODERATOR: **Doç. Dr. GÜLLÜ KIRAT**
Doç. Dr., ÖMER SÖZEN Prof. Dr., TOLGA KARAKÖY	SİVAS EKOLOJİK KOŞULLARINDA BAZI NOHUT ÇEŞİTLERİNİN TARIMSAL ÖZELLİKLERİNİN ORTAYA KONULMASI
Prof. Dr., TOLGA KARAKÖY Doç. Dr., ÖMER SÖZEN	SİVAS EKOLOJİK KOŞULLARINDA BAZI MERCİMEK ÇEŞİTLERİNİN TARIMSAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Mine KÖKTÜRK Dr. Ekrem SULUKAN Gökhan KOÇAK	SULFAMETHAZİNE AFFECT BEHAVİORAL ACTİVİTY (LOCOMOTOR ACTİVİTY): ZEBRAFİSH LARVAL MODEL
Doç. Dr. SERPİL SAVCI Doç. Dr. GÜLLÜ KIRAT	THE RELATIONSHIP OF ENVIRONMENTAL POLLUTION AND GEOLOGY
Doç. Dr. GÜLLÜ KIRAT Doç. Dr. SERPİL SAVCI	THERMAL WATER AND BALANEOLOGY
Öğr. Gör. ÖMER ERTEN Prof. Dr. FİKRET ESEN	ERZİNCAN İLİNDEKİ KAFKAS (Apis mellifera caucasia) ve ANADOLU (Apis mellifera anatoliaca) IRKI ANA ARILARININ KALİTELERİ ÜZERİNE FARKLI YETİŞTİRME YÖNTEMLERİ (Larva Transferi, Anasız Bırakma) ve MEVSİMİN ETKİLERİ
Fazilet Mısra ÖZDEMİR Dr. Öğr. Üyesi, Aydan GÜLSU	CARİCA PAPAYA L. MEYVESİ TOPLAM FENOLİK İÇERİĞİ VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİNE EKZOKARP TABAKANIN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

04. 02. 2023	14: 30 – 16: 30 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123
HALL: 8 SESSION: 2	MODERATOR: **Naruemon Prapasuwannakul**
Sandija Zeverte-Rivza, Irina Pilvere, Baiba Rivza	RISK ASSESSMENT RESULTS IN BIOGAS PRODUCTION FROM AGRICULTURE BIOMASS
Jiraporn Rojtinnakorn	ICAM-2, A PROTEIN OF ANTITUMOR IMMUNE RESPONSE IN MEKONG GIANT CATFISH (PANGASIANODON GIGAS)
Navneet Singh Deora, Aastha Deswal, H. N. Mishra	FT-NIR METHOD TO DETERMINE MOISTURE IN GLUTEN FREE RICE BASED PASTA DURING DRYING
Naruemon Prapasuwannakul	UTILIZATION OF SOYMILK RESIDUE FOR WHEAT FLOUR SUBSTITUTION IN GYOZA SKIN
Saad M. Howladar, Mike Dennett	IMPROVEMENT OF SALT TOLERANCE IN SAUDI ARABIAN WHEAT BY SEED PRIMING OR FOLIAR SPRAY WITH SALICYLIC ACID
Abdulfatah Faraj Aboufayed	MEASURING THE AMOUNT OF ERODED SOIL AND SURFACE RUNOFF WATER IN THE FIELD
Rizkita R. Esyanti, Iriawati, Olga Mardisadora	VETİVER OİL PRODUCTİON FROM ROOT CULTURE OF VETİVERİA ZİZANİOİDES
Atitaya Singchai, Nooduan Muangsan, Thitiporn Machikowa	EVALUATİON OF SSR MARKERS ASSOCİATED WİTH HİGH OLEİC ACİD İN SUNFLOWER
Guru Prasad Satsangi, Sanjay Yadav	RESPONSE OF BGA-UREA FERTİGATİON AS N2 SOURCE ON GROWTH PARAMETERS AND YİELD OF PADDY (ORYZA SATİVA L.) İN AGRA (INDİA)

04. 02. 2023	14: 30 – 16: 30 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123
HALL: 9 SESSION: 2	MODERATOR: **Sunmyeng Kim**
Hassan Jassim Motlak	DESIGN OF CMOS CFOA BASED ON PSEUDO OPERATIONAL TRANSCONDUCTANCE AMPLIFIER
Zongyan Li, Matt Best	OPTIMIZATION OF THE INPUT LAYER STRUCTURE FOR FEED-FORWARD NARX NEURAL NETWORKS
Vijay Kumar, Jagdev Singh, Yaduvir Singh, Sanjay Sood	OPTIMAL ECONOMIC LOAD DISPATCH USING GENETIC ALGORITHMS
Abdelsalam A. Ahmed	EXPERIMENTAL IMPLEMENTATION OF MODEL PREDICTIVE CONTROL FOR PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR
Thomas Bryan, Veton Kepuska, Ivica Kostanic	A SIMPLE ADAPTIVE ATOMIC DECOMPOSITION VOICE ACTIVITY DETECTOR IMPLEMENTED BY MATCHING PURSUIT
Abdolreza Roozbeh, Reza Sedaghati, Ali Asghar Baziar, Mohammad Reza Tabatabaei	DYNAMIC PERFORMANCE EVALUATION OF DISTRIBUTED GENERATION UNITS IN THE MICRO GRID
Ali Ameur Haj Salah, Tarek Garna, Hassani Messaoud	THE VALIDITY RANGE OF LSDP ROBUST CONTROLLER BY EXPLOITING THE GAP METRIC THEORY
Sunmyeng Kim	DATA RATE BASED GROUPING SCHEME FOR COOPERATIVE COMMUNICATIONS IN WIRELESS LANS
Randeep Kaur, Jyoti Ohri	PSO BASED WEIGHT SELECTION AND FIXED STRUCTURE ROBUST LOOP SHAPING CONTROL FOR PNEUMATIC SERVO SYSTEM WITH 2DOF CONTROLLER

04. 02. 2023	14: 30 – 16: 30 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123
HALL: 10 SESSION: 2	MODERATOR: **Prachi Singh**
Ririn Lestari Sri Rahayu, Mustofa Ahda	THE CORRELATION OF TOTAL PHENOL CONTENT WITH FREE RADICALS SCAVENGING ACTIVITY AND EFFECT OF ETHANOL CONCENTRATION IN EXTRACTION PROCESS OF MANGOSTEEN RIND (GARCINIA MANGOSTANA)
Vipan Kumar Sohpal, Rajesh K Sharma	NOX EMISSION AND COMPUTATIONAL ANALYSIS OF JATROPHA CURCUS FUEL AND CRUDE OIL
Motahar Reza, Rajni Chahal, Neha Sharma	RADIATION EFFECT ON MHD CASSON FLUID FLOW OVER A POWER-LAW STRETCHING SHEET WITH CHEMICAL REACTION
Boy Arief Fachri	USING PHASE EQUILIBRIUM THEORY TO CALCULATE SOLUBILITY OF Γ-ORYZANOL IN SUPERCRITICAL CO2
Prachi Singh	BIOSYNTHESIS OF TITANIUM DIOXIDE NANOPARTICLES AND THEIR ANTIBACTERIAL PROPERTY
Stoyan Nedeltchev, Markus Schubert	ENTROPY ANALYSIS IN A BUBBLE COLUMN BASED ON ULTRAFAST X-RAY TOMOGRAPHY DATA
Beena Sethi	RECYCLING OF POLYMERS IN THE PRESENCE OF NANOCATALYSTS: A GREEN APPROACH TOWARDS SUSTAINABLE ENVIRONMENT
Mohsen Farahat, Tsuyoshi Hirajima	SURFACE CHARACTERISTICS OF BACILLUS MEGATERIUM AND ITS ADSORPTION BEHAVIOR ONTO DOLOMITE
Zharama M. Llarena	SPECTROSCOPIC DETERMINATION OF FUNCTIONALIZED ACTIVE PRINCIPLES FROM COLEUS AROMATICUS BENTH LEAF EXTRACT USING IONIC LIQUIDS

04. 02. 2023	14: 30 – 16: 30 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123
HALL: 11 SESSION: 2	MODERATOR: **Aïssa Manallah**
Nader H. Ghareeb, Mohamed S. Gaith, Sayed M. Soleimani	MODELING, ANALYSIS AND CONTROL OF A SMART COMPOSITE STRUCTURE
Bitan Kumar Sarkar, Akashdeep Agarwal, Rajib Dey, Gopes Chandra Das	PRODUCTION OF PIG IRON BY SMELTING OF BLENDED PRE-REDUCED TITANIFEROUS MAGNETITE ORE AND HEMATITE ORE USING LEAN GRADE COAL
Murtaza Adil, Sen Yang, Zhou Chao, Song Xiaoping	ENHANCED MAGNETOELASTIC RESPONSE NEAR MORPHOTROPIC PHASE BOUNDARY IN FERROMAGNETIC MATERIALS: EXPERIMENTAL AND THEORETICAL ANALYSIS
Alluru Gopala Krishna, Thella Babu Rao	PERFORMANCE ASSESSMENT OF CARBON NANO TUBE BASED CUTTING FLUID IN MACHINING PROCESS
Aïssa Manallah, Mohamed Bouafia	DETERMINATION OF OPTICAL CONSTANTS OF SEMICONDUCTOR THIN FILMS BY ELLIPSOMETRY
Supriya Gupta, Paresh Chokshi	POLYMER MEDIATED INTERACTION BETWEEN GRAFTED NANOSHEETS
Mahesh Chudasama, Harit Raval	A COMPARATIVE STUDY OF FORCE PREDICTION MODELS DURING STATIC BENDING STAGE FOR 3-ROLLER CONE FRUSTUM BENDING
M. Farnush	IMPROVEMENT OF WEAR RESISTANCE OF 356 ALUMINUM ALLOY BY HIGH ENERGY ELECTRON BEAM IRRADIATION
Arnab Majumdar, Sanjoy Sadhukhan	IMPROVEMENT IN PROPERTIES OF NI-CR-MO-V STEEL THROUGH PROCESS CONTROL

04. 02. 2023	14: 30 – 16: 30 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123

HALL: 12 SESSION: 2	MODERATOR: **Manish Kumar Gautam**
Ahmed Abdi Hassan, Mustapha Muhammad Aliyu	EFFECT OF COMBINED CARBIMAZOLE AND CURCUMA LONGA POWDER IN HUMAN THYROID-STIMULATING HORMONE AND THYROPEROXIDASE ANTIBODY IN HYPERTHYROIDISM
Arpa Petchsomrit, Namfa Sermkaew, Ruedeekorn Wiwattanapatapee	EFFECT OF ALGINATE AND SURFACTANT ON PHYSICAL PROPERTIES OF OIL ENTRAPPED ALGINATE BEAD FORMULATION OF CURCUMIN
Sunil Kamboj, Vipin Saini, Suman Bala, Gaurav Sharma	FORMULATION AND CHARACTERIZATION OF DRUG LOADED NIOSOMAL GEL FOR ANTI-INFLAMMATORY ACTIVITY
Manish Kumar Gautam, Raj Kumar Goel	WOUND HEALING EFFECT OF OCIMUM SANCTUM LEAVES EXTRACT IN DIABETIC RATS
Raissa A. Muzychkina, Irina M. Korulkina, Dmitriy Yu. Korulkin	PRE-CLINICAL STUDYING OF ANTITUMOR RAMON PREPARATION: ACUTE TOXICITY
P. Thongmuang	DRUG COMBINATIONS WITH STEROID DISPENSING IN DRUGSTORES: A STUDY IN THE CENTER AREA OF BANGKOK, THAILAND
Amr A. Fouad, Waleed H. Albuali, Iyad Jresat	CANNABIDIOL TREATMENT AMELIORATES ACETAMINOPHEN-INDUCED HEPATOTOXICITY IN MICE
Peeyush Kumar, Sapna Mishra, Anushree Malik, Santosh Satya	PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF M. × PIPERITA L. OIL BASED GEL FORMULATION
Rajan Rajabalaya, Li-Qun Tor, Sheba David	FORMULATION AND IN VITRO EVALUATION OF ONDANSETRON HYDROCHLORIDE MATRIX TRANSDERMAL SYSTEMS USING ETHYL CELLULOSE/POLYVINYL PYRROLIDONE POLYMER BLENDS

04. 02. 2023	14: 30 – 16: 30 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123

HALL: 13 SESSION: 2	MODERATOR: **Pennapa Palapin**
Sujit K. Basak	REFERENCE MANAGEMENT SOFTWARE: COMPARATIVE ANALYSIS OF REFWORKS AND ZOTERO
Sasitorn Chetanont	APPROACHES TO PROMOTE HEALTHY RECREATION ACTIVITIES FOR ELDERLY TOURISTS AT BANG NAM PHUENG FLOATING MARKET, PRAPRADEANG DISTRICT, SAMUTPRAKARN PROVINCE
Pennapa Palapin	FORMS OF PROMOTION AND DISSEMINATION OF TRADITIONAL LOCAL WISDOM: CREATING OCCUPATIONS AMONG THE ELDERLY IN NOANMUENG COMMUNITY, MUANG SUB-DISTRICT, BAAN DOONG DISTRICT, UDONTHANI PROVINCE
Sivamurugan Pandian	THE IMPORTANCE OF ISSUES FOR THE YOUTH IN VOTER DECISION MAKING: A CASE STUDY AMONG UNIVERSITY STUDENTS IN MALAYSIA
Reza Mokhtari Malek Abadi, Mohsen Saghaei, Fatima Iman	ANALYSIS OF CREATIVE CITY INDICATORS IN ISFAHAN CITY, IRAN
Somsakul Jerasilp, Jong Boonpracha	AUSPICIOUS MEANING FOR COMMUNITY SOUVENIR PRODUCTS
Kitda Praraththajariya	THE INNOVATION OF ENGLISH MATERIALS TO COMMUNICATE THE IDENTITY OF BANGPOO, SAMUT PRAKAN PROVINCE, FOR ECOTOURISM
Nada Azhar	DIVERSITY MANAGEMENT OF GENDER, AGE AND DISABILITY IN THE BANKING SECTOR IN THE KINGDOM OF SAUDI ARABIA
Han Nguyen	ADVERTISING APPEALS AND CULTURAL VALUES IN SOCIAL MEDIA COMMERCIALS IN UK, BRASIL AND INDIA: CASE STUDY OF NOKIA AND SAMSUNG
Najwa Alsayed Omar	ONLINE METACOGNITIVE READING STRATEGIES USE BY POSTGRADUATE LIBYAN EFL STUDENTS

04. 02. 2023	14: 30 – 16: 30 - Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 844 5423 9457	Passcode: 350123
HALL: 14 SESSION: 2	MODERATOR: **Sarah Barrere**
Kyonghoon Kim, Wonyoung Park, Taeil Park	A FRAMEWORK FOR THE EVALUATION OF INFRASTRUCTURES' SERVICEABILITY
Justyna Humięcka-Jakubowska	MIKROPHONIE I (1964) BY KARLHEINZ STOCKHAUSEN - BETWEEN IDEA AND AUDITORY IMAGE
Agnieszka Szczudlińska-Kanoś	PARTICIPATORY DEMOCRACY TO THE CONTEMPORARY PROBLEMS OF POLISH SOCIAL POLICY
Hycham Aboutaleb, Bruno Monsuez	HANDLING COMPLEXITY OF A COMPLEX SYSTEM DESIGN: PARADIGM, FORMALISM AND TRANSFORMATIONS
Emelia Noronha, Milind Malshe	THE PHATIC FUNCTION AND THE SOCIALIZING ELEMENT OF PERSONAL BLOGS
Shorena Tsiklauri	THE METHODOLOGY OF OUT-MIGRATION IN GEORGIA
Shorena Tsiklauri, Avtandil Sulaberidze, Nino Gomelauri	URBAN AND RURAL POPULATION PYRAMIDS IN GEORGIA SINCE 1950S
Sarah Barrere	UNDERSTANDING EUROPE'S ROLE IN THE AREA OF LIBERTY, SECURITY AND JUSTICE AS AN INTERNATIONAL ACTOR
Luminița Duțică	OBSESSION OF TIME AND THE NEW MUSICAL ONTOLOGIES: THE CONCERT FOR SAXOPHONE, DANIEL KIENTZY AND ORCHESTRA BY MYRIAM MARBE

Content

Confeence Id	
Scientific & Review Committee	
Program	
Content	
Oral Presented Papers In The Confernce	
A Study On The Search For Natural Compounds Effective Against The SARS-Cov-2 Omicron Variant Faik GÖKALP	1
A Study On The Effect Of Scorpion Venom On Cancer Cells Faik GÖKALP	8
PATNOS DEVLET HASTANESİNDE YAPILAN ROSE BENGAL TESTLERİNİN BİR YILLIK RETROSPEKTİF DEĞERLENDİRMESİ GÖNENÇ ÇALIŞKANTÜRK, MURAT ALAY	16
THE PREVENTIVE ROLE OF SPIRULINA SP. IN FEMALE INFERTILITY KADIN İNFERTİLİTESİNDE SPIRULINA SP.'NİN ÖNLEYİCİ ROLÜ Latife Ceyda İRKİN, Şamil ÖZTÜRK	19
CHLORELLA AS A SUPPLEMENT TO PROMOTE HUMAN HEALTH Latife Ceyda İRKİN	24
KODLANMAYAN RNA'LARIN PROGNOSTİK ÖNEMİ Sevde Hasanoğlu Sayın, Sacide Pehlivan	29
ÖKARYOTİK GEN YAPISINDAKİ İNTRONLARIN ÖNEMİ ve HASTALIKLARLA İLİŞKİSİ YASEMİN OYACI, SACİDE PEHLİVAN	38
TÜRKİYE'DE TOPLUM ECZANELERİ ÇALIŞMA ORTAMININ HASTA GÜVENLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ AYŞENUR ÇAĞ, GÜLBİN ÖZÇELİKAY	50
BAKÜ BÜYÜKŞEHİRİNİN FARKLI İSTASYONLARINDAKİ AEROMYCOBIOTA'NIN GENEL ÖZELLİKLERİ Balakhanova Kumru Vasif kızı	63
Resolution of Overlapping Phenolic Acid Peak Confusion in HPLC-DAD Analysis by Peroxynitrite Reaction Ozan Emre EYUPOĞLU, Murat KÜÇÜK	68
Ekaba (Tetraberlinia bifoliolata Haum.) ahşabında bazı yüzey özellikleri üzerine doğal yaşlandırmanın etkileri Osman ÇAMLIBEL, Ümit AYATA	74
EXPERIMENTAL STUDY OF THE EVOLUTION OF THE BREACH AND THE DİSCHARGE THROUGH THE BREACH RESULTING FROM PIPING DUE TO THE SEEPAGE AT THE UPPER PART OF EARTH-FILL DAM WITH CLAY CORE MEHMET ŞÜKRÜ GÜNEY, EMRE DUMLU, MERVE OKAN, YİĞİT KALYONCU	83

ISBN: 978-625-6393-18-9 Academy Global Publishing House

ULTRA YÜKSEK MOLEKÜL AĞIRLIKLI POLİETİLEN MALZEMENİN EĞİLME DAVRANIŞININ BELİRLENMESİ: DENEYSEL VE NÜMERİK ÇALIŞMA Kazım Ercan, Mehmet Akif Dündar, Hamza Kemal Akyıldız	95
UÇUCU KÜL VE KABAK LİFİ KATKILI BRİKET ÜRETİMİNİN ARAŞTIRILMASI Mustafa Eken	106
ATIK BİYOLOJİK ÇAMURLARIN MİKRODALGA İLE DEZENTEGRASYONU ALİ ALHRAİSHAWİ, ŞÜKRÜ ASLAN, MUSTAFA ÖZTÜRK	116
BİYOLOJİK DENİTRİFİKASYONA ARSENİK ETKİSİ ŞÜKRÜ ASLAN, SENA KUŞTARCI, HABİBE KUTLU	125
NÖTRON DEDEKSİYONU İÇİN KULLANILAN BİR PARILDAYICIDAN ALFA PARÇACIK TESPİTİNDE YARARLANILMASI GÖZDE TEKTAŞ ,CÜNEYT ÇELİKTAŞ	134
SYNTHESIS, CHARACTERIZATION, SPECTROSCOPIC AND COLORIMETRIC SENSOR PROPERTIES OF SCHIFF BASE COMPOUND CONTAINING NAPHTHALENE AND CARBOXYL GROUPS MUSTAFA BAL, AYŞEGÜL KÖSE	142
SEISMIC EVALUATION OF EXISTING STEEL ELEVATED SILOS ACCORDING TO EUROCODE SAMET KILIÇ	156
SEISMIC DESIGN PRINCIPLES COMPARISON OF EUROCODE 8 AND TBDY-18 SAMET KILIÇ	164
A NOVEL NONLINEAR CONTROL DESIGN FOR SHOOT-THE-MOON GAME TABLE UĞUR HASIRCI ÇAĞDAŞ TUNCEROĞLU	173
NONLINEAR BACKSTEPPING CONTROLLER DESIGN FOR A MEMRISTOR-BASED OSCILLATOR UĞUR HASIRCI, ÇAĞDAŞ TUNCEROĞLU	181
A SIMPLE HARDWARE AND SOFTWARE COMBINATION FOR PRODUCING SWITCHING SIGNALS OF A THREE-PHASE INVERTER UĞUR HASIRCI, CAĞDAŞ TUNCEROĞLU	188
KAYNATMA VE PRESLEME SÜRESİNİN YOĞUNLAŞTIRILMIŞ KAVAK (I-214 Populus ×euramericana) ODUNUNUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ Anıl TANIŞ, Ayberk AYDOĞMUŞ, Arif Çağlar KONUKÇU	199
METİLEN KLORÜR İLE EKSTRAKTE EDİLEN BİR ATIKSUYUN OZON İLE ARITIMI Demet Darcan, Şafak METİN, Ali Rıza DİNÇER	206
THE MODERN PSYCHO-PEDAGOGICAL METHODS OF TRAINING IN HIGH SCHOOL Lavryk RUSLAN Volodimirovich, Galimova VALENTINA Mihalovna	213
SİVAS EKOLOJİK KOŞULLARINDA BAZI YEŞİL MERCİMEK ÇEŞİTLERİNİN TARIMSAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ TOLGA KARAKÖY, ÖMER SÖZEN	216

ISBN: 978-625-6393-18-9 Academy Global Publishing House

SİVAS EKOLOJİK KOŞULLARINDA BAZI NOHUT ÇEŞİTLERİNİN TARIMSAL ÖZELLİKLERİNİN ORTAYA KONULMASI ÖMER SÖZEN, TOLGA KARAKÖY	227
TERMAL SULAR VE BALNEOLOJİ GÜLLÜ KIRAT , SERPİL SAVCI	240
ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN JEOLOJİ İLE İLİŞKİSİ THE RELATIONSHIP OF ENVIRONMENTAL POLLUTION AND GEOLOGY SERPİL SAVCI, GÜLLÜ KIRAT	245

ISBN: 978-625-6393-18-9 Academy Global Publishing House

A Study On The Search For Natural Compounds Effective Against The SARS-Cov-2 Omicron Variant

Associate Professor Faik GÖKALP

*Kırıkkale University,Education Faculty, Department Of Mathematics and Science Education, Science Education, Yahşihan/Kırıkkale, 71450 Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4363-3839

Omicron severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 variant (SARS-CoV-2) was the first. A heavily mutated SARS-CoV-2 variant, this virus exhibits stronger binding to ACE2. In this study, the chemical calculation method of natural active substances that are effective against Omicron will be tried to be determined by docking. The interaction of natural compounds selected as natural active ingredient with Omicron variant receptor as ligand and their inhibition effect were clarified by determining their binding energy values and possible bonds and interaction points. This study is important in terms of giving direction to experimental and clinical studies.

Keywords: Omicron, SARS-CoV-2,docking

Introduction

Omicron, a heavily mutated variant of SARS-CoV-2, was recently detected in South Africa and is spreading rapidly around the world due to its enhanced transmissibility [1].

Omicron may pose a threat to the immunity induced by the COVID-19 vaccine and may harbor many new mutations in structural or non-structural proteins, raising serious concerns about vaccine failure and immune evasion [2].

Materials and method

A PDB ID: 7VNE reported in the literature was used to reconstruct the full-length trimeric Spike Omicron Spike protein [3]. The structure used in another study is RBD–ACE2 (PDB ID: 6MOJ) [4].The inhibition effect of the determined ligands on the Omicron receptor was determined using the chemical calculation method docking [5,6].

Results and discussion

The docking results showing the inhibition effect of cucurbitacin E and I active ingredients on the omicron receptörs are given in Table 1 [5,6].

Table1. The docking results of the inhibition effect of cucurbitacin E and I for omicron receptörs

Receptörs / Ligands (kcal/mol)	**Cucurbitacine E**	**Cucurbitacine I**
7vne	-6.45	-5.38
6m0j	-4.89	-4.59

As shown in Table 1 for 7vne ; Cucurbitacine E has a lower binding energy and therefore a higher inhibitory effect. For the other receptor 6m0j, it is understood that the inhibition effect of Cucurbitacine E is better. It has been emphasized that Cucurbitacin E has a promising scaffold for developing anti-COVID [7]. Cucurbitacin E and I have been reported to be effective for the inhibition of Covid19 [8].

The types of bonds that can be formed by the interaction between the cucurbitacin E ligand and the 7vne receptor are given in Table 2 [5,6].

Table 2. The types of bonds that can be formed by the interaction between the Cucurbitacin E ligand and the 7vne receptor

hydrogen bonds	**polar**	**hydrophobic**	**other**
SER50 (-0.3999)	GLN52 (-1.0994)	CYS301 (-0.7811)	THR302 (-1.1911)
	SER316 (-0.5739)	CYS291 (-0.4725)	GLU298 (-1.1619)
		ALA292 (-0.4144)	THR274 (-0.9302)
			THR315 (-0.3358)

The interaction points between the cucurbitacin E ligand and the 7vne receptor are shown in Figure 1 [5,6].

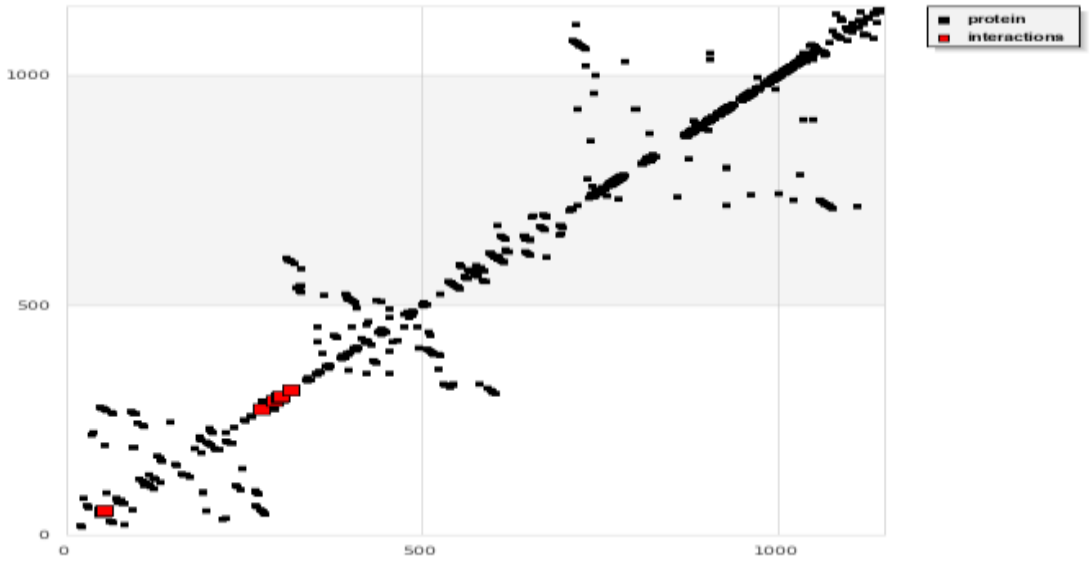


Figure 1. The interaction points between the cucurbitacin E ligand and the 7vne receptor

In Figure 1; The interaction points between the cucurbitacin E ligand and the 7vne receptor are as follows ; 50: SER52: GLN274: THR291: CYS292: ALA298: GLU301: CYS302: THR315: THR316: SER.

The types of bonds that can be formed by the interaction between the cucurbitacin I ligand and the 7vne receptor are given in Table 3 [5,6].

Table 3. The types of bonds that can be formed by the interaction between the Cucurbitacin I ligand and the 7vne receptor

polar	**hydrophobic**	**other**
GLU298 (-1.223)	PHE318 (-1.5643)	ASN317 (-1.0956)
SER50 (-0.1633)	CYS301 (-0.7352)	THR315 (-0.7183)
		ALA292 (-0.3558)
		SER316 (1.0474)

The interaction points between the cucurbitacin I ligand and the 7vne receptor are shown in Figure 2 [5,6].

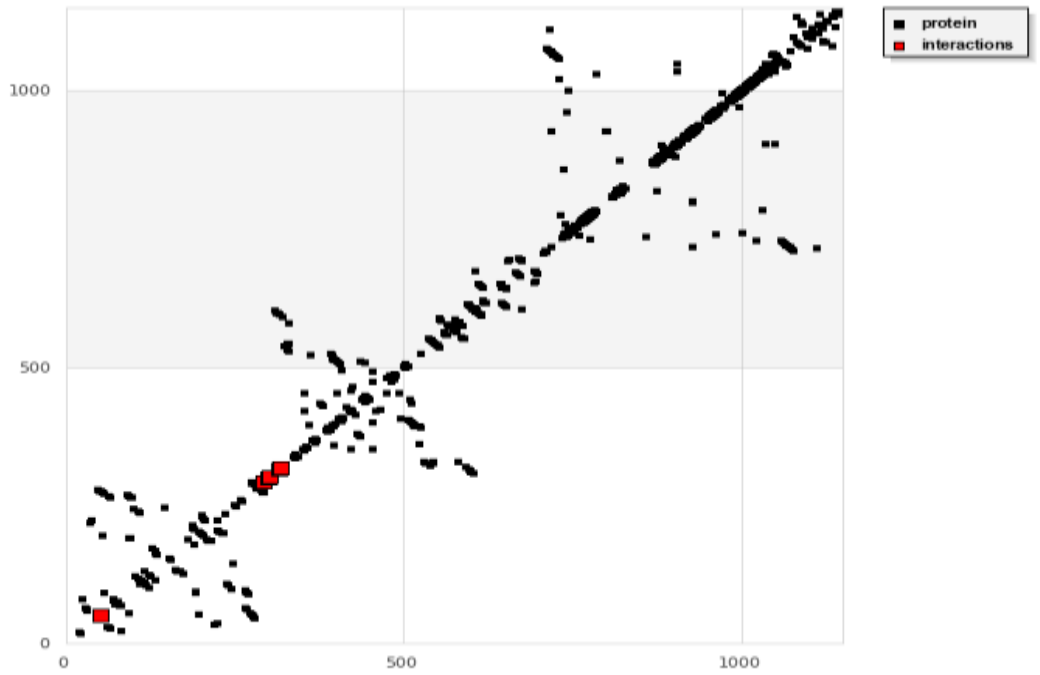


Figure 2. The interaction points between the cucurbitacin I ligand and the 7vne receptor

In Figure 2; The interaction points between the cucurbitacin I ligand and the 7vne receptor are as follows ; 50: SER292: ALA298: GLU301: CYS315: THR316: SER317: ASN318: PHE.

The types of bonds that can be formed by the interaction between the cucurbitacin E ligand and the 6m0j receptor are given in Table 4 [5,6].

Table 4. The types of bonds that can be formed by the interaction between the Cucurbitacin E ligand and the 6m0j receptor

polar	**hydrophobic**	**other**
LYS416 (-0.5845)	ALA533 (-0.482)	ASN546 (-1.5058) LYS534 (-0.906) SER547 (-0.727) HIS535 (-0.6628)

The interaction points between Cucurbitacin E ligand and the 6m0j receptor are shown in Figure 3 [5,6].

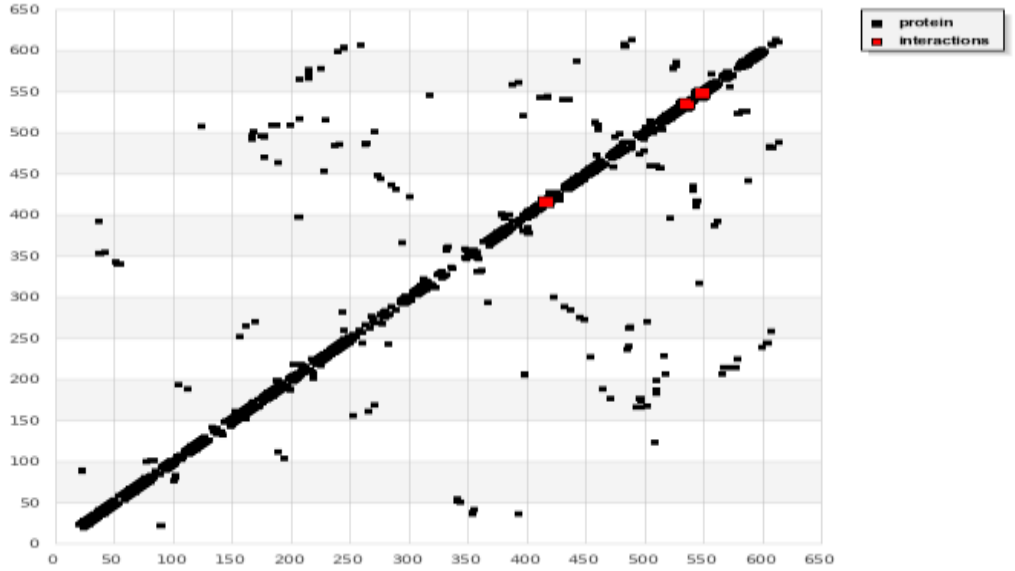


Figure 3. The interaction points between the cucurbitacin E ligand and the 6m0j receptor

In Figure 3; The interaction points between the cucurbitacin E ligand and the 6m0j receptor are as follows ; 416: LYS533: ALA534: LYS535: HIS546: ASN547: SER549: GLU.

The types of bonds that can be formed by the interaction between the cucurbitacin I ligand and the 6m0j receptor are given in Table 5 [5,6].

Table 5. The types of bonds that can be formed by the interaction between the Cucurbitacin I ligand and the 6m0j receptor

polar	**other**
LYS419 (-1.1399)	LYS416 (-1.6114)
	SER420 (-1.0389)
	PRO426 (-0.4084)
	LYS534 (-0.2669)

The interaction points between Cucurbitacin I ligand and the 6m0j receptor are shown in Figure 4 [5,6].

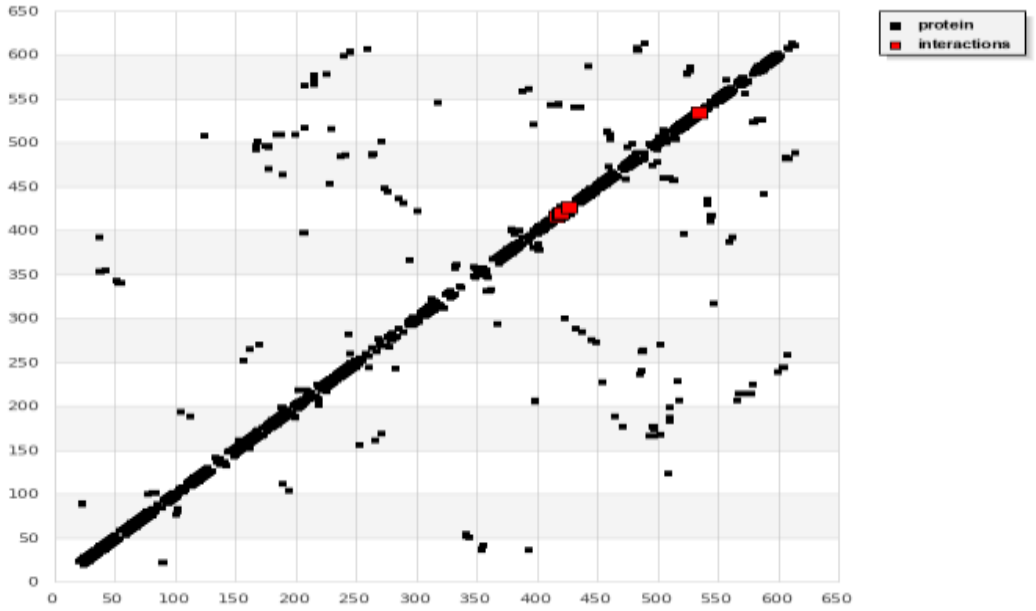


Figure 4. The interaction points between the cucurbitacin I ligand and the 6m0j receptor

In Figure 4; The interaction points between the cucurbitacin I ligand and the 6m0j receptor are as follows ; 416: LYS419: LYS420: SER426: PRO534: LYS.

The existence of bonds formed in the inhibition effects of ligands on receptors is understood from the relevant literature studies [9-11].

Conclusions

It has been determined from the results obtained by docking the chemical calculation method that the natural compounds Cucurbitacin E and Cucurbitacin I have an inhibitory effect on Omicron receptors as ligands.

Acknowledgement

This study was supported by Kırıkkale University Scientist Training and Infrastructure Establishment and Development Project; Publications Incentive Support with the project numbered 2021/098.

References

1.Shah, M., & Woo, H. G. (2022). Omicron: a heavily mutated SARS-CoV-2 variant exhibits stronger binding to ACE2 and potently escapes approved COVID-19 therapeutic antibodies. *Frontiers in immunology*, *12*, 6031..
2.Callaway, E. Heavily mutated omicron variant puts scientists on alert. Nature [revista en internet]. 2021 [citado 26 de diciembre 2021]; 600 (7887): 21.
3.Waterhouse, A., Bertoni, M., Bienert, S., Studer, G., Tauriello, G., Gumienny, R., ... & Schwede, T. (2018). SWISS-MODEL: homology modelling of protein structures and complexes. *Nucleic acids research*, *46*(W1), W296-W303..

4.Sadek, A., Zaha, D., & Ahmed, M. S. (2021). Structural insights of SARS-CoV-2 spike protein from Delta and Omicron variants. *BioRxiv*..

5.Bikadi, Z., Demko, L., & Hazai, E. (2007). Functional and structural characterization of a protein based on analysis of its hydrogen bonding network by hydrogen bonding plot. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, *461*(2), 225-234..

6.McDonald, I. K., & Thornton, J. M. (1994). Satisfying hydrogen bonding potential in proteins. *Journal of molecular biology*, *238*(5), 777-793.

7.Alagu Lakshmi, S., Shafreen, R. M. B., Priya, A., & Shunmugiah, K. P. (2021). Ethnomedicines of Indian origin for combating COVID-19 infection by hampering the viral replication: using structure-based drug discovery approach. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, *39*(13), 4594-4609.

8.Gokalp, F., & Sayin, K. O. R. A. Y. (2021). The highly protective natural medical agents against COVID-19. *Bratislavske Lekarske Listy*, *122*(9), 631-635.

9.Gökalp, F. (2020). The investigation of the healing effect of active ingredients in traditional medicinal plants on lung cancer. *Medical Oncology*, *37*(11), 1-4.

10.Gökalp, F. (2022). Therapeutic effect of some natural active compounds for breast cancer. *Medical Oncology*, *39*(8), 1-5..

11.Gökalp, F. (2022). The curative effect of some natural active compounds for liver cancer. *Medical Oncology*, *40*(1), 57.

A Study On The Effect Of Scorpion Venom On Cancer Cells

Associate Professor Faik GÖKALP

*Kırıkkale University,Education Faculty, Department Of Mathematics and Science Education, Science Education, Yahşihan/Kırıkkale, 71450 Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4363-3839

Cancer is a disease that attracts attention with the increase in mortality rates in cancer patients all over the world, especially in underdeveloped countries, and many studies have been made for its treatment. Many of the drug candidates proposed for treatment are in the trial phase and are waiting to be discovered. In this context, it is of great importance in the prevention of apoptosis, metastasis and spread of cancer cells, especially with biomolecules. In this study, the interaction of the scorpion venom as a biomolecule with the determined cancer receptors will be determined by chemical calculation method. The results obtained here will guide experimental and clinical studies.

Keywords: scorpion venom,cancer, docking

Introduction

According to the World Health Organization, cancer is the second leading cause of death worldwide. In recent years, various types of cancer
The search for new approaches and potential new agents for treatment and prevention remains essential for early diagnosis and treatment of neoplasms [1,2]. The major venom components found in scorpions have potential activities against tumor cells and the different toxin groups found in the venom, their mode of action includes blocking the ionic channel, disrupting cell membrane integrity, and damaging the inner cell.
on the organelles. These properties provide good hope for studies on drugs and adjuvants in cancer treatment [2].

The predominant components of scorpion venoms are bioactive peptides, many of which have potential application in the pharmaceutical and agrochemical industries as the product of millions of years of evolutionary fine-tuning that resulted in the chemically and pharmacologically complex mixture found in current venoms [3-5].Blue scorpion venom can be used as a specific cytotoxic agent to kill tumor cells, especially glioblastoma multiforme[6].

Scorpion venoms consist of a wide variety of molecules that play a vital role in the defense mechanism and show low levels of enzymatic activity. He reported that it can bind to a specific cell type, such as cancer cells, and inhibit human breast cancer cell growth by inducing apoptosis, blocking cell cycle progression, and down-modulating protein levels of cyclin D1. Gonearrestid has been observed to inhibit colon cancer cell and solid tumor growth [7].

Materials and method

The breast cancer (Pdb Id: 6chz) target protein was downloaded from the protein data bank [8]

In this study, the interaction between the active substances in scorpion venom and some cancer receptors was tried to be determined by chemical calculation method [9,10].

Results and dicussions

Stigmurin has new analogous peptides named StigA25 and StigA31 obtained from transcriptome analysis of scorpion [11]. Scorpion venom contains mucopolysaccharides, hyaluronidase, phospholipase, **serotonin, histamine** and neurotoxic peptides [12].The above-mentioned literature information and the interaction of important effective compounds of Scorpion Venom with some cancer receptors as ligands are given in Table 1 [9,10].

Table 1. The above-mentioned literature information and the interaction of important effective compounds of Scorpion Venom with some cancer receptors

Docking scores **Receptörs / Ligands (kcal/mol)**	**Histamine**	**Seratonin**
1m17	-3.51	-4.09
3ocb	-3.26	-3.81
5p21	-3.80	-4.91

As seen in Table 1, it can be stated that the inhibition effect of Seratonin on cancer receptor is more effective as a ligand compared to Histamine. The major effective receptors in cancer are 3OCB,1UOM and 5P21 [13].

The bonds formed by the interaction between histamine with identified cancer receptor (1m17) are given in Table 2 [9,10].

Table2. The bonds formed by the interaction between histamine with identified cancer receptor (1m17)

hydrogen bonds	**polar**	**hydrophobic**
LEU764 (-0.4821)	LYS721 (-0.9513)	MET742 (-0.2401)
GLU738 (-0.4641)		
THR766 (-0.2937)		
THR830 (-0.2183)		
ALA719 (0.011)		

The bonds formed between histamine with identified cancer receptor (1m17) are shown in Figure 1 [9,10].

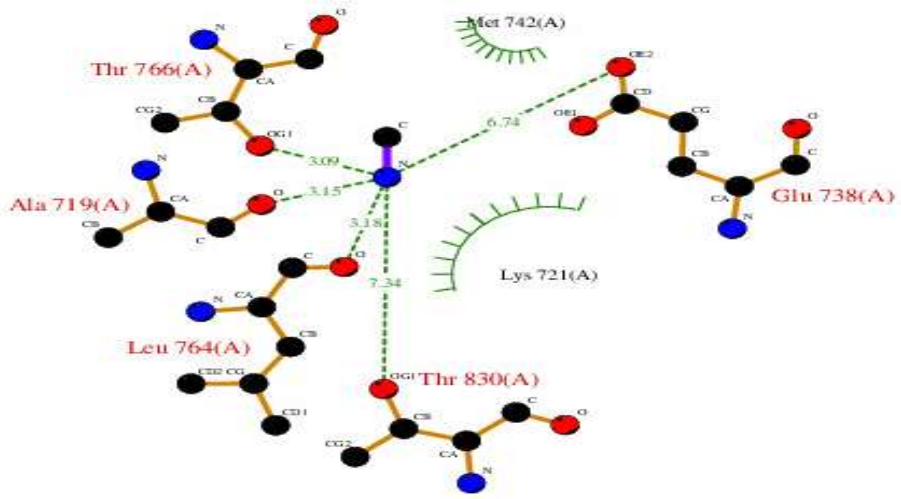


Figure 1. The bonds formed between histamine with identified cancer receptor (1m17)

The bonds formed by the interaction between histamine with identified cancer receptor (3ocb) are given in Table 3 [9,10] .

Table 3. The bonds formed by the interaction between histamine with identified cancer receptor (3ocb)

hydrogen bonds	**polar**	**cation-pi**	**other**
CYS296 (-0.3125)	LYS297 (-0.9678)	HIS194 (-0.2538)	GLU298 (-1.1841)
THR197 (-0.2331)	ARG273 (-0.2378)		ARG200 (-0.3874)
-			

The bonds formed between histamine with identified cancer receptor (3ocb) are shown in Figure 2[9,10] .

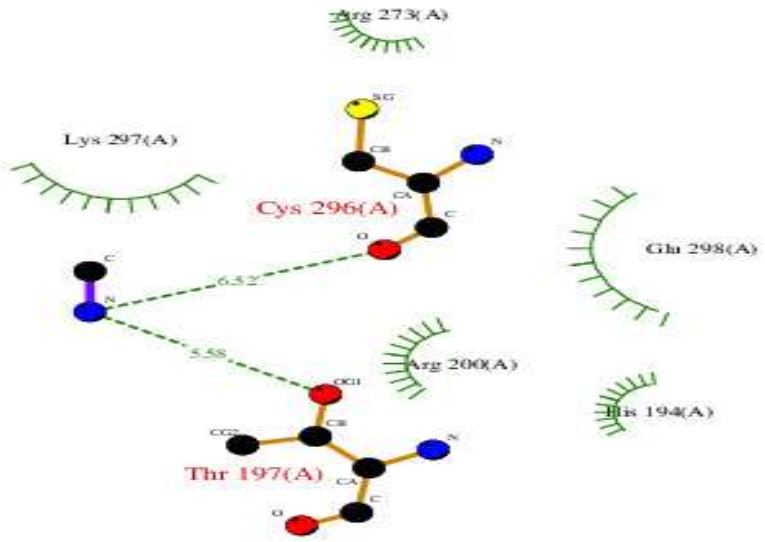


Figure 2. The bonds formed between histamine with identified cancer receptor (3ocb)

The bonds formed by the interaction between histamine with identified cancer receptor (5p21) are given in Table 4[9,10] .

Table 4. The bonds formed by the interaction between histamine with identified cancer receptor (5p21)

hydrogen bonds	**polar**	**other**
GLU31 (-0.4256)	ASP57 (-0.3139)	LYS16 (-0.7217)
THR35 (0.0927)		
SER17 (2.2952)		

The bonds formed between histamine with identified cancer receptor (5p21) are shown in Figure 3[9,10] .

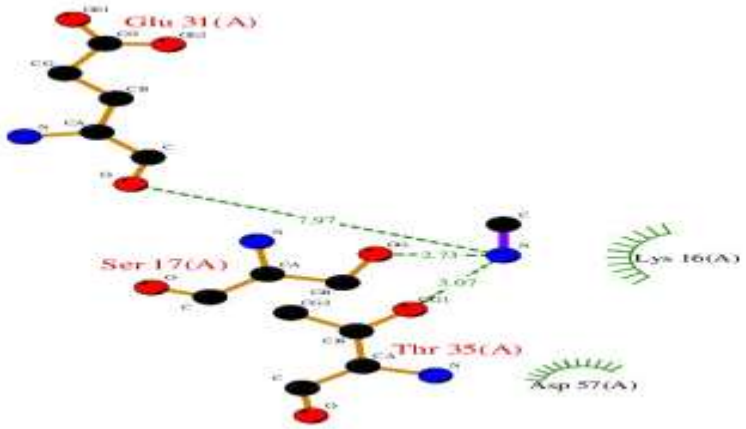


Figure 3. The bonds formed between histamine with identified cancer receptor (5p21)

The bonds formed by the interaction between Seratonin with identified cancer receptor (1m17) are given in Table 5[9,10] .

Table 5. The bonds formed by the interaction between Seratonin with identified cancer receptor (1m17)

hydrogen bonds	**polar**	**hydrophobic**	**other**
THR766 (-0.0812)	ASP831 (-0.3453)	LEU820 (-0.5837) ALA719 (-0.4051)	LYS721 (-0.9557) MET769 (-0.7958) LEU764 (-0.3923) LEU768 (-0.3067) LEU694 (-0.1485

The bonds formed between Seratonin with identified cancer receptor (1m17) are shown in Figure 4 [9,10].

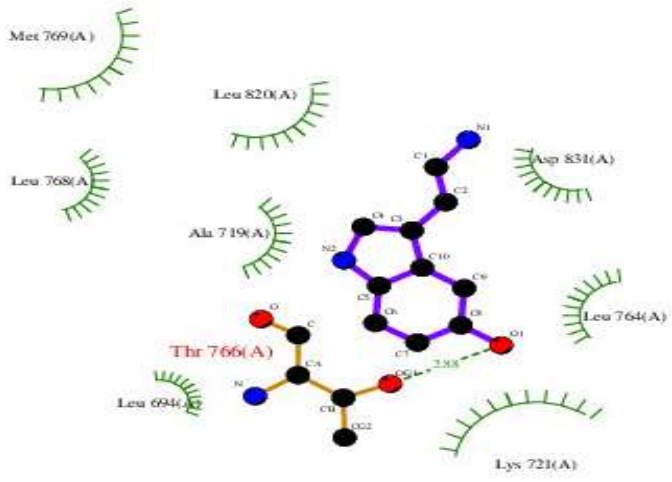


Figure 4. The bonds formed between Seratonin with identified cancer receptor (1m17)

The bonds formed by the interaction between Seratonin with identified cancer receptor (3ocb) are given in Table 6[9,10] .

Table 6. The bonds formed by the interaction between Seratonin with identified cancer receptor (3ocb)

hydrogen bonds	**polar**	**hydrophobic**	**other**
CYS296 (-0.239) GLY294 (0.2938)	LYS297 (-1.1723) HIS194 (-0.3413) GLU298 (-0.2832) ARG273 (-0.2711)	LEU295 (-0.4308) CYS310 (0.0543)	THR197 (-0.5671)

The bonds formed between Seratonin with identified cancer receptor (3ocb) are shown in Figure 5 [9,10].

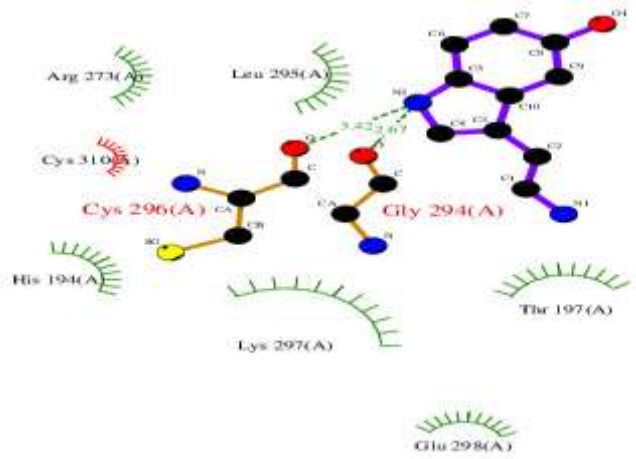


Figure 5. The bonds formed between Seratonin with identified cancer receptor (3ocb)

The bonds formed by the interaction between Seratonin with identified cancer receptor (5p21) are given in Table 7[9,10] .

Table 7. The bonds formed by the interaction between Seratonin with identified cancer receptor (5p21)

hydrogen bonds	**polar**	**other**
THR35 (-0.6625)	LYS16 (-0.7624)	PRO34 (-1.469)
ASP57 (-0.4978)		
THR58 (-0.4134)		
SER17 (-0.3031)		

The bonds formed between Seratonin with identified cancer receptor (5p21) are shown in Figure 7.

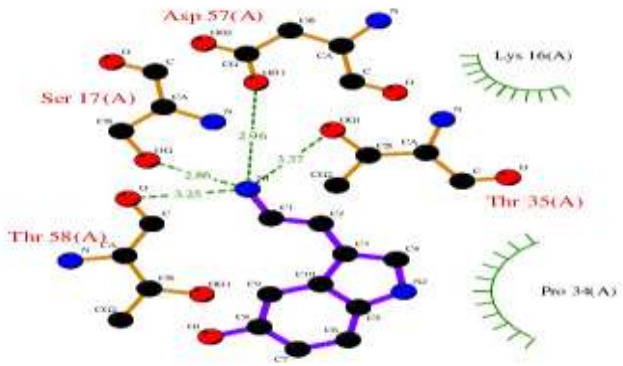


Figure 7.The bonds formed between Seratonin with identified cancer receptor (5p21)

Conclusion

It is understood from the results obtained that Scorpion Venom ligands are effective on cancer receptors.

Acknowledgement

This study was supported by Kırıkkale University BAP (2021/098).

References

1.World Health Organization. Cancer fact sheet. [serial online] 2018 Feb. Available in: http://www.who.int/mediacentre/ factsheets/fs297/en/. Cited: 19 Mar 2018.

2.Rave, L. J. G., Bravo, A. X. M., Castrıllo, J. S., Marín, L. M. R., & Pereıra, C. C. Scorpıon Venom: New Promıse In The Treatment Of Cancer Veneno De Escorpión: Una Nueva Promesa En El Tratamiento Del Cáncer.

3.Rodriguez de la Vega RC, Schwartz EF, Possani LD (2010) Mining on scorpion venom biodiversity. Toxicon 56:1155–1161.

4.Smith, J. J., Hill, J. M., Little, M. J., Nicholson, G. M., King, G. F., & Alewood, P. F. (2011). Unique scorpion toxin with a putative ancestral fold provides insight into evolution of the inhibitor cystine knot motif. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *108*(26), 10478-10483..

5.Zlotkin E, Fishman Y, Elazar M (2000) AaIT: From neurotoxin to insecticide. Biochimie 82:869–881.

6. Laura A. Lozano-Trujillo, Diana K. Garzón-Perdomo, Andrea C.R. Vargas, Lina M. de los Reyes, Marco F. Avila-Rodriguez*, Olivia T.G. Gay and Liliana F. Turner,2021, Cytotoxic Effects of Blue Scorpion Venom (Rhopalurus junceus) in a Glioblastoma Cell Line Model, Current Pharmaceutical Biotechnology,22-5, 636 – 645, 10.2174/1389201021666200717092207.

7.Roy, A., Bharadvaja, N. Venom-Derived Bioactive Compounds as Potential Anticancer Agents: A Review. *Int J Pept Res Ther* 27, 129–147 (2021). https://doi.org/10.1007/s10989-020-10073-z

8.Kaur B, Rolta R, Salaria D, Kumar B, Fadare OA, da Costa RA, Ahmad A, Al-Rawi MBA, Raish M, Rather IA. An In Silico Investigation to Explore Anti-Cancer Potential of Foeniculum vulgare Mill. Phytoconstituents for the Management of Human Breast Cancer. Molecules. 2022; 27(13):4077. https://doi.org/10.3390/molecules27134077.

9.Bikadi, Z., Demko, L., & Hazai, E. (2007). Functional and structural characterization of a protein based on analysis of its hydrogen bonding network by hydrogen bonding plot. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, *461*(2), 225-234..

10.McDonald, I. K., & Thornton, J. M. (1994). Satisfying hydrogen bonding potential in proteins. *Journal of molecular biology*, *238*(5), 777-793.

11.Amorim-Carmo, B., Daniele-Silva, A., Parente, A. M., Furtado, A. A., Carvalho, E., Oliveira, J. W., ... & Fernandes-Pedrosa, M. F. (2019). Potent and broad-spectrum antimicrobial

activity of analogs from the scorpion peptide stigmurin. *International journal of molecular sciences*, *20*(3), 623.

12.Keshavarz Alikhani, H., Bidmeshkipour, A., & Zargan, J. (2020). Cytotoxic and apoptotic induction effects of the venom of Iranian scorpion (Odontobuthus bidentatus) in the Hepatocellular carcinoma cell line (HepG2). *International Journal of Peptide Research and Therapeutics*, *26*(4), 2475-2484.

13.Yalçin, B., Zengin, N., Aydin, F., & Ilhan, M. (2006). The clinical and pathological features of patients with gastric cancer in Turkey: A Turkish Oncology Group Study. *Turkish Journal of Cancer*, *36*(3), 108.

PATNOS DEVLET HASTANESİNDE YAPILAN ROSE BENGAL TESTLERİNİN BİR YILLIK RETROSPEKTİF DEĞERLENDİRMESİ

Uzm. Dr. GÖNENÇ ÇALIŞKANTÜRK[1], Yüksek Bio. MURAT ALAY[1]

[1] Patnos Devlet Hastanesi, Mikrobiyoloji Laboratuvarı
ORCID ID: 0000-0002-4973-8175
ORCİD ID: 000-0001-9956-7936

ÖZET

Bruselloz, dünyada bir çok ülkede görülen ve bazı bölgelerde endemik olan bir enfeksiyon hastalığıdır. Hastalığın kesin tanısı etkenin klinik örneklerden izolasyonu ile sağlansa da sıklıkla kültürde üretmek zor olduğu için, etyolojik tanıda ve seroprevalans değerlendirmesinde serum aglütinasyon testleri ve Rose- Bengal gibi serolojik testler kullanılmaktadır. Rose Bengal Testi (RBT) ve standart serum tüp aglütinasyon (STAT) testleri uygulanması kolay ve ucuz olmaları nedeniyle tüm dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, RBT'nin, brusellozun endemik olduğu bölgelerde, hastalıkla tekrar karşılaşma durumunda veya yeni geçirilmiş enfeksiyon öyküsü olanlarda tanıda tek başına kullanılmaması tavsiye edilmektedir.

Bu çalışmadaki amacımız, Patnos Devlet Hastanesinde 2021-2022 yılları arasında yapılmış olan 6586 RBT'ni retrospektif olarak değerlendirmek, özellikle çoğu laboratuvarda rutin olarak sıklıkla kullanılan RBT'nin, pozitif ve negatif öngörü değerlerini, duyarlılık ve özgüllüğünü irdeleyerek bir durum değerlendirmesi yapmaktır.

Bir yıl içinde laboratuvarda çalışılan toplam 6586 serum örneğinde Rose Bengal testi çalışılmıştır. Tarama amaçlı kullanılan RBT lam aglütinasyon prensibiyle çalışıldı. Aglütinasyon sonucu dört dakika beklendikten sonra kalitatif olarak pozitif ya da negatif olarak değerlendirildi. RBT ile pozitif olarak saptanan olgular laboratuvar olanakları dahilinde Wright ya da Coombs testi ile doğrulamaya alındı. Serum örneğinde STAT ile antikor titresinin ≥1/160 titre olması pozitif olarak kabul edildi. Bunlardan 156 tanesi RBT pozitif raporlanmıştır. RBT negatif tespit edilen 8 test ise doğrulama testi ile pozitif olarak saptanmıştır. Totalde 156 pozitif RBT den 98'i gerçek pozitif olarak değerlendirilmiştir. Bu veriler ışığında; RBT pozitif öngörü değeri 0.63; negatif öngörü değeri 0.99; duyarlılığı 0.92; özgüllüğü ise 0.99 olarak hesaplanmıştır.

Bu veriler bize tarama testi olarak kullanılan RBT' nin yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahip olduğunu bir kez daha göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Brucella, Rose Bengal, Standart Serum Tüp Aglütinasyon Testleri

1. GİRİŞ

Bruselloz, dünyada bir çok ülkede görülen ve bazı bölgelerde endemik olan bir enfeksiyon hastalığıdır [1]. Akdeniz Ateşi, ondülan ateş, Malta humması olarak da anılmaktadır

[2]. Hastalığın kesin tanısı etkenin klinik örneklerden izolasyonu ile sağlansa da sıklıkla kültürde üretmek zor olduğu için, etyolojik tanıda ve seroprevalans değerlendirmesinde serum aglütinasyon testleri ve Rose- Bengal gibi serolojik testler kullanılmaktadır [3]. Rose Bengal (RBT) ve standart serum tüp aglütinasyon (STAT) testleri uygulaması kolay ve ucuz olmaları nedeniyle tüm dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, RBT'nin, brusellozun endemik olduğu bölgelerde, hastalıkla tekrar karşılaşma durumunda veya yeni geçirilmiş enfeksiyon öyküsü olanlarda tanıda tek başına kullanılmaması tavsiye edilmektedir [4]. STAT ise çoğunlukla blokan antikorları ve kronik vakalarda gözlemlenen IgA ve IgG tipi antikorları tespit edememektedir. Bu sorunun aşılması için Coombs (anti-insan globulin testi) yöntemi kullanılmaktadır. Ancak zaman alıcı ve zahmetli olması nedeniyle Coombs testi, laboratuvarlar tarafından rutin olarak uygulanmamaktadır [5]. Brucellacapt (BCAP) testi ise insan brusellozunun tanısı için oldukça hassas, spesifik bir aglütinasyon temelli "immune capture" testidir. Bu nedenle rutinde daha sık kullanılabilmektedir. [6].

Dünyada ve ülkemizde yapılan bazı çalışmalar, bruselloz tanısı için BCAP testinin yüksek özgüllük ve duyarlılığa sahip olduğunu bildirmişlerdir [5,6].

Bu çalışmadaki amacımız, Patnos Devlet Hastanesinde 2021-2022 yılları arasında yapılmış olan 6586 serolojik brucella testini retrospektif olarak değerlendirmek, özellikle çoğu laboratuvarda sıklıkla kullanılan Rose Bengal Testinin (RBT) yalancı pozitiflik ve yalancı negatiflik oranlarını irdeleyerek bir durum değerlendirmesi yapmaktır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Patnos Devlet Hastanesi Mikrobiyoloji Laboratuvarında, 2021-2022 yılları arasında yapılmış olan 6586 serolojik brucella testi retrospektif olarak değerlendirmeye alındı. Aynı gün içinde tekrarlayan test varsa sadece biri değerlendirmeye alındı.

Tarama amaçlı kullanılan RBT lam aglütinasyon prensibiyle çalışıldı. Aglütinasyon sonucu dört dakika beklendikten sonra kalitatif olarak pozitif ya da negatif olarak değerlendirildi. RBT ile pozitif olarak saptanan olgular laboratuvar olanakları dahilinde Wright ya da Coombs testi ile doğrulamaya alındı. Serum örneğinde STAT ile antikor titresinin ≥1/160 titre olması pozitif olarak kabul edildi.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Toplam 6586 serum örneğinde Rose Bengal testi çalışılmıştır. Bunlardan 156 tanesi RBT pozitif raporlanmıştır. RBT negatif tespit edilen 8 test ise doğrulama testi ile pozitif olarak saptanmıştır. Totalde 156 pozitif RBT den 98'i gerçek pozitif olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Patnos Devlet Hastanesi Mikrobiyoloji Laboratuvarında, 2021-2022 yılları arasında yapılmış olan Brucella serolojik test sonuçları

Brucella serolojik test sonuçları	**Wright veya Coombs Pozitif**	**Wright veya Coombs Negatif**	**Toplam**
RBT pozitif	98	58	**156**
RBT negatif	8	6422	**6430**
Toplam	**106**	**6480**	**6586**

Bu veriler ışığında; RBT pozitif öngörü değeri 0.63; negatif öngörü değeri 0.99; duyarlılığı 0.92; özgüllüğü ise 0.99 olarak hesaplanmıştır.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu veriler bize tarama testi olarak kullanılan RBT' nin yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahip olduğunu bir kez daha göstermiştir.

KAYNAKÇA

1- Tavsan Ö, Tekin-Koruk S, Koruk I. Şanlıurfa İl Merkezinde Bruselloz Prevalansı ve ilişkili Risk Faktörleri, Klimik Dergisi. 2015;28(1):11.
2- Kaya M. Brucella Jel Aglütnasyon Testinin Brusella Tanısında Kullanılan Diğer Serolojk Testlerle Karsılastırılması. Selçuk Tıp Dergisi. 2017;34(1):1-5.1.
3- Young EJ: Brucellosis: current epidemiology, diagnosis and management, Curr Clin Top Infect Dis 1995;15: 115-128.
4- Franco MP, Mulder M, Gilman RH, et al. Human brucellosis. Lancet Infect Dis. 2007;7(12):775-86. https://doi.org/10.1016/S1473-3099(07)70286-4
5- Alişkan H, Colakoğlu S, Turunç T ve ark. Evaluation of diagnostic value of Brucellacapt test in brucellosis. Mikrobiyol Bul. 2007;41(4):591-5.
6- Casanova A, Ariza J, Rubio M, et al. Brucellacapt versus classical tests in the serological diagnosis and management of human brucellosis. Clin Vaccine Immunol. 2009;16(6):844-51. https://doi.org/10.1128/CVI.00348-08

THE PREVENTIVE ROLE OF *SPIRULINA SP.* IN FEMALE INFERTILITY
KADIN İNFERTİLİTESİNDE *SPIRULINA SP.*'NİN ÖNLEYİCİ ROLÜ

Doç. Dr. Latife Ceyda İRKİN, Öğr. Gör. Dr. Şamil ÖZTÜRK

Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Applied Sciences, Department of Fisheries Technology,

ORCID ID: 0000-0001-6603-8413

Çanakkale Onsekiz Mart University, Vacational School of Health Services,

ORCID ID: 0000-0002-9435-8139

ÖZET

Küresel nüfus, ekolojik dengeyi ciddi şekilde bozmuş ve insanlığı doğurganlığı düzenleyici yeni teknikler geliştirmeye zorlamıştır. Kadın kısırlığı, kadın üreme sisteminin farklı zararlı çevresel faktörlere karşı çok hassas olduğu bir sağlık sorunudur. Over, dişi üreme sisteminde birçok işlevi sağlayan oosit ve farklı steroid hormonları üreten bir üreme organıdır. Yumurtalık disfonksiyonu genellikle anovulatuar infertiliteye yol açar.

Algler, tıpta çok amaçlı kullanıma sahip potansiyel besin kaynağıdır. Ayrıca algler, çeşitli biyolojik aktivitelere sahip zengin bir doğal biyoaktif bileşik kaynağı da sağlar. Ek olarak, insan sağlığı için önemli maddeler olan karotenoidler, mikro besinler ve amino asitler gibi birçok benzersiz özellikteki bileşiği ihtiva eder. Fenol, flavonoit ve tanen gibi fenolik yapıdaki bileşenler antioksidan aktiviteden ve serbest radikal kovucu etkiden sorumludur. Alg ekstreleri ile yapılan çalışmalarda ekstrede bulunan polifenollerin antioksidan etki gösterdiği belirtilmiştir. Bu nedenle, araştırma alanında alglerin insan sağlığı üzerindeki olumlu etkisine olan ilgi artmaktadır.

Spirulina platensis (Sp), oscillatoriaceae familyası cyanophyceae sınıfına ait ipliksi, spiral şekilli, çok hücreli ve fotosentetik bir mavi yeşil algdir. Bu canlılar dünya çapında yetiştirilmektedir ve birincil insan besin takviyesi olarak kullanılmaktadır. Vitaminler, mineraller, proteinler, alfa-linolenik asit, beta-karoten ve keşfedilmemiş biyoaktif bileşikleri içeren çok çeşitli profilaktik ve iyileştirici besinler içerir. Besinsel avantajlarının yanı sıra Sp, antibakteriyel, antifungal, antiviral, antikanser, antienflamatuar ve antioksidan aktiviteler gibi ekstra faydalı karakterlere sahiptir.

Sp'ler hemen hemen tüm biyokimyasal reaksiyonlarda saptanabilir bir role sahiptir ve dokuları yüksek konsantrasyonlarda güvenli diyet uygulamalarına atfedilebilen oksidatif strese karşı koruyan hayati antioksidanlardır. Bu çalışmada, kadın infertilitesinin düzenlenmesine yardımcı olacak çok sayıda bitki ve alg türevi ürün üzerinde yapılan çalışmalar derlenmiştir.

Anahtar kelimler: *Spirulina sp.*, infertilite, over, doğurganlık

1. GİRİŞ

Spirulina (SP) veya Arthrospira, mavi-yeşil bir alg şeklinde görünen ve adını filamentlerinin spiral şekline borçlu olan mikroskobik bir siyanobakteridir. Son 20 yılda antioksidanlar, vitaminler, proteinler ve mineraller dahil olmak üzere çok sayıda biyolojik madde üretmesi nedeniyle yoğun bir şekilde çalışılmıştır (Seghiri ve ark. 2019). Proteinler, esansiyel amino

asitler ve PUFA'lar açısından zengin olan SP umut verici bir besindir (Lupatini ve ark. 2017). Ayrıca, C vitamini, D vitamini, E vitamini ve B grubu vitaminleri ve tüm gerekli mineraller dahil olmak üzere nispeten yüksek konsantrasyonlarda vitamin içerir (Christaki ve ark. 2011). Ayrıca SP, beta-karoten, ekinenon, zeaksantin, 3-hidroksiekinenon, c-fikosiyanin dahil olmak üzere birçok fitobesin içerir. Yüksek biyoaktif makromolekül içeriği nedeniyle, SP'ye antioksidan, immünomodülatör, antiinflamatuar, anti-diyabet, anti-obezite, anti-hipertansif, anti-kanser ve antiviral aktiviteler (Vo ve ark. 2015) atfedilmiştir.

SP antioksidan aktiviteleri, esas olarak fenolik bileşiklerin ve fikosiyaninlerin varlığından kaynaklanabilir. Özellikle mikroalglerde büyük miktarlarda bulunan C-fikosiyanin, siklooksijenaz-2 gen ekspresyonunu inhibe edebilir, süpürücü özelliği olan glutatyon peroksidaz, süperoksit dismutaz ve katalaz gibi antioksidan enzimlerin aktivitesini düzenleyebilir (Chen ve ark., 2012).

SP anti-inflamatuar aktivitesi esas olarak, proinflamatuar gen ekspresyonlarını ve proinflamatuar sitokin (tümör nekroz faktörü-alfa, interlökin-6 ve interlökin-1β) salgılanmasını baskılayan nükleer faktör-kappa B aktivitesini azaltabilen uçucu bir bileşen olan heptadekan tarafından verilir. SP'nin diğer bir bileşeni olan β-karoten'in, tekli oksijen aracılı lipid peroksidasyonuna karşı koruyarak ve nitrik oksit ve prostaglandin E üretimini baskılayarak anti-enflamatuar ve antioksidan aktivitelere sahip olduğu bildirilmiştir (Ku ve ark., 2013).

Kadın kısırlığı, kadın üreme sisteminin farklı zararlı çevresel faktörlere karşı çok hassas olduğu bir sağlık sorunudur. Yumurtalık, dişi üreme sisteminde birçok işlevi sağlayan oosit ve farklı steroid hormonları üreten bir üreme organıdır. Over disfonksiyonu genellikle anovulatuar infertiliteye yol açar. Yumurtalık, dişi üreme sisteminde birçok işlevi sağlayan oosit ve farklı steroid hormonları üreten bir üreme organıdır. Over disfonksiyonu genellikle anovulatuar infertiliteye yol açar. Oosit olgunlaşması, oositin profaz-I'den metafaz-II'ye dönüşümünün meydana geldiği oogenezin bitiş aşamasıdır. Bu süreç, döllenebilen ve implantasyon öncesi gelişimi sürdürebilen mükemmel oositler yaratmak için gerekli olan nükleer ve sitoplazmik olayların yönetimini içerir (Eweka ve ark., 2011).

Yüksek redoks potansiyelinin sürdürülmesi, sağlıklı bir organizmada üreme sistemi fonksiyonlarının sağlanması için bir ön koşuldur [8]. Fizyolojik olarak ROS, preovulatuar gonadotropin dalgalanmasından sonra overde ve ayrıca cyt P450 sistemini içeren steroidogenez sırasında korpus luteumda artar. Bununla birlikte, ROS'un detoksifikasyonu oosit olgunlaşması ve embriyo gelişimi için özellikle önemli olacaktır. Serbest radikaller, SOD gibi endojen veya eksojen antioksidan moleküller tarafından nötralize edilmezse, hücre zarlarında lipid peroksidasyonu meydana gelir. Bu hücrelerde, peroksitlere dönüştürülen doymamış lipitler, MDA gibi toksik aldehit kısımlarına sahip bozunma ürünleri üretecektir. Bunlar daha sonra yumurtalıklarda üreme işlevlerine müdahale eder (Shkolnik. Ve ark., 2011).

Son yıllarda, *Spirulina* alımının olumlu etkileri hakkında çok sayıda rapor yayınlandı. Oksidatif stresi antioksidan takviyesi ile azaltmak, potansiyel olarak ROS kaynaklı hasarı azaltabilir, böylece oosit ve folikül sayısı ve kalitesi korunabilir. C-phycocyanin, *Spirulina platensis*'te

antioksidan, nöroprotektif, antiinflamatuar ve radikal süpürücü özelliklere sahip önemli bir biliproteindir, bunun ROS kaynaklı yaşlanmayı önlemek için potansiyel bir ajan olduğu düşünülmektedir (Fernández-Rojas ve ark., 2014). Ancak çalışma tasarımları uygulanan doz, müdahale süresi ve hedef gruplar açısından farklılık gösterir. Hayvan çalışmaları söz konusu olduğunda, doz ve biyokimyasal yollar ve metabolizasyon insanlara doğrudan aktarılamadığından, verilerin yorumlanmasında dikkatli olunması gerekir. Hatta hayvan dozlarının insan dozlarına ekstrapolasyonunu kolaylaştırmak için FDA, türe özgü birkaç dönüştürme faktörü önermektedir.

2. KADIN İNFERTİLİTESİNDE *SPIRULINA*

İnsan dişi üreme sistemi diğer birçok vücut sisteminden daha hızlı yaşlanır ve üreme kapasitesi yaşla negatif ilişkilidir. Çeşitli nedenlerle birçok kadın çocuk doğurmayı erteler ve yaşlı kadınların önemli bir kısmı kısır hale gelir. 40 yaş üstü kadınlarda oosit miktarında ve kalitesinde azalma evrenseldir. Düşük oosit kalitesi, mayotik iğ anomalileri, kromozom yanlış hizalanması, oksidatif stres, gen ekspresyon değişiklikleri, kısalmış telomerler ve kohezyon kaybı ile karakterize edilir (Mol ve Zoll, 2015).

SP özleri gibi doğal ürünler beslenme gereksinimlerine katkıda bulunur, endokrin sistemi uyarır ve ara besin metabolitleridir. Özellikle kemoterapi alan ve yaşı ilerlemiş kadınlarda infertilite daha belirgin olarak ortaya çıkmaktadır. Günlük tıbbi pratiğe entegre edilmemiş olsa da kemoterapi alacak kadınlarda fertiliteyi korumak için ön tedavi veya antioksidanlarla diyet/farmakolojik takviye etkili olabilir. Mavi-yeşil alglerden olan *Spirulina*, güçlü bir antioksidan moleküller içerir ve antioksidan, antiapoptotik özellikleriyle iyi bilinir. Öncelikle B-kompleks vitaminleri, klorofil, β-karoten, E vitamini, süperoksit dismutaz ve çok sayıda mineral gibi çeşitli bileşenlerden oluşur. Sp'de bulunan proteine bağlı bir pigment olan C-phycocyanin, oksalat aracılı lipid peroksidasyonunu inhibe eder ve birçok dokuda yaralanmayı önler. Gonadlar üzerindeki koruyucu etkileri de incelenmiştir. Yapılan çalışmalarda Chamarro-Cevallos ve ark. farelerde Sp'nin siklofosfamidin neden olduğu implantasyon sonrası kayıpları tersine çevirdiğini gösterdi. Düşük dozlarda bile Sp ön tedavisinin Cyc kaynaklı semen anormalliklerini önlediği gösterilmiştir (Chamorro-Cevallos.ve ark., 2008). Sp'deki antioksidanlar, özellikle C-fikosiyanin, SOD, B-kompleks vitaminleri, klorofil, β-karoten ve E vitamini, yumurtalığın antioksidan durumunu eski haline getirmek için sinerjistik olarak hareket edebilir. Bu bileşikler muhtemelen nitrik oksidin süperoksit anyonuyla reaksiyonuyla üretilen güçlü oksidan peroksinitrit oluşumunu SOD aktivitesi ile süperoksit anyonunu temizleyerek azaltır (Yener ve ark., 2013). Başka bir çalışmada polikistik over sendromu modeli yapılan deneysel hayvan çalışmasında SP takviyesi ile antioksidan kapasitenin artırıldığı ve kistik over yapılarının normale dönüşebildiği rapor edilmiştir (El Leithy ve ark., 2022). Monosodium glutamat ile indüklenen farelerde değişen oosit kalitesini, yumurtalık histopatolojisini, seks hormonunu ve antioksidan enzimleri azaltarak yumurtalık işlev bozukluklarına neden olan bu kimyasalın etkilerine karşı SP ve *Chlorella* takviyesinin hafifletici bir rol oynadığını öne sürülmüştür (Abdel-Aziem ve ark., 2018).

3. SONUÇ

Kadın infertilitesini tetikleyen kimyasallar ve önüne geçilemeyen yaşlanmaya karşı mikroalglerden elde edilen mikrobesin bileşenleri önemli rol oynayabilir. Özellikle reaktif

okisjen türlerinin azaltılmasında antioksidan kapasiteleri oldukça güçlü olan *Spirulina* gibi türler içerdikleri çeşitli biyolojik olarak aktif bileşenlerinin keşfedilmesi ve insan sağlığına yönelik mükemmel biyokimyasal bileşimlerinin açığa çıkarılması gerekir. Bu biyokimyasal içerik zenginliği bu canlıların geniş çeşitliliklerinden kaynaklanıyor olabilir.

KAYNAKÇA

Abdel-Aziem, SH., Abd El-Kader, HAM., Ibrahim, FM., Sharaf, HA., El Makawy, AI. Evaluation of the alleviative role of Chlorella vulgaris and Spirulina platensis extract against ovarian dysfunctions induced by monosodium glutamate in mice. J Genet Eng Biotechnology, 16(2):653-660, 2018.

Chamorro-Cevallos, G., Garduño-Siciliano, L., Barrón, BL., Madrigal-Bujaidar, E., Cruz-Vega, DE., Pages, N. Chemoprotective effect of *Spirulina* (Arthrospira) against cyclophosphamide-induced mutagenicity in mice. Food and Chemical Toxicology, 46(2):567-574, 2008.

Chen, JC., Liu, KS., Yang, TJ., Hwang, JH., Chan, YC., Lee, IT. *Spirulina* and C-phycocyanin reduce cytotoxicity and inflammation-related genes expression of microglial cells. Nutr Neurosci. 15(6):252-256, 2012.

Christaki, E., Florou-Paneri, P., Bonos, E. Microalgae: a novel ingredient in nutrition. Int J Food Sci Nutrition, 62(8):794-799, 2011.

El Leithy, AA., Al-Karmalawy, AA., Youssif, OM., Ebrahim, YA., Khalifa, AS., Elkaeed, EB., Abo-Zeid, FS. *Spirulina* therapeutic potentiality in polycystic ovarian syndrome management using DHEA-induced rat model. Eur Rev Med Pharmacol Sci., 26(8):2740-2754, 2022.

Eweka, AO., Om'iniabohs, FAE. Histological studies of the effects of monosodium glutamate on the ovaries of adult Wistar rats. Ann Med Health Sci Res., 1(1):37-44, 2011.

Fernández-Rojas, B., Medina-Campos, ON., Hernández-Pando, R., Negrette-Guzmán, M., Huerta-Yepez, S., Pedraza-Chaverri, J. C-Phycocyanin prevents cisplatin-induced nephrotoxicity through inhibition of oxidative stress. Food & Function, 5:480, 2014.

Lupatini, AL., Colla, LM., Canan, C., Colla, E. Potential application of microalga Spirulina platensis as a protein source. J Sci Food Agric., 97(3):724-732, 2017.

Mol, BW., Zoll, M. Fertility preservation for age-related fertility decline. Lancet, 385:507, 2015.

Seghiri, R., Kharbach, M., Essamri, A. Functional composition, nutritional properties, and biological activities of moroccan Spirulina microalga. J Food Qual., 1-11, 2019.

Shkolnik, K., Tadmor, A., Ben-Dor, S., Nevo, N., Galiani, D., Dekel, N. Reactive oxygen species are indispensable in ovulation. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 108(4):1462-1467, 2011.

Tilly, EA. Germline Energetics, Aging, and Female Infertility. Cell Metabolism, 17:838-850, 2013.

Vo, TS., Ngo, DH., Kim, SK. Nutritional and pharmaceutical properties of microalgal *Spirulina*. In: Kim S-K, editor. Handbook of marine microalgae biotechnology advances. Elsevier, 299-308, 2015.

Yener, NA., Sinanoglu, O., Ilter, E., Celik, A., Sezgin, G., Midi, A., Deveci, U., Aksungar, F. Effects of *Spirulina* on cyclophosphamide-induced ovarian toxicity in rats: biochemical and histomorphometric evaluation of the ovary. Biochem Res Int., 2013:764262, 2013.

CHLORELLA AS A SUPPLEMENT TO PROMOTE HUMAN HEALTH

SAĞLIĞIN DESTEKLEYİCİ GIDASI *CHLORELLA*

Doç. Dr. Latife Ceyda İRKİN

Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Applied Sciences, Department of Fisheries Technology, -ORCID ID: 0000-0001-6603-8413

ÖZET

Chlorella, ticari olarak üretilen ve besin takviyesi olarak tüketilen dünya çapında yaygın yeşil tek hücreli bir alg türüdür. Doğal olarak yapısında proteinler, vitaminler, mineraller ve diyet lifi bulunur. Bilinen faydaları arasında bağışıklık güçlendirici, kilo vermeyi teşvik eden, kanser ve diğer hastalıklarla mücadele bulunur. Antioksidanlar da dahil olmak üzere proteinler, omega-3 yağ asitleri, vitaminler ve mineraller dahil olmak üzere bir dizi besin içerir. *Chlorella*, doğal haliyle sindirilmesini zorlaştıran sert bir hücre duvarına sahiptir. İşlenmesiyle besin maddelerini sindirilebilir hale getirir. Bazı insanlar, büyüyen küresel nüfusu beslemek için *Chlorella*'yı bir protein kaynağı ve diğer besinler olarak kullanmayı önermektedir. Yapılan çalışmalarda, vücudun bu alg proteinini etkili bir şekilde emdiğini göstermiştir. Bu, bitki protein kaynakları için nadirdir. *Chlorella*'yı veganlar için uygun bir protein seçeneği haline getirir. Ayrıca bazı araştırmalar tarım ekipmanları için alternatif ve yenilenebilir bir yakıt kaynağı olarak önermektedir. Bazı tıbbi durumlar ve tedaviler zayıflamış bir bağışıklık sistemine yol açabilir. *Chlorella* demir, folat ve B12 vitamini de içerir. Bazı araştırmacılar, hamilelik sırasında yüksek tansiyonu azaltabileceğini öne sürmektedirler. Bu canlıların %70'e kadar kuru ağırlık proteini içerebilir. Sıvı, toz veya tablet şeklinde tüketilebilecek formları mevcuttur. Östrojen vücutta doğal olarak bulunan bir hormondur. Bununla birlikte, östrojen aktivitesini taklit eden bazı maddeler vücuda zarar verebilir. Ksenoöstrojenler olarak bilinen bu maddeler vücuda kirli toprak, su, hava, plastikler ve diğer kaynaklardan girebilir. Ksenestrojenler, bir kişinin çeşitli kanser türleri geliştirme şansını artırabilir. 2009 yılında yapılan bir çalışmada, *Chlorella fusca*, bisfenol A (BPA) olarak bilinen bir ksenoöstrojenin %90'ını bir laboratuvar kültüründen çıkardı. *Chlorella*'nın içeriğindeki maddeler ile vejetaryenler ve veganların yaygın olarak yaşadığı bazı besin eksikliklerini giderebilecek oldukça besleyici bir besin takviyesi olduğu bildirilmektedir. Bazı eski bilimsel kanıtlar, sağlığı korumak için kullanımını desteklemektedir, ancak bu iddiaları doğrulamak için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

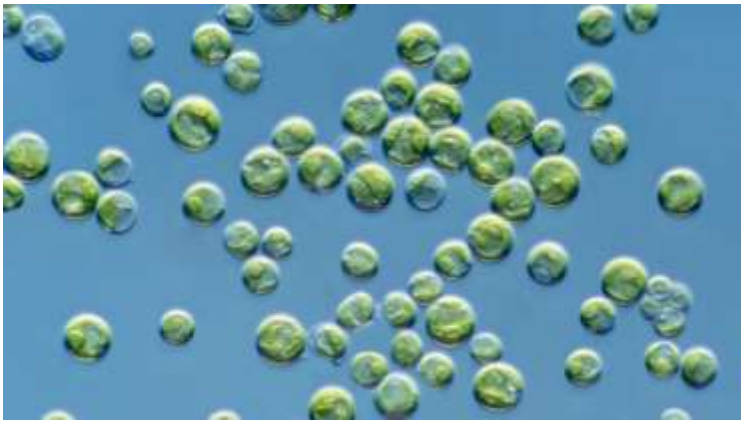
Anahtar kelimeler: *Chlorella sp*., sağlık, gıda takviyesi, besin, alg.

1. GİRİŞ

Mikroalgler sucul ekosistemlerde bulunan, deniz ve tatlı suda yaşayabilen bitkilere benzer şekilde kloroplast ve çekirdek içeren fotosentetik ökaryotik organizmalardır. Mikroalgler, güneş ışığını ve CO_2'yi kullanmadaki daha yüksek performansları nedeniyle bitkilerinden daha verimli fotosentez yaparlar ve bu durum onların son derece yüksek büyüme oranlarına yol açmaktadır [1]. Bu nedenle, mikroalgler içerdikleri önemli pigmentler, besinler, biyoaktif

bileşikler sebebiyle gıda, ilaç ve kozmetik endüstrisinde kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda, siyanobakteriler de dahil olmak üzere hem deniz hem de tatlı su mikroalglerinde çeşitli biyoaktif bileşikler ve besinler tespit edilmiştir. Bu bileşiklerin ve besinlerin insan sağlığını iyileştirdiği ve desteklediği bildirilmiştir [2].

Chlorella, Phylum Chlorophyta'ya ait tek hücreli yeşil tatlı su mikroalgidir ve dünya çapında fonksiyonel bir gıda maddesi olarak tüketilmektedir [3]. Protein, lipit, karotenoidler, vitaminler ve mineraller açısından zengindir ve olası gıda kaynakları arasında değerli bir protein kaynağı olarak kabul edilir [4]. Ayrıca omega-3 ve 6, karbonhidratlar, selüloz, esansiyel amino asitler, karotenler ve A vitamini içerir [5]. *Chlorella*'nın insan beslenmesindeki değerinin araştırılması, 1950'lerin başında yaşanan küresel bir gıda krizinde *Chlorella*'nın bir gıda kaynağı olarak kullanılmasıyla başlamıştır [6]. *Chlorella* ilk olarak Japonya'da üretilip tüketime sunulmuş ve daha sonra dünya çapında bir besin takviyesi olarak kullanılmıştır [7]. Çalışmalar, *Chlorella*'nın insan sağlığını destekleyen ve belirli hastalıkları önleyen çeşitli biyoaktif bileşikler içerdiğini göstermiştir [8]. Bu durum, *Chlorella* türevi doğal bileşiklerin sentetik bileşikler veya ilaçlar için doğru bir hammadde kaynağı olabileceğini düşündürmektedir. *Chlorella*'daki doğal bileşiklerin içeriği, kültür koşulları ve *Chlorella* türleri arasında farklılıklar göstermektedir [9]. Bununla birlikte, *Chlorella*'daki çeşitli besinlerin ve antioksidan bileşiklerin sinerjistik etkilerinden kaynaklanabilecek farmakolojik aktiviteler hakkında sınırlı bilgi bulunmaktadır. Bu çalışma, *Chlorella* türlerindeki sağlığı destekleyen besinlerin ve biyoaktif bileşiklerin içeriği hakkında güncel bilgileri sunmak için hazırlanmıştır [Görsel 1].



Görsel 1. *Chlorella vulgaris*, Beijerinck 1890 (Erişim tarihi: 25.01.2023)
(https://www.micropia.nl/en/discover/microbiology/chlorella-vulgaris/)

2. *CHLORELLA*'NIN KİMYASAL KOMPOZİSYONU VE BESİN DEĞERİ

Araştırmacılar, artan küresel nüfus için potansiyel bir protein kaynağı olarak ilk kez 2. Dünya Savaşı'ndan sonra *Chlorella* üzerinde çalışmaya başlamışlardır. *Spirulina*'dan daha yüksek vitamin ve mineral içeriğine sahiptir. Ancak, üretimdeki endişeler ve iyileştirilmiş mahsul verimliliği nedeniyle *Chlorella*, hiçbir zaman kitlesel ölçekte üretilemedi. Yine de araştırmacılar, sağlığı iyileştiren bir "süper gıda" olma potansiyelini araştırmaya devam ediyor. *Chlorella*, A vitamini, çinko, demir, fosfor ve magnezyum için iyi bir kaynaktır. Aynı zamanda riboflavin (B2), tiamin (B1) ve folat (B9) dahil olmak üzere mükemmel bir B vitamini

kaynağıdır. Bu vitaminler vücudunuzun yiyecekleri enerjiye dönüştürmesine yardımcı olur, beyin sağlığını destekler ve bazı kanser türlerinin riskini azaltabilir. *Chlorella*, tipik olarak dokuz esansiyel amino asidin tümü ile birlikte yaklaşık %50-60 oranında protein içerir. Bu, onu bitki bazlı bir diyet uygulayan veya protein takviyesine ihtiyaç duyan herkes için harika bir seçenek haline getirmektedir [10, 11, 12].

3. *CHLORELLA*'NIN SAĞLIĞA ETKİLERİ

Vücudumuz beslenme, yaşam tarzı ve kirlilik gibi çevresel faktörler yoluyla ağır metaller gibi toksinlere maruz kalır. Bu ağır metaller, küçük miktarlarda güvenli kabul edilirken, yüksek miktarları hastalık veya organ hasarı gibi sağlık sorunlarına yol açabilir. Araştırmalar, *Chlorella*'nın bu ağır metallere bağlanabildiğini ve vücudunuz tarafından emilmeden önce onları sisteminizden temizleyebildiğini göstermektedir. Çalışmalar ayrıca *Chlorella*'daki biyoaktif bileşiklerin kötü (LDL) kolesterol ve trigliseritleri düşürmeye yardımcı olduğunu göstermektedir. Kolesterol ve trigliseritler atardamarlarınızda birikmeye ve kalpte zorlanmaya neden olabilmektedir. *Chlorella*'nın içeriğinde bulunan yağ asitleri ve potasyum gibi mineraller de kan damarı sertliğini azaltır. Bu, kan damarlarının işlevini iyileştirir ve kan basıncını düşürür. İyi kolesterolü, kan basıncını ve kan damarlarını ve kalp hastalığınızı korumanızı sağlar. *Chlorella*, yeşil yapraklı sebzelerde bulunan ve bir antioksidan olan violaxanthin içerir. Yapılan çalışmalar bu maddenin iltihaplanmayı azaltabileceğini gösterir. *Chlorella* ayrıca omega-3'ler, C vitamini, beta-karoten ve lutein gibi karotenoidler ve çeşitli antioksidanlar içerir. *Chlorella*'daki antioksidanlar ve diğer besinler anti-bakteriyel, anti-viral ve anti-tümör özellikleri göstermiştir. Bu besinler vücudumuzdaki hücre hasarıyla savaşır. Diyabet, bilişsel hastalık, kalp problemleri ve kanser riskinizi azaltmanıza yardımcı olur [13, 14]. Klinik çalışmalarda, *Chlorella*, bağışıklık sisteminizi uyarabilen ve enfeksiyonla savaşmaya yardımcı olabilen beyaz kan hücresi düzeylerini de arttırmaktadır. *Chlorella*'nın anti-inflamatuar etkileri, astım veya kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) gibi solunum problemlerinin yönetilmesine yardımcı olabilir. Araştırmalar öksürük, hırıltı veya nefes darlığı gibi semptomları azalttığını göstermektedir. *Chlorella*, daha iyi akciğer fonksiyonu ve dayanıklılığını da teşvik edebilir. Bu, vücudunuza daha iyi oksijen verilmesini sağlar ve aerobik dayanıklılığı artırabilir [15].

4. SONUÇ

Chlorella, canlılar için gerekli çeşitli besin maddelerinin yanı sıra yüksek miktarda kaliteli protein, diyet lifleri ve α-linolenik ve linoleik asitler dahil çoklu doymamış yağ asitleri içerir. Özellikle, *Chlorella* ürünleri, bitki kaynaklı gıda kaynaklarında bulunmayan D2 ve B12 vitaminlerini ve diğer bitki kaynaklı gıdalardan daha fazla miktarda folat ve demir içerir. Günlük *Chlorella* tüketiminin sağlık yararlarına dair artan bilimsel kanıtlar hayvan ve insan çalışmalarında sunulmuştur. *Chlorella* çalışmalarında bildirilen farmakolojik aktiviteler, immünomodülasyon, antioksidan aktivite ve diyabet, hipertansiyon ve hiperlipidemiye karşı etkileri içerir. *Chlorella*'nın yararlı etkileri, çoklu besin ve antioksidan bileşikler arasındaki sinerjiyi içerebilir. Genel olarak, *Chlorella*'daki biyoaktif bileşiklerle ilgili bilgiler sınırlıdır. Bu sebeple yapılacak çalışmalarda farmakolojik aktivitelerden sorumlu yeni biyoaktif bileşiklerin tanımlanması oldukça önemlidir.

KAYNAKÇA

1. Yan, N.; Fan, C.; Chen, Y.; Hu, Z. The potential for microalgae as bioreactors to produce pharmaceuticals. Int. J. Mol. Sci. 2016, 17, 962.
2. Barkia, I.; Saari, N.; Manning, S.R. Microalgae for high-value products towards human health and nutrition. Mar. Drugs 2019, 17, 304.
3. Sharma R, Singh GP, Sharma VK. Comparison of different media formulations on growth, morphology and chlorophyll content of green alga, *Chlorella vulgaris*. Int J Pharma Biol Sci 2011;2(2):B 509-16.
4. Radhakrishnan S, Saravana Bhavan P, Seenivasan C, Shanthi R, Muralisankar T. Replacement of fishmeal with *Spirulina platensis*, *Chlorella vulgaris* and *Azolla pinnata* on non- enzymatic and enzymatic antioxidant activities of Macrobrachium rosenbergii. J Basic Appl Zool 2014;67(2):25-33.
5. Sithara K, Kamalaveni K. Formulation of low-cost feed using azolla as a protein supplement and its influence on feed utilization in fishes. Curr Biotica 2008;2 (2):212-9.
6. Montoya O, Casazza A, Aliakbarian B, Perego P, Converti A, Carvalho M. Production of *Chlorella vulgaris* as a source of essential fatty acids in a tubular photobioreactor continuously fed with air enriched with CO_2 at different concentrations. Biotechnol. Prog. 2014, 30, 916-922.
7. Rani K, Sandal N, Sahoo PK. A comprehensive review on *Chlorella*-its composition, health benefits, market and regulation scenario. Pharma Innov. J. 2018, 7, 583-589.
8. Ru ITK, Sung Y, Jusoh M, Wahid MEA. *Chlorella vulgaris*: A perspective on its potential for combining high biomass with high value bioproducts. App. Phycol. 2020, 1, 2-11.
9. Ward VCA, Rehmann L. Rast media optimization for mixotrophic cultivation of *Chlorella vulgaris*. Sci. Rep. 2019, 9, 19262.
10. Silvia S, Mohammad S. Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements. Elsevier Inc. 2019.
11. Umemoto S, Otsuki T. *Chlorella*-derived multicomponent supplementation increases aerobic endurance capacity in young individuals. J Clin Biochem Nutr. 2014 Sep;55(2):143-6.
12. Bito, T.; Tanioka, Y.; Watanabe, F. Characterization of vitamin B12 compounds from marine foods. Fish. Sci. 2018, 84, 747-755.

13. Sun, X.; Zhong, Y.; Huang, Z.; Yang, Y. Selenium accumulation in unicellular green alga *Chlorella vulgaris* and its effects on antioxidant enzymes and content of photosynthetic pigments. PLoS ONE 2014, 9, e112270
14. Osuki, T.; Shimizu, K.; Iemitsu, M.; Kono, I. Multicomponent supplement containing *Chlorella* decreases arterial stiffness in healthy young men. J. Clin. Biochem. Nutr. 2013, 53, 166-169.
15. Zamri KS, Norripin MKN, Darus F, Ekambaram D, Abdul Raouf ND. Protective Effect of *Chlorella vulgaris* on DNA damage, oxidative stress, and lung morphological changes in cigarette smoke-exposed rats. Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research, vol. 11, no. 10, Oct. 2018,145-9,

KODLANMAYAN RNA'LARIN PROGNOSTİK ÖNEMİ

THE PROGNOSTIC SIGNIFICANCE OF NON-CODING RNAs

M. Sc. Bio Sevde Hasanoğlu Sayın [1], Prof. Dr. Sacide Pehlivan [2]
[1] Institute of Graduate Studies in Health Sciences, Department of Medical Biology, Istanbul University, - ORCID NO: 0000-0003-2378-1535

[2] Department of Medical Biology, Istanbul University, Istanbul Medical Faculty, - ORCID NO: 0000-0003-1272-5845

ÖZET

İnsan genomunun, genom dizisinin sadece ~ %2' sini oluşturan 20.000 protein kodlayan gen içerdiği tahmin edilmektedir. Proteinleri kodlamayan ve yalnızca RNA'ya kopyalanan diğer ~3000 gen, kodlanmayan RNA (ncRNA) olarak adlandırılır. Uzun yıllar insan genomunun proteinleri kodlamayan bu kısmı "çöp" DNA olarak kabul edilmiştir. Genel olarak, ncRNA'lar boyutlarına göre iki ana kategoriye ayrılır: kısa ncRNA'lar (<200 nükleotit) ve uzun ncRNA'lar (lncRNA) (>200 nükleotid). Kısa ncRNA'lar, mikroRNA'lar (miRNA'lar), transfer RNA'lar (tRNA'lar), piwi etkileşimli RNA'lar (piRNA'lar), transkripsiyonu başlatan RNA'lar (tiRNA'lar) ve endojen küçük karışan RNA'lar (endo-siRNA'lar)'dır. ncRNA'lar, biyolojik reaksiyonların katalizlenmesinden hücresel savunmaya, gelişimsel süreçlerden hücresel cevaba kadar pek çok göreve sahiptir. ncRNA'ların diğer işlevleri arasında transkripsiyonel ve post-transkripsiyonel gen susturma ve kromozomların yeniden modellenmesi de yer almaktadır. lncRNA, 200 nükleotitten daha uzun, spesifik açık okuma çerçevesinden yoksun olan ve proteinleri kodlamanın engellenmesine neden olan endojen transkriptlerdir. lncRNA, transkripsiyon sonrası, translasyon sonrası ve epigenetik mekanizmalar yoluyla çeşitli fizyolojik ve patolojik süreçleri düzenleyebilir. Artan kanıtlar, lncRNA'ların genellikle gen ekspresyonu, transkripsiyon, hücresel gelişim, farklılaşma, çoğalma ve hücre kaderinde kritik biyolojik işlevler oynadığını göstermektedir. Başta kanser olmak üzere birçok hastalıkta, ncRNA'ların aşırı eksprese edildiği ve biyobelirteçler olarak önerildiği rapor edilmiştir. Ayrıca çalışmalar, yüksek özgüllük ve doğruluğa sahip ncRNA'ların özellikle farklı kanserlerde biyobelirteçler haline gelebileceğini göstermiş ve çeşitli insan hastalıklarında muazzam roller oynadığını ortaya koymuştur. Daha da önemlisi, ncRNA'ların anormal ekspresyonunun tümörijenezde rol aldığı bulunmuş ve bunların çoğunun kanser prognozu ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. lncRNA'ların, hepatoselüler karsinom, küçük hücreli olmayan akciğer kanseri, osteosarkom, yumurtalık karsinomu ve renal hücreli karsinomu gibi kanserler için umut verici prognostik göstergeler olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle lncRNA, potansiyel tümörijenik ve antitümörijenik RNA olarak da görülebilir. Çeşitli kanser türlerinde spesifik ekspresyonları ve fonksiyonel çeşitlilikleri nedeniyle, lncRNA'nın umut verici kanser teşhis uygulamaları, prognozu ve terapötik etkileri vardır. Bu derlemede, başta lncRNA'lar olmak üzere tüm

ncRNA'ların çeşitli hastalıklarla olan ilişkileri ve prognozdaki önemi son literatürler ışığında derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: kodlanmayan RNA'lar, prognoz, biyobelirteç, insan, hastalık

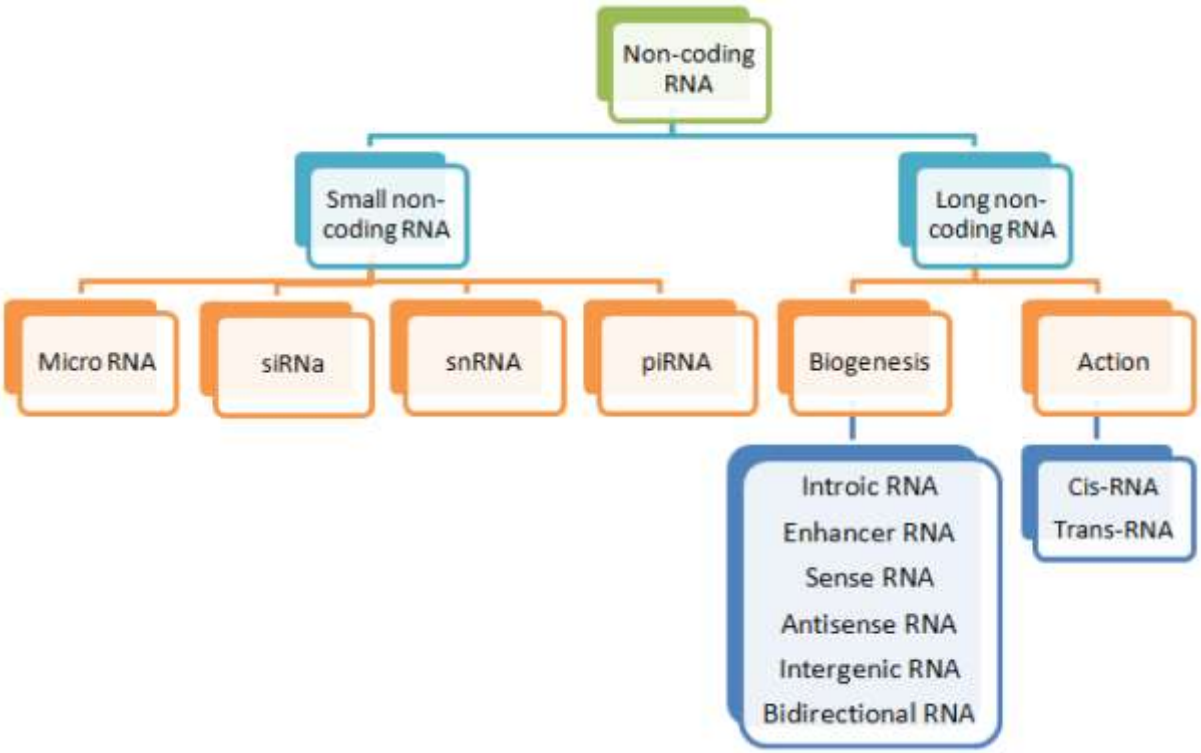
ABSTRACT

The human genome is estimated to contain 20,000 protein-coding genes that make up only ~2% of the genome sequence. The other ~3000 genes that do not code for proteins and are only transcribed into RNA are referred to as non-coding RNA (ncRNA). For many years, this part of the human genome that does not code for proteins has been considered "junk" DNA. In general, ncRNAs are divided into two main categories based on their size: short ncRNAs (<200 nucleotides) and long ncRNAs (lncRNA) (>200 nucleotides). Short ncRNAs, microRNAs (miRNAs), transfer RNAs (tRNAs), piwi-interacting RNAs (piRNAs), transcription-initiating RNAs (tiRNAs), and endogenous small interfering RNA 's (endo-siRNAs). ncRNAs have many functions, from catalyzing biological reactions to cellular defense, from developmental processes to cellular response. Other functions of ncRNAs include transcriptional and post-transcriptional gene silencing and chromosome remodeling. lncRNA are endogenous transcripts that are longer than 200 nucleotides, lack the specific open reading frame and cause inhibition of coding proteins. lncRNA can regulate a variety of physiological and pathological processes through post-transcriptional, post-translational and epigenetic mechanisms. Increasing evidence indicates that lncRNAs often play critical biological functions in gene expression, transcription, cellular development, differentiation, proliferation and cell fate. It has been reported that ncRNAs are overexpressed and suggested as biomarkers in many diseases, especially cancer. In addition, studies have shown that ncRNAs with high specificity and accuracy can become biomarkers, especially in different cancers, and have revealed that they play enormous roles in various human diseases. More importantly, aberrant expression of ncRNAs has been found to be involved in tumorigenesis, many of which have been shown to be associated with cancer prognosis. lncRNAs have been reported to be promising prognostic indicators for cancers such as hepatocellular carcinoma, non-small cell lung cancer, osteosarcoma, ovarian carcinoma and renal cell carcinoma. Therefore, lncRNA can also be viewed as potential tumorigenic and antitumorigenic RNA. Because of their specific expression and functional diversity in various cancer types, lncRNA has promising cancer diagnostic applications, prognosis, and therapeutic implications. In this review, the relationship of all ncRNAs, especially lncRNAs, with various diseases and their importance in prognosis have been compiled in the light of recent literature.

Keywords: non-coding RNAs, prognosis, biomarker, human, disease

1. KODLANMAYAN RNA'LAR

İnsan genomunun, genom dizisinin sadece yaklaşık %2' sini oluşturan yaklaşık 20.000 protein kodlayan gen içerdiği tahmin edilmektedir. Proteinleri kodlamayan ve yalnızca RNA'ya kopyalanan diğer ~3000 gen, kodlanmayan RNA (ncRNA) olarak adlandırılır. Uzun yıllar insan genomunun proteinleri kodlamayan bu kısmı "çöp" DNA olarak kabul edilmiştir (1). Genel olarak, ncRNA'lar boyutlarına göre iki ana kategoriye ayrılır: kısa ncRNA'lar (<200 nükleotit) ve uzun ncRNA'lar (lncRNA) (>200 nükleotid). Kısa ncRNA'lar, mikroRNA'lar (miRNA'lar), transfer RNA'lar (tRNA'lar), piwi etkileşimli RNA'lar (piRNA'lar), transkripsiyonu başlatan RNA'lar (tiRNA'lar) ve endojen küçük karışan RNA'lar (endo- siRNA'lar)'dır (2). Kodlanmayan RNA'ların sınıflandırılması Görsel 1'de özetlenmiştir (3).



Görsel 1: Kodlanmayan RNA'ların sınıflandırılması (3).

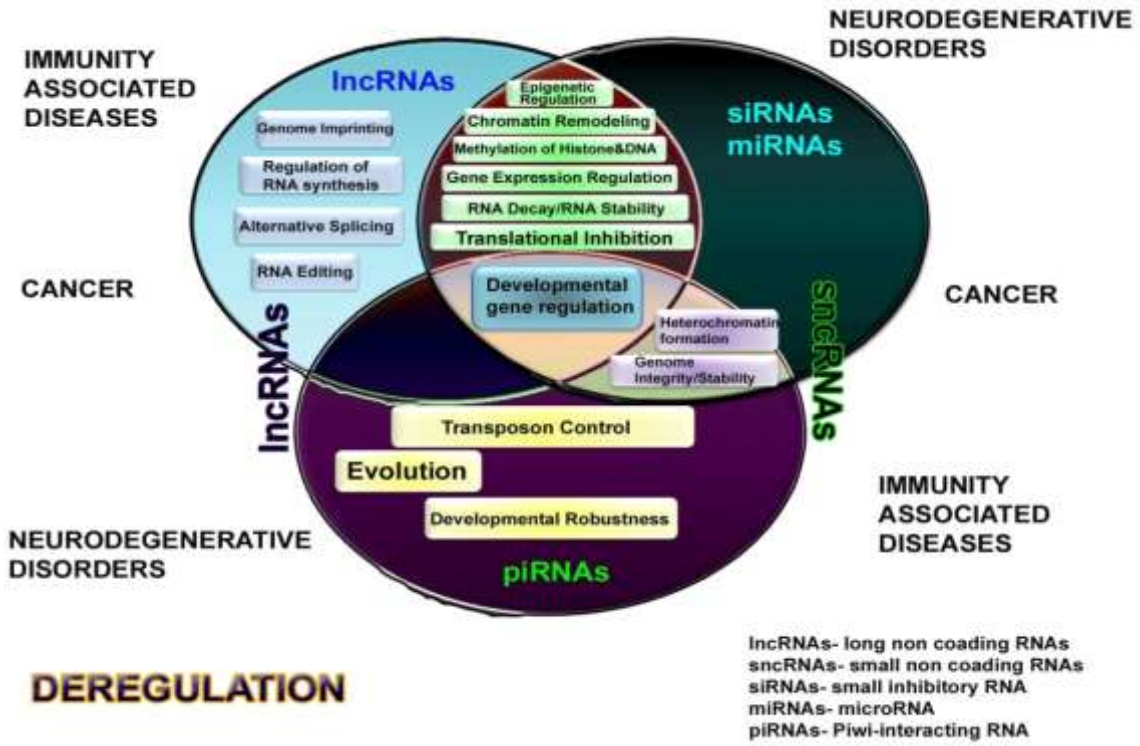
1.1. Kodlanmayan RNA'ların Fonksiyonları

ncRNA'lar, biyolojik reaksiyonların katalizlenmesinden hücresel savunmaya, gelişimsel süreçlerden hücresel cevaba kadar pek çok göreve sahiptir. ncRNA'ların diğer işlevleri arasında transkripsiyonel ve post-transkripsiyonel gen susturumu ve kromozomların yeniden modellenmesi de yer almaktadır (4). Farklı kodlanmayan RNA'lar ve bunların neden olduğu farklı bozukluklar arasındaki ilişki Görsel 2'de özetlenmiştir (5). ncRNA'ların, kromozom dinamiklerinin kontrolü, splicing, RNA düzenleme, translasyonel inhibisyon ve mRNA yıkımı dahil olmak üzere çok çeşitli işlevleri yerine getirdiği bilinmektedir. Ayrıca, RNA'nın ökaryotlarda hemen hemen tüm gen düzenleme düzeylerinde bir rol oynayabileceği

görülmektedir. ncRNA'lar stres yanıtlarında da rol oynar. Küçük kodlamayan transkript B2, ısı şoku altında murin kısa serpiştirilmiş elementlerden (SINE) RNA polimeraz III tarafından üretilir. B2 RNA, RNA polimeraz II'ye bağlanır ve ısı şokundan sonra transkripsiyonu baskılar. Primatlarda, RNA polimeraz III ayrıca beyne özgü Alu'dan türetilmiş transkript BC200'ü de üretir. Kodlamayan tekrarlayan RNA'lar ayrıca stresli insan hücrelerinde kopyalanır ve strese yanıt olarak epigenetik durumlarını heterokromatinden ökromatine değiştiren spesifik pericentromeric heterokromatik alanlarda toplanan 'nükleer stres cisimlerinde' lokalize edilir (6).

1.2. Kodlanmayan RNA'ların Hastalıklarla İlişkisi

ncRNA'lar kanser gelişimi sırasında gen ekspresyonunu düzenleyerek hücre farklılaşmasını, çoğalmasını, göçünü, anjiyogenezini, apoptozu ve diğer önemli biyolojik süreçleri düzenleyebilirler. Artan kanıtlar, kodlayıcı olmayan küçük RNA'ların tümör dokusunda veya tümör hastalarının dolaşımdaki kanında diferansiyel olarak eksprese edildiğini ve tümörün başlaması ve ilerlemesinde çok önemli bir düzenleyici rol oynadığını göstermektedir. Örneğin; miR-1290, kolorektal adenom ve kolorektal adenokarsinom hastalarının kanında önemli ölçüde upregüle edilmiştir. Kan miR-1290 seviyeleri, adenomları, kolorektal kanser hastalarını ve normal denekleri ayırt edebilmekte, bu da serum miR-1290'ın kolorektal kanser için potansiyel bir tanısal biyobelirteç olduğunu düşündürmektedir. Aynı zamanda, miR-1290'ın yüksek ifadesinin, kanser agresifliği ve kötü sonuç ile yakından bağlantılı olduğu gösterilmiştir (1). Tümörün varlığını, patolojik derecelendirmeyi, klinik evrelemeyi ve hastanın klinik sonucunu yansıtabilir. Bu, ncRNA'ların kanser teşhisi, prognoz biyobelirteçleri ve terapötik hedefler olarak hizmet etme konusunda büyük potansiyele sahip olduğunu göstermektedir (7).

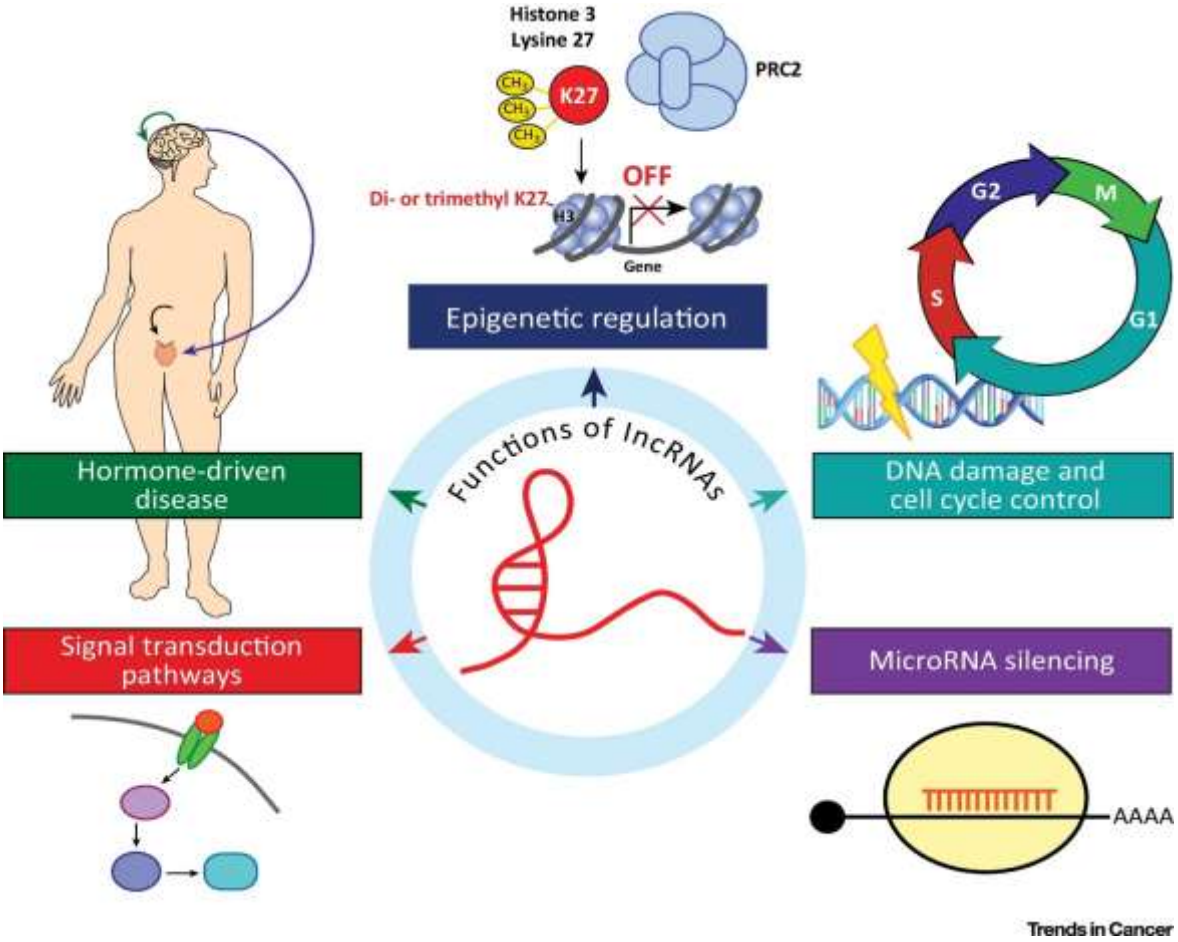


Görsel 2: Farklı kodlanmayan RNA'lar ve bunların neden olduğu farklı bozukluklar arasındaki ilişki (4).

Uzun kodlamayan RNA (lncRNA), 200 nükleotitten daha uzun, spesifik açık okuma çerçevesinden yoksun olan ve proteinleri kodlamanın engellenmesine neden olan endojen transkriptlerdir. lncRNA'lar, mRNA'ların birçok ortak özelliğini gösterir. lncRNA'ların çoğu, RNA polimeraz II tarafından kopyalanır ve transkripsiyon sonrası olarak değiştirilir. 5' şapka, 3' poliadenilasyon ve splicinge maruz kalırlar, ancak poli-A kuyrukları yoktur. mRNA' larla karşılaştırıldığında, lncRNA'lar daha az ekson içerir, düşük miktarda ifade edilir ve genellikle dokuya özgüdür (3). Protein kodlayan genlere göre konumlarına bağlı olarak, lncRNA'lar beş grupta sınıflandırılabilir: i) Genler arası lncRNA'lar (lincRNA): İki protein kodlayan gen arasında bulunur; ii) intronik lncRNA'lar: Protein kodlayan genlerin intronlarından kopyalanmıştır; iii) örtüşen lncRNA'lar: Aynı sarmal üzerindeki bir intron içinde bir kodlayıcı gen içerir; iv) antisens lncRNA'lar: Protein kodlayan sarmalın karşısından transkribe edilir; v) işlenmiş lncRNA'lar: Açık okuma çerçevesi (ORF) içermez. LncRNA, transkripsiyon sonrası, translasyon sonrası ve epigenetik mekanizmalar yoluyla çeşitli fizyolojik ve patolojik süreçleri düzenleyebilir. LncRNA'lar, gen ekspresyonunu ve kromatin yapısını farklı yollarla düzenler: i) Tuzak etkisi: Diğer RNA'lara ve proteinlere bağlanarak fonksiyonlarını değiştirir; ii) iskele etkisi: Sinyal bağlantıları oluşturmak için kromatinle modifiye edilmiş proteinleri ve DNA bölgelerini bağlamak; iii) transkripsiyon sonrası etki: Transkripsiyonla ilişkili bölgeleri bloke etmek için mRNA dizileriyle RNA dimerleri oluşturmak, ardından protein kodlayan genlerin stabilitesini, bölünmesini ve translasyonunu düzenler (8). LncRNA aracılı biyoloji, fare embriyonik kök hücrelerinde pluripotens ve X kromozomu inaktivasyonu dahil olmak üzere çok çeşitli hücresel süreçlerde yer almıştır. XIST gibi bazı lncRNA'lar, gen ekspresyonunun

düzenleyicileri olarak yalnızca çekirdekte çalışıyor gibi görünürken, diğerleri, sinyal iletimini ve mRNA'ların stabilitesini düzenlemek için ağırlıklı olarak sitoplazmada işlev görür. LncRNA aktivitesinin birkaç farklı mekanizması tarif edilmiştir. En belirgin şekilde, lncRNA'ların, ribonükleoprotein kompleksleri oluşturmak için protein ortaklarıyla iş birliği yaptığı gösterilmiştir (9).

Artan kanıtlar, lncRNA'ların genellikle gen ekspresyonu, transkripsiyon, hücresel gelişim, farklılaşma, çoğalma ve hücre kaderinde kritik biyolojik işlevler oynadığını göstermektedir. Ayrıca çalışmalar, yüksek özgüllük ve doğruluğa sahip lncRNA'ların kanserlerde biyobelirteçler haline gelebileceğini göstermiştir. Bu nedenle lncRNA, potansiyel tümörijenik ve antitümörijenik RNA olarak görülebilir (10). Birkaç lncRNA'nın, başlıca kanserle ilişkili anahtar transkripsiyonel aktivatörleri düzenleme yetenekleri aracılığıyla, çeşitli kanserlerin patogenezinde fonksiyonel rollere sahip olduğu görülmektedir. Özellikle HOTAIR, MALAT1 ve PVT1 gibi lncRNA'ların birden fazla kanserde sürekli olarak düzensiz olduğu gösterilmiştir ve onkojenik özellikleri sonraki çalışmalarda doğrulanmıştır. Bununla birlikte, ortaya çıkan kanıtlar, lncRNA'ların dolaşımda cell-free RNA'lar olarak tespit edilebildiğini ve invaziv olmayan kanser biyobelirteçleri için umut verici bir kaynak gibi göründüğünü göstermektedir. Ayrıca, UCA1, MALAT1 ve H19 gibi kanserle ilişkili birkaç iyi bilinen lncRNA'nın, kanser hastalarının serum ve plazmasında aşırı eksprese edildiği gösterilmiştir (2). Kanserde, lncRNA'lar, hem onkogenler hem de tümör baskılayıcılar olarak işlev gören, daha önce yeterince takdir edilmeyen transkripsiyonel düzenlemenin belirgin bir katmanı olarak ortaya çıkmaktadır. Örneğin; HOTAIR lncRNA'nın aşırı ekspresyonu, agresif meme, kolorektal, hepatoselüler ve gastrointestinal stromal tümörlerle ilişkilidir, lncRNA TARID ise tümör baskılayıcılarda promotör demetilasyonu yoluyla kanser oluşumunu önler. Kanserde lncRNA'ların işlevleri Görsel 3'te özetlenmiştir (9).



Görsel 3: Kanserde lncRNA'ların işlevleri (9).

Yapılan çalışmalar, lncRNA'ların dokuya özgü ifadeye sahip olduğunu ve farklı kanser türlerinde serbest bırakıldığı göstermiştir. Örneğin, miR-155'in aşırı ekspresyonu hematopoietik, meme, akciğer ve kolon kanserlerinde rapor edilirken, miR-21 glioblastomada aşırı eksprese edilmektedir. Ek olarak, miR-17-92'yi aşırı eksprese eden transgenik farelerde lenfoproliferatif bozukluklar bulunmuştur. Akciğer, kolon ve mide kanseri vakalarının, miR-17-92 kümesinin aşırı ekspresyonu ile ilişkili olduğu bulunmuştur (5). Çok sayıda tümörde, ncRNA'ların aşırı eksprese edildiği ve biyobelirteçler olarak önerildiği rapor edilmiştir. Örneğin, birkaç lncRNA'nın (GAS5 veya H19) ürotelyal karsinomda sıklıkla veya sürekli olarak aşırı eksprese edildiği rapor edilmiştir ve bireysel tanısal veya prognostik biyobelirteçler olarak önerilmiştir (11). Diğer çalışmalar, miRNA ve lncRNA'ların her ikisinin de tümör baskılayıcı genler veya onkogenler olarak işlev görebileceğini göstermiştir. Tümör baskılayıcı gen p53, miR-34 ailesinin üç gen üyesini düzenler. miR-34 aktivasyonu, hücre döngüsü durmasının indüklenmesi ve apoptozun teşvik edilmesi gibi p53 aktivitesine benzer ve p53 aracılı apoptoz, miR-34'ün yokluğunda kusurlu hale gelir (5).

Çoklu lncRNA'ların anormal ekspresyonunun tümörijenezde yer aldığı bulunmuş ve bunların çoğunun kanser prognozu ile körele olduğu gösterilmiştir. Çoklu lncRNA'ların, hepatoselüler

karsinom, küçük hücreli olmayan akciğer kanseri, osteosarkom, yumurtalık karsinomu ve renal hücreli karsinomu gibi kanserler için umut verici prognostik göstergeler olduğu bildirilmiştir (12). Günümüzde lncRNA'ları hedefleyen birkaç biyobelirteç veya terapötik ajan bulunmaktadır. Prostat kanseri için erken tanısal bir biyobelirteç olan prostat kanseri antijeni 3 (PCA3), şu anda klinik kullanım için onaylanmış ilk ve tek lncRNA'dır. Klinik deneylerden geçen veya patenti alınan bazı lncRNA'lar da vardır. Ayrıca, Angelman sendromunda UBE3A-ATS, Dravet sendromunda SCN1ANAT ve spinal müsküler atrofide SMN-AS1 dahil lncRNA bazlı ilaç keşiflerine ilişkin diğer araştırmalar da lncRNA'ların potansiyelini göstermektedir (13). Çeşitli kanser türlerinde spesifik ekspresyonları ve fonksiyonel çeşitlilikleri nedeniyle, lncRNA'nın umut verici kanser teşhis uygulamaları, prognozu ve terapötik etkileri vardır (10).

2. SONUÇ

ncRNA'lar, biyolojik reaksiyonların katalizlenmesinden hücresel savunmaya, gelişimsel süreçlerden hücresel cevaba kadar pek çok göreve sahiptir. ncRNA'ların, kromozom dinamiklerinin kontrolü, splicing, RNA düzenleme, translasyonel inhibisyon ve mRNA yıkımı dahil olmak üzere çok çeşitli işlevleri yerine getirdiği bilinmektedir. Çok sayıda tümörde, ncRNA'ların aşırı eksprese edildiği ve biyobelirteçler olarak önerildiği rapor edilmiştir. Yapılan çalışmalar ncRNA'ların kanser teşhisi, prognoz biyobelirteçleri ve terapötik hedefler olarak hizmet etme konusunda büyük potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Başta lncRNA'lar olmak üzere çeşitli kanser türlerinde spesifik ekspresyonları ve fonksiyonel çeşitlilikleri nedeniyle, ncRNA'ların umut verici kanser teşhis uygulamaları, prognozu ve terapötik etkileri vardır.

KAYNAKÇA

1. Xiong Q, Zhang Y, Li J, Zhu Q. Small Non-Coding RNAs in Human Cancer. Genes (Basel). 2022 Nov 9;13(11):2072.
2. Toden S, Goel A. Non-coding RNAs as liquid biopsy biomarkers in cancer. Br J Cancer. 2022 Feb;126(3):351-360.
3. Choudhary C, Sharma S, Meghwanshi KK, Patel S, Mehta P, Shukla N, Do DN, Rajpurohit S, Suravajhala P, Shukla JN. Long Non-Coding RNAs in Insects. Animals (Basel). 2021 Apr 14;11(4):1118.
4. Carninci P, Kasukawa T, Katayama S, et al. The transcriptional landscape of the mammalian genome. Science 2005; 309:1559–63.
5. Bhadra U, Chowdhury DR, Mondal T, Bhadra MP. Long Noncoding RNAs are Frontier Breakthrough of RNA World and RNAi-based Gene Regulation. RNA Interference [Internet]. 2016 Apr 6.
6. John S. Mattick, Igor V. Makunin, Non-coding RNA, Human Molecular Genetics, Volume 15, Issue suppl_1, 15 April 2006, Pages R17–R29.
7. Xiong Q, Zhang Y, Li J, Zhu Q. Small Non-Coding RNAs in Human Cancer. Genes (Basel). 2022 Nov 9;13(11):2072.

8. Zhang R, Xia LQ, Lu WW, Zhang J, Zhu JS. LncRNAs and cancer. Oncol Lett. 2016 Aug;12(2):1233-1239.
9. Sahu A, Singhal U, Chinnaiyan AM. Long noncoding RNAs in cancer: from function to translation. Trends Cancer. 2015 Oct 1;1(2):93-109.
10. Wang Y, Fu L, Lu T, Zhang G, Zhang J, Zhao Y, Jin H, Yang K, Cai H. Clinicopathological and Prognostic Significance of Long Non-coding RNA MIAT in Human Cancers: A Review and Meta-Analysis. Front Genet. 2021 Sep 30;12:729768.
11. Diamantopoulos MA, Tsiakanikas P, Scorilas A. Non-coding RNAs: the riddle of the transcriptome and their perspectives in cancer. Ann Transl Med. 2018 Jun;6(12):241.
12. Xia Y, Liu Z, Yu W, Zhou S, Shao L, Song W, Liu M. The prognostic significance of long noncoding RNAs in bladder cancer: A meta-analysis. PLoS One. 2018 Jun 5;13(6):e0198602.
13. Qian Y, Shi L, Luo Z. Long Non-coding RNAs in Cancer: Implications for Diagnosis, Prognosis, and Therapy. Front Med (Lausanne). 2020 Nov 30;7:612393.

ÖKARYOTİK GEN YAPISINDAKİ İNTRONLARIN ÖNEMİ ve HASTALIKLARLA İLİŞKİSİ

THE IMPORTANCE OF INTRONS IN THE STRUCTURE OF EUKARYOTIC GENES and THEIR RELATIONSHIP WITH DISEASES

M.Sc. Bio. YASEMİN OYACI[1], Prof.Dr. SACİDE PEHLİVAN[2]

[1] Institute of Graduate Studies in Health Sciences, Istanbul University, Istanbul, Turkey.

ORCID NO: 0000-0002-1338-0087

[2] Department of Medical Biology, Istanbul University, Istanbul Faculty of Medicine, Istanbul, Turkey.

ORCID NO: 0000-0003-1272-584

ÖZET

İnsan genlerinin %3'ü protein kodlayan dizileri içerirken ökaryotik gen yapısının en önemli özelliklerinden biri tipik olarak ekson ve intron bölgeleri içermesidir. Tüm intronlar transkripsiyon yoluyla RNA'lara ve replikasyon süreçleriyle de DNA'lara kopyalanır, ancak protein kodlama dizilerine katılmaz. İntronların evrimsel kökenine bakıldığında, çoğunun prokaryot-ökaryot ayrışmasından sonra DNA'ya eklendiği düşünülmektedir ve intronlarla ilgili 2 teori (Erken ve Geç) hala tartışılmaktadır. İntronların, ökaryotlarda keşfedildiklerinden bu yana önemleri ayrıntılı moleküler teknikler sayesinde giderek daha iyi anlaşılabilmektedir. İntronların; protein çeşitliliği sağlayan alternatif uç birleştirme mekanizmasında, gen ifadesinin pozitif regülasyonunda, mRNA'ları seçici olarak ortadan kaldıran gözetim mekanizmasında, mRNA taşınması ile kromatin montajının yapılmasında önemli rolleri gösterilmiştir. Gen içindeki intronların farklı sıralı konumları ise farklı işlevsel role sahiptir. Transkripsiyon faktörü bağlama motifleri ve aktif histon işaretleri ilk intronlarda oldukça zengindir. İntronların uzunluğu, doğal seçilimin verimliliğinde önemlidir ve birkaç çeşit kodlamayan işlevsel RNA genini kodladığı da gösterilmiştir. Aynı zamanda, intronlar ait oldukları genlerin ekspresyonunu etkileyebilen fonksiyonel polimorfizmleri de barındırırlar. Bu intronik varyantlardan bazılarının hastalığa yatkınlık sağlayabildiği veya genotip-fenotip ilişkisini başka şekilde modüle edebildiği bildirilmiştir. Bu varyantların çoğu tek nükleotid (SNP), bazıları ise çoklu nükleotit tekrar dizilerini (VNTR) içermektedir. CD244 genindeki varyantların (rs6682654/rs3766379) romatoid artrit duyarlılığını arttırdığı; FGFR2 genindeki varyantın (rs2981578) meme kanserine yatkınlığı, FOXP3 genindeki varyantın (rs3761548) sedef hastalığına yatkınlığı arttırdığı bildirilmiştir. GSK3B genindeki varyant (rs6438552) ise Parkinson hastalığında artmış risk ile ilişkili bulunmuştur. Miyokard enfarktüsü, obezite, çocukluk çağı akut lenfoblastik lösemi ve osteoporoz gibi çok çeşitli hastalıkların riski ile ilişkilendirilmiş intronik polimorfizmler de literatürde bildirilmiştir. SNP'lerin yanı sıra intronlardaki VNTR polimorfizmleri de sıklıkla çalışılmaktadır. Endotelyal eNOS (intron4a/b VNTR); madde kullanım bozukluklarında, akciğer kanserinde, endometriyal karsinomda,

bipolar hastalık ve şizofrenide çalışılmış ve anlamlılık belirlenmiştir. IL-1RA ve IL-4 genlerindeki VNTR'lar ise çeşitli enflamatuar hastalıklarla ilişkilendirilmektedir. Bu çalışmada, uzun bir süre ökaryotik genomda yük olarak görülen intronların artan önemi ve çeşitli hastalıklarla ilişkilendirilmiş fonksiyonel intronik polimorfizmler gözden geçirilecektir.

Anahtar kelimeler: Ökaryotik gen, intron, polimorfizmler, SNP, VNTR

ABSTRACT

Protein-coding sequences are found in 3% of human genes, and one of the most important characteristics of eukaryotic gene structure is the presence of exon and intron regions. Introns are all transcribed into RNAs and DNAs by transcription and replication processes, but they do not participate in protein coding sequences. In terms of intron evolution, most are thought to have been added to DNA after prokaryote-eukaryote divergence, and two theories about introns (Early and Late) are still debated. Since the discovery of introns in eukaryotes, their importance has been increasingly recognized by detailed molecular techniques. It has been shown that introns play an important role in the alternative splicing mechanism that provides protein diversity, in the positive regulation of gene expression, in the surveillance mechanism that selectively removes mRNAs, in mRNA transport and chromatin assembly. Different ordered positions of introns in the gene have different functional roles. Transcription factor binding motifs and active histone markers are very rich in first introns. The length of introns is important in the efficiency of natural selection and has also been shown to encode several types of functional non-coding RNA genes. Also, introns contain functional polymorphisms that can affect the expression of the genes to which they belong. It has been reported that some of these intronic variants may predispose to disease or otherwise modulate the genotype-phenotype relationship. Most of these variants contain single nucleotide (SNP) and some contain multiple nucleotide repeat sequences (VNTR). Variants in the CD244 gene (rs6682654/rs3766379) increased susceptibility to rheumatoid arthritis; It has been reported that the variant in the FGFR2 gene (rs2981578) increases susceptibility to breast cancer, and the variant in the FOXP3 gene (rs3761548) increases the susceptibility to psoriasis. The variant in the GSK3B gene (rs6438552) was associated with an increased risk in Parkinson's disease. Intronic polymorphisms associated with the risk of a wide variety of diseases such as myocardial infarction, obesity, childhood acute lymphoblastic leukemia and osteoporosis have also been reported in the literature. Besides SNPs, VNTR polymorphisms in introns are also frequently studied. Endothelial eNOS (intron4a/b VNTR); It has been studied in substance use disorders, lung cancer, endometrial carcinoma, bipolar disease and schizophrenia, and its significance has been determined. VNTRs in IL-1RA and IL-4 genes are associated with various inflammatory diseases. In this study, the increasing importance of introns, which have long been regarded as burdens in the eukaryotic genome, and functional intronic polymorphisms associated with various diseases will be reviewed.

Keywords: Eukaryotic gene, intron, polymorphisms, SNP, VNTR

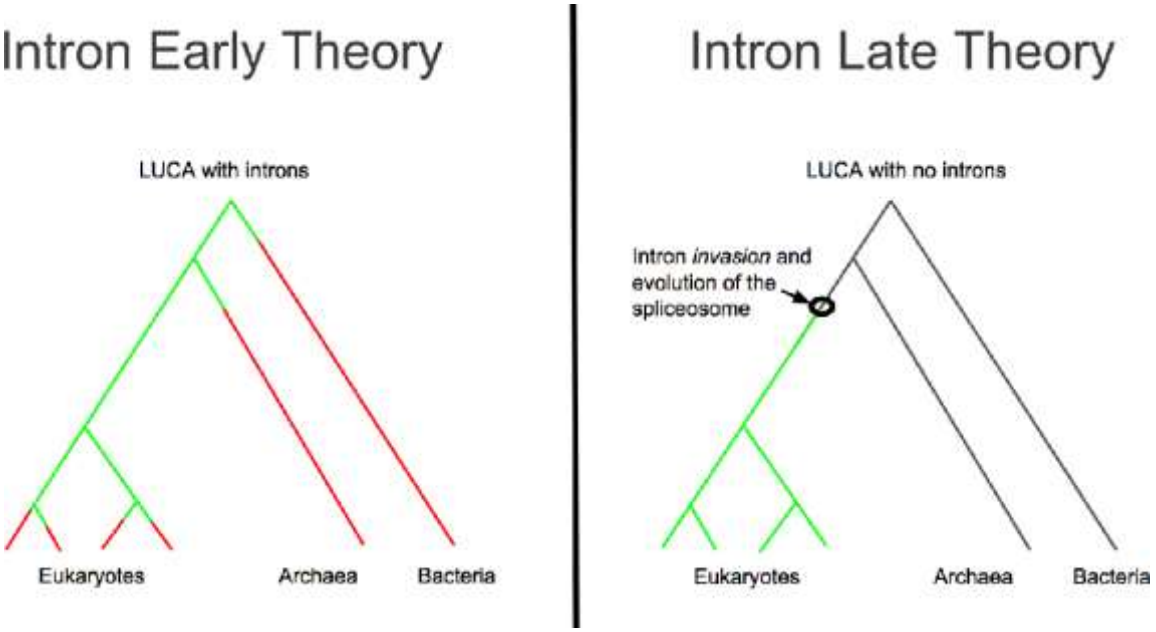
1. GİRİŞ

Tüm ökaryotik genomlar, bazı gen yapılarının parçaları olarak intronlar taşırlar. İntronlar, beş snRNA ve 150'den fazla protein içeren spliceosome adı verilen karmaşık bir moleküler mekanizma tarafından elimine edilir. Ekson bölgeleri, son olgun mRNA molekülünde tutulurken, intron bölgeleri, transkripsiyon sonrası işlem sırasında ayrılır (kesilir). Bir genin intron bölgeleri, ekzon bölgelerinden önemli ölçüde daha uzun olabilir. Genomdaki intronların varlığı, bazı hücreler için bir yük olmalıdır, çünkü hücreler, karmaşık spliceosomal makinelerin yardımıyla onları tam olarak doğru konumlarda kopyalamak ve çıkarmak için çok fazla enerji tüketmek zorundadır. Uzun evrimsel tarih boyunca varoluş, ancak intron taşımanın seçici avantajlarının, intronların olumsuz etkilerinin üstesinden gelmek için hücrelere verildiği varsayılırsa açıklanabilir.

2. ERKEN VE GEÇ İNTRON TEORİLERİ

1970'lerde intronların ve eklemelerin keşfi, kökenlerine ilişkin Erken-İntron ve Geç-İntron olarak bilinen iki teoriye yol açtı. Erken-İntron teorisi (veya "genlerin ekzon teorisi"), intronların sadece genler arasındaki genomik bölgeler oldukları prokaryotların ve ökaryotların ortak atalarında bulunduğunu öne sürdü. Bu teoriye göre proteinlerin çok eski zamanlardan beri var olmasından dolayı, intronların da arke, bakteri ve ökaryotların farklılaşmasından önceki zamanlarda türedikleri sanılmaktadır. Erken-intronlar hipotezinin en ciddi sorunu, spliceosomal intronların arke ve bakterilerde bulunmayışıdır (1-3).

Geç-İntron teorisi ise bunun aksine, spliceosomal intronların yalnızca ökaryotlarda ortaya çıktığını, burada daha önce bölünmemiş genleri işgal eden kendi kendini parçalayan intronlardan türetildiğini ve spliceosome'un onları ortadan kaldırmanın bir yolu olarak evrimleştiğini öne sürmüştür (4-6).



Görsel 1: Erken ve Geç intron teorileri. LUCA:Son evrensel ortak ata. (7).

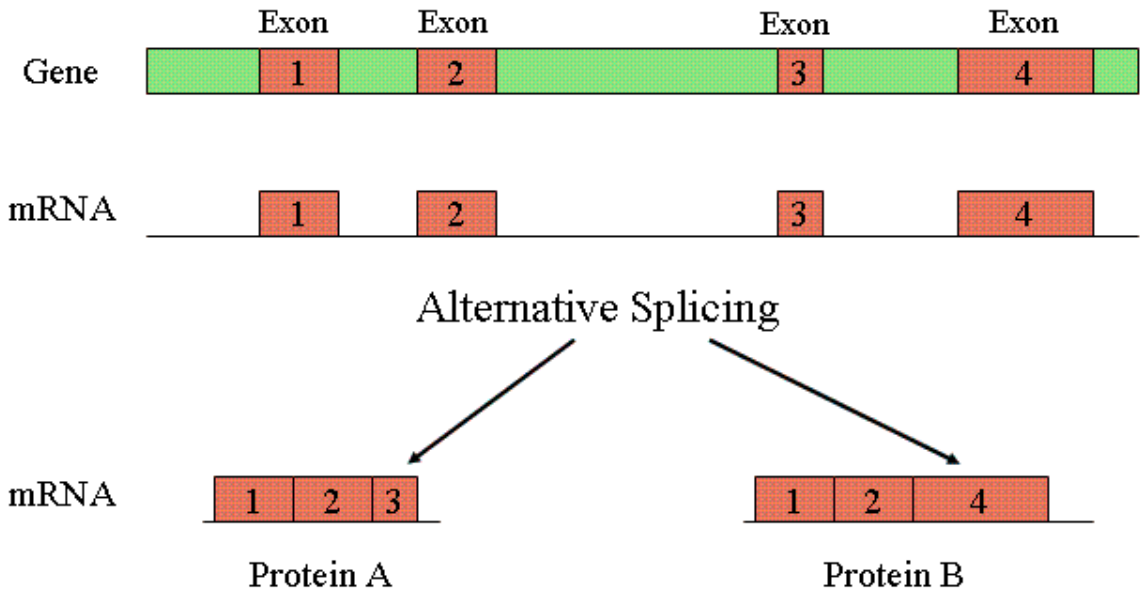
İntronların kökeni hakkındaki tartışma, yani intron-erken ve intron-geç hipotezi, henüz tamamlanmamış olsa da spliceosomal intronların çoğunun prokaryot-ökaryot ayrışmasından sonra elde edildiği açıktır (8,9).

3. İNTRONLARIN DOĞRUDAN ROLLERİ

İntronlar, transkripsiyon sonrası splicing mekanizmasında ve intronlu yapıların intronsuz yapılara göre gen ekspresyonlarının yüksek seviyede artırılmasında doğrudan rol alırlar.

3.1. Alternatif Splicing Düzenlemesi

Alternatif splicing, ökaryotik bir hücrede tek bir genden çok sayıda varyant protein üreten kontrollü bir moleküler mekanizmadır. Protein repertuarı veya çeşitliliği, intronların kısmen önemli roller üstlendiği alternatif splicing ile büyük ölçüde geliştirilir. Alternatif splicing ile artan protein repertuarının dikkat çekici örneklerinden biri, potansiyel olarak 38000'den fazla izoformu üretilebilen Drosophila Dscam genidir. Pan ve ark. insan genomundaki multiekson genlerinin yaklaşık % 95'inin alternatif splicinge maruz kalabileceğini düşündüren deneysel kanıtlar sağlamıştır (10). Alternatif splicingin insanlardaki kayda değer bir örneği, kas proteini titini kodlayan ve 364 kodlama ekzonu ve RNA dizilimi ile tanımlanan 4039 farklı ekleme olayını içeren insan geni TTN'dir.

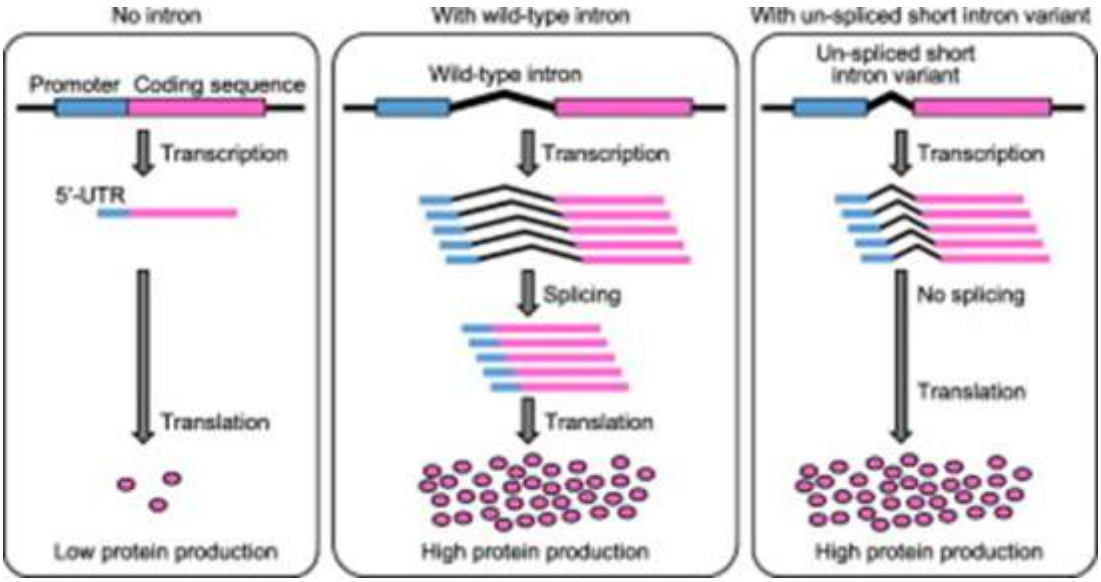


Görsel 2: Alternatif Splicing düzenlemesi (11).

3.2.Gen İfadesinin Pozitif Regülasyonu

İntronların ekspresyon arttırıcı etkisi ilk olarak, intronlu veya intronsuz simian virüsü 40 yapıları kullanılarak yapılan deneyde fark edildi ve bu, protein ürünlerinin intronları olmadan önemli ölçüde azaldığını göstermiştir (12). Daha sonra, Buchman ve Berg, belirli bir koşulda, intronlu yapıların, intronsuz yapılardan 400 kata kadar daha yüksek ifade edildiğini gösterdi, bu da intronların gen ifadesini güçlü bir şekilde artırabileceğini öne sürdü (13). Aslında, bazı

intronlar, daha yüksek bir ifade seviyesini garanti etmek için ifade vektörlerini oluşturmak üzere dahil edilmek üzere tasarlanmıştır (14). Mayada gerçekleştirilen büyük ölçekli bir analiz, intronlu genlerin, intronsuz genlere kıyasla daha yüksek bir gen ekspresyonu seviyesine sahip olma eğiliminde olduğunu da doğruladı (15). Benzer bir gözlem memelilerde de yapılmıştır (16).



Görsel 3: İntronların gen ekspresyonundaki rolleri (17).

4. İNTRONLARIN DOLAYLI ROLLERİ

İntronların doğrudan oynadığı roller dışında dolaylı olarak katkıda bulunduğu mekanizmalar da bulunmaktadır. Gen içindeki intronların, özellikle ilk sıradaki intronları hem transkripsiyonel hem de translasyonel düzenlemede görev alması, doğal seçilimde Hill-Robertson (HR) müdahalesini serbest bırakarak verimi arttırmaları ve çok çeşitli kodlamayan işlevsel RNA'ları barındırmaları bu dolaylı olarak rol oynadığı mekanizmalardır.

4.1.Gen İçindeki İntronların Farklı Sıralı Konumlarının Farklı İşlevsel Rolleri

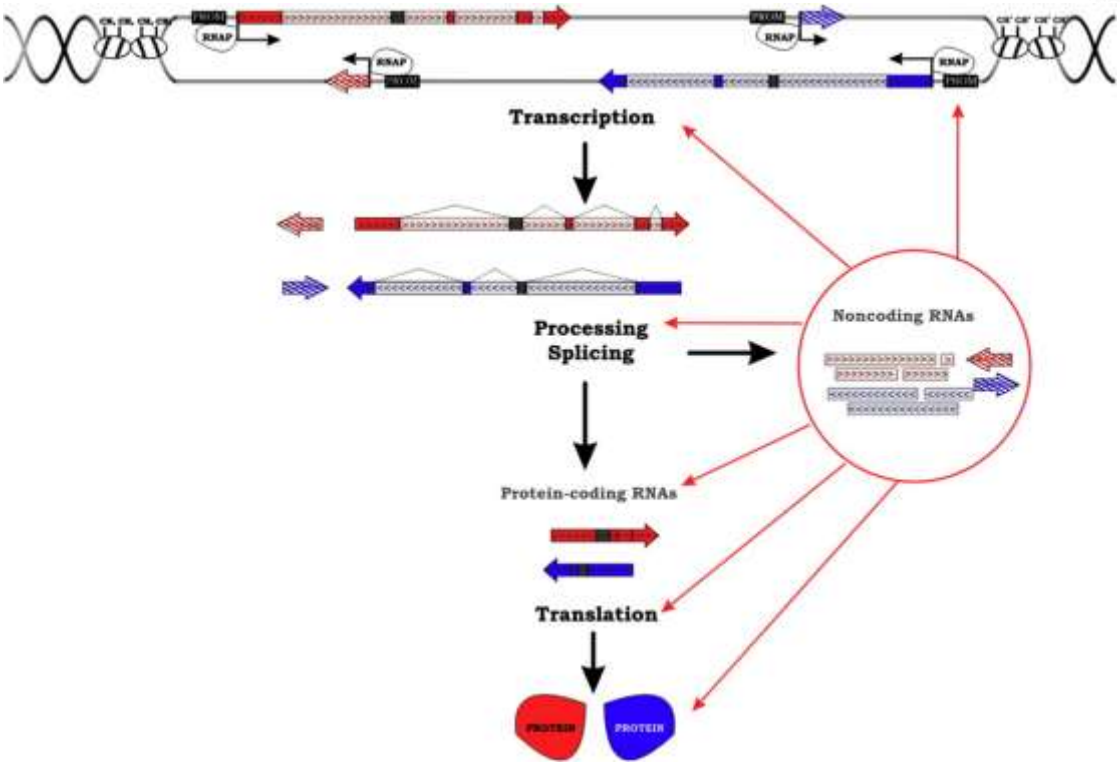
Bir gen içindeki tüm intronlar arasında ilk intron, özellikle bir araştırma odağı olmuştur. İlk intron, bitkiler ve hayvanlar da dahil olmak üzere çoğu türde bir gen içindeki diğer tüm aşağı akış intronları arasında en uzun olanıdır (18). Ek olarak, belirli transkripsiyon faktörü bağlama motifleri ilk intronlarda zenginleştirilmiştir (19). Genlerin farklı kısımları, farklı ortalama intron boyutlarına sahiptir, örneğin, 5' UTR'lerdeki intronların boyutu, kodlama bölgelerindeki intronların iki katı kadar büyüktür (20). Drosophila'da uzun intronlar kısa olanlardan daha yavaş gelişir ve ilk intronlar diğer intronlara kıyasla en uzun olanlardır (21). Ayrıca, H3K4me1 ve H3K4me3 gibi aktif histon işaretlerinin ilk intronlarda önemli ölçüde zenginleştiği ve genin taşıdığı ekson sayısı arttıkça bir genin ilk intron boyutunun büyüdüğü gösterilmiştir (22). İlk intronlar, bazı mRNA'ların doğru sitoplazmik lokalizasyonunda ve ayrıca transkripsiyonel ve translasyonel düzenlemede önemli rollere sahiptir (23,24).

4.2. İntronların Uzunluğunun, Doğal Seçilimin Verimliliğindeki Önemi

Comeron ve arkadaşlarına göre uzun intronlar tercih edilir çünkü onlar Hill-Robertson (HR) müdahalesini serbest bırakarak doğal seçilimin etkinliğini arttırırlar. HR müdahalesi, temel olarak, doğal seçilimin etkinliğinin azalmasına yol açan, sonlu (sayılabilir) popülasyonlarda seçilim altındaki iki bölge arasındaki genetik bağlantı olarak tanımlandı (25). HR girişim modeli, ekson-intron yapılarında farklılık gösteren genler arasında seçim etkinliğinin farklı olması gerektiğini, böylece daha uzun intronlara sahip genlerin, iki komşu eksondaki iki bölge arasındaki rekombinasyonu artırarak daha zayıf HR girişimi altında olması gerektiğini öngörür. Başka bir deyişle, intronlar, sonlu popülasyonlarda doğal seçilimin etkisi altındaki bölgeler arasındaki intragenik HR girişimini gevşetmede bir role sahip olabilir. Rekombinasyon, bağlantılı lokuslarda birbirinden bağımsız olarak oluşan iki uygun alelin birlikte yer almasına olanak verir ve böylece intronların genlerin evrimsel tarihi boyunca nasıl sürdürüldüğüne dair makul senaryolardan biri olabilen doğal seçilimin etkinliğini arttırır (26).

4.3.İntronların, Birkaç Çeşit Kodlamayan İşlevsel RNA Genini Barındırması

Büyük ölçüde paralel dizileme tekniklerine dayanan son çalışmalar, miRNA'lar, siRNA'lar, piwi etkileşimli RNA'lar (piRNA'lar), uzun kodlamayan RNA'lar (lncRNA'lar) ve küçük nükleolar RNA'lar (snoRNA'lar) dahil olmak üzere genomlardaki çeşitli kodlamayan RNA'ların (ncRNA'lar) tanımlanmasına katkıda bulunmuştur ve tercihen genler içindeki intron bölgelerinde yer aldıkları bilinmektedir (27). Örneğin, insan genomundaki miRNA'ların yaklaşık yarısı intronlarda bulunur ve bunlar genellikle konakçı genlerin promotörleri tarafından düzenlenen konakçı genleriyle birlikte eksprese edilir (28). MiRNA'lara benzer şekilde, bazı snoRNA'lar intronlarda bulunur ve ayrıca konak transkripsiyonel ve ekleme makineleri tarafından düzenlenirler (29). lncRNA'lar ve siRNA'lar dahil olmak üzere diğer ncRNA'lar da intron bölgelerinde bulunur, ancak intronlardaki lncRNA'ların ve siRNA'ların oranı, intronlardaki miRNA'ların ve snoRNA'larınkinden daha düşüktür (30). İntronlar, ekleme tamamlandıktan sonra klasik olarak bozulur; bununla birlikte, intron bölgelerine gömülü olan bu ncRNA genleri, intronun çıkarılması üzerine üretilir. Ayrıca, transkribe olan intronik bölgeler konakçı genlerden bile daha uzun süre hayatta kalabilirler. İntronlarda yer alan ncRNA'ların, konakçı genlerin promotörleri ve uçbirleştirme makineleri tarafından konakçı genleriyle birlikte ifade edildiği ve birlikte düzenlendiği göz önüne alındığında, konak genlerin ifadesinin oto-düzenlenmesinde rol oynadıkları düşünülmektedir (27).



Görsel 4: İntronik protein kodlamayan RNA'ların (ncRNA'lar) mekanizmaları (31).

5. İNTRONİK POLİMORFİZMLER

5.1.İntronik Tek Nükleotit Polimorfizmleri (SNP)

İntronlar, onları barındıran genlerin ekspresyonunu etkileyebilen fonksiyonel polimorfizmleri de barındırırlar. Bu intronik varyantlardan bazıları ayrıca hastalığa yatkınlık sağlayabilir veya genotip-fenotip ilişkisini başka şekilde modüle edebilir. Genom çapında ilişkilendirme çalışmalarının (GWAS) ortaya çıkmasıyla birlikte, artan sayıda potansiyel olarak işlevsel intronik varyantlar belirlenmektedir (32).

AGTR2 geni rs1403543 polimorfizminin doğuştan böbrek ve idrar yollarının anomalilerine yatkınlıka (33), *BANK1* geni rs17266594 polimorfizminin sistemik lupus eritematozusa duyarlılıkla (34), *CD244* geni rs6682654, rs3766379 polimorfizmlerinin romatoid artrit duyarlılığını arttırmada (35), COL1A1 geni rs1800012 polimorfizminin kemik yoğunluğunun azalmasında ve osteoporoza yatkınlıkla (36), *FGFR2* geni rs2981578 polimorfizminin meme kanserine yatkınlıkla (37), *FOXP3* geni rs3761548 polimorfizminin sedef hastalığına yatkınlıkla (38), *GSK3B* geni rs6438552 Parkinson hastalığı riskini arttırmayla (39) ve *LTA* geni rs909253 polimorfizminin miyokard enfarktüsüne yatkınlıkla (40) ilişkili olabileceği bildirilmiştir.

5.2.İntronik Değişken Sayı Tandem Tekrarlar (VNTR)

SNP'lerin yanı sıra intronlardaki VNTR polimorfizmleri de sıklıkla çalışılmaktadır. Endotelyal eNOS (intron 4a/b VNTR), madde kullanım bozukluklarında (41), akciğer kanserinde (42), endometriyal karsinomda (43), bipolar hastalık ve şizofrenide (44) çalışılmış ve anlamlılık belirlenmiştir. IL-1RA intron 2 ve IL-4 intron 3 VNTR'lar ise çeşitli enflamatuar hastalıklarla

ilişkilendirilmektedir (45,46). ABCA7 genindeki bir intronik varyantın ise genişletilmiş alellerinin, Alzheimer hastalarında oldukça zengin olduğu ve Alzheimer riskini artırabileceği bildirilmiştir (47). Transkripsiyon üzerinde net bir etki gösterilmemesine rağmen, Ogilvie ve ark., serotonin transporter geninin ikinci intronu içindeki bir VNTR polimorfizmi ile majör depresyona yatkınlık arasında bir ilişki olduğunu bildirmiştir (48). DAT1 geninin 8. intronunda yer alan 30 bp'lik VNTR'in ise kokain bağımlılığı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (49). Romatoid artrit (RA) hastalarında yapılan bir çalışmada ise, XRCC4 genindeki intron 3 VNTR polimorfizminin, RA ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir (50). XRCC4 genindeki intron 3 VNTR'ın başka bir çalışmada, kolorektal kanser gelişimi için risk faktörünü önemli ölçüde artırdığı gösterilmiştir (51).

6. SONUÇ

İntronlar uzun bir süre ökaryotik genomda yük olarak görülmüştür. Doğrudan yer aldığı alternatif splicing mekanizması ile protein repertuarının çeşitlendirilmesine ve varlıklarının gen ekspresyonunun artışına muazzam bir katkı yaptığının keşfedilmesiyle birlikte intronlar bu yakıştırmadan kurtulmuşlardır. Çok çeşitli kodlamayan RNA'ların intronlardan çıkarılması ve doğal seçilimde verimliliği arttırması da intronların varlığının dolaylı olarak etkilediği ve evrimsel süreçte avantaj sağladığı durumlar olarak görülmektedir. İntronlardaki SNP ve VNTR varyantlar kanser, enflamatuar hastalıklar ve nörodejeneratif hastalıklar başta olmak üzere risk ve duyarlılığı arttırabilmektedir. Keşiflerinden itibaren büyük bir gizem taşıyan intronların önemi, yapılan çalışmalarla birlikte her geçen gün artmaktadır.

KAYNAKÇA

1. Darnell J. E., Jr (1978). Implications of RNA-RNA splicing in evolution of eukaryotic cells. *Science (New York, N.Y.)*, *202*(4374), 1257–1260.
2. Doolittle, W. Genes in pieces: were they ever together?. *Nature* **272**, 581–582 (1978).
3. Gilbert W. (1978). Why genes in pieces?. *Nature*, *271*(5645), 501.
4. Cavalier-Smith T. (1991). Intron phylogeny: a new hypothesis. *Trends in genetics : TIG*, *7*(5), 145–148.
5. Palmer, J. D., & Logsdon, J. M., Jr (1991). The recent origins of introns. *Current opinion in genetics & development*, *1*(4), 470–477.
6. Boeke J. D. (2003). The unusual phylogenetic distribution of retrotransposons: a hypothesis. *Genome research*, *13*(9), 1975–1983.
7. Gozashti, L., Corbett-Detig, R.B., Roy, S.W., & Ares, M. (2020). De novo creation of spliceosomal introns by different transposition mechanisms across diverse eukaryotes.
8. K Koonin E. V. (2006). The origin of introns and their role in eukaryogenesis: a compromise solution to the introns-early versus introns-late debate?. *Biology direct*, *1*, 22.
9. Martin, W., & Koonin, E. V. (2006). Introns and the origin of nucleus-cytosol compartmentalization. *Nature*, *440*(7080), 41–45.

10. Pan, Q., Shai, O., Lee, L. J., Frey, B. J., & Blencowe, B. J. (2008). Deep surveying of alternative splicing complexity in the human transcriptome by high-throughput sequencing. *Nature genetics*, *40*(12), 1413–1415.
11. Guttmacher, A. E., & Collins, F. S. (2002). Genomic medicine--a primer. *The New England journal of medicine*, *347*(19), 1512–1520.
12. Gruss, P., Lai, C. J., Dhar, R., & Khoury, G. (1979). Splicing as a requirement for biogenesis of functional 16S mRNA of simian virus 40. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *76*(9), 4317–4321.
13. Buchman, A. R., & Berg, P. (1988). Comparison of intron-dependent and intron-independent gene expression. *Molecular and cellular biology*, *8*(10), 4395–4405.
14. Clark, A. J., Archibald, A. L., McClenaghan, M., Simons, J. P., Wallace, R., & Whitelaw, C. B. (1993). Enhancing the efficiency of transgene expression. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, *339*(1288), 225–232.
15. Juneau, K., Miranda, M., Hillenmeyer, M. E., Nislow, C., & Davis, R. W. (2006). Introns regulate RNA and protein abundance in yeast. *Genetics*, *174*(1), 511–518.
16. Shabalina, S. A., Ogurtsov, A. Y., Spiridonov, A. N., Novichkov, P. S., Spiridonov, N. A., & Koonin, E. V. (2010). Distinct patterns of expression and evolution of intronless and intron-containing mammalian genes. *Molecular biology and evolution*, *27*(8), 1745–1749.
17. Kikuta, H., Goto, S., Kondo, M., Akada, R., & Hoshida, H. (2022). Identification of essential intron sequences that enhance gene expression independently of splicing in the yeast Saccharomyces cerevisiae. *Biochimica et biophysica acta. Gene regulatory mechanisms*, *1865*(1), 194784.
18. Bradnam, K. R., & Korf, I. (2008). Longer first introns are a general property of eukaryotic gene structure. *PloS one*, *3*(8), e3093.
19. Majewski, J., & Ott, J. (2002). Distribution and characterization of regulatory elements in the human genome. *Genome research*, *12*(12), 1827–1836.
20. Hong, X., Scofield, D. G., & Lynch, M. (2006). Intron size, abundance, and distribution within untranslated regions of genes. *Molecular biology and evolution*, *23*(12), 2392–2404.
21. Haddrill, P. R., Charlesworth, B., Halligan, D. L., & Andolfatto, P. (2005). Patterns of intron sequence evolution in Drosophila are dependent upon length and GC content. *Genome biology*, *6*(8), R67.
22. Park, S. G., Hannenhalli, S., & Choi, S. S. (2014). Conservation in first introns is positively associated with the number of exons within genes and the presence of regulatory epigenetic signals. *BMC genomics*, *15*(1), 526.
23. Matsumoto, K., Wassarman, K. M., & Wolffe, A. P. (1998). Nuclear history of a pre-mRNA determines the translational activity of cytoplasmic mRNA. *The EMBO journal*, *17*(7), 2107–2121.
24. Furger, A., O'Sullivan, J. M., Binnie, A., Lee, B. A., & Proudfoot, N. J. (2002). Promoter proximal splice sites enhance transcription. *Genes & development*, *16*(21), 2792–2799.

25. Comeron, J. M., Williford, A., & Kliman, R. M. (2008). The Hill-Robertson effect: evolutionary consequences of weak selection and linkage in finite populations. *Heredity*, *100*(1), 19–31.
26. Otto, S. P., & Barton, N. H. (1997). The evolution of recombination: removing the limits to natural selection. *Genetics*, *147*(2), 879–906.
27. Rearick, D., Prakash, A., McSweeny, A., Shepard, S. S., Fedorova, L., & Fedorov, A. (2011). Critical association of ncRNA with introns. *Nucleic acids research*, *39*(6), 2357–2366.
28. Baskerville, S., & Bartel, D. P. (2005). Microarray profiling of microRNAs reveals frequent coexpression with neighboring miRNAs and host genes. *RNA (New York, N.Y.)*, *11*(3), 241–247.
29. Dieci, G., Preti, M., & Montanini, B. (2009). Eukaryotic snoRNAs: a paradigm for gene expression flexibility. *Genomics*, *94*(2), 83–88.
30. Chorev, M., Carmel, L. The function of introns. Front Genet 2012;3:55.
31. Louro, R., Smirnova, A. S., & Verjovski-Almeida, S. (2009). Long intronic noncoding RNA transcription: expression noise or expression choice?. *Genomics*, *93*(4), 291–298.
32. Manolio, T. A., Collins, F. S., Cox, N. J., Goldstein, D. B., Hindorff, L. A., Hunter, D. J., McCarthy, M. I., Ramos, E. M., Cardon, L. R., Chakravarti, A., Cho, J. H., Guttmacher, A. E., Kong, A., Kruglyak, L., Mardis, E., Rotimi, C. N., Slatkin, M., Valle, D., Whittemore, A. S., Boehnke, M., … Visscher, P. M. (2009). Finding the missing heritability of complex diseases. *Nature*, *461*(7265), 747–753.
33. Nishimura, H., Yerkes, E., Hohenfellner, K., Miyazaki, Y., Ma, J., Hunley, T. E., Yoshida, H., Ichiki, T., Threadgill, D., Phillips, J. A., 3rd, Hogan, B. M., Fogo, A., Brock, J. W., 3rd, Inagami, T., & Ichikawa, I. (1999). Role of the angiotensin type 2 receptor gene in congenital anomalies of the kidney and urinary tract, CAKUT, of mice and men. *Molecular cell*, *3*(1), 1–10.
34. Kozyrev, S.V., Abelson, A.K., Wojcik, J., Zaghlool, A. et al. (2008), 'Functional variants in the B-cell gene BANK1 are associated with systemic lupus erythematosus', Nat. Genet. Vol. 40, pp. 211-216.
35. Suzuki, A., Yamada, R., Kochi, Y., Sawada, T. et al. (2008), 'Functional SNPs in CD244 increase the risk of rheumatoid arthritis in a Japanese population', Nat. Genet. Vol. 40, pp. 1224-1229.
36. Mann, V., Hobson, E.E., Li, B., Stewart, T.L et al. (2001), 'A COL1A1 Sp1 binding site polymorphism predisposes to osteoporotic fracture by affecting bone density and quality', J. Clin. Invest. Vol. 107, pp. 899-907.
37. Meyer, K.B., Maia, A.T., O'Reilly, M., Teschendorff, A.E. et al. (2008), 'Allele-specific up-regulation of FGFR2 increases susceptibility to breast cancer', PLoS Biol. Vol. 6, p. e108.
38. Shen, Z., Chen, L., Hao, F., Wang, G. et al. (2010), 'Intron-1 rs3761548 is related to the defective transcription of Foxp3 in psoriasis through abrogating E47/c-Myb binding', J. Cell. Mol. Med. Vol. 14, pp. 226-241.
39. Kwok, J.B., Hallupp, M., Loy, C.T., Chan, D.K. et al. (2005), 'GSK3B polymorphisms alter transcription and splicing in Parkinson's disease', Ann. Neurol. Vol. 58, pp. 829-839.

40. Ozaki, K., Ohnishi, Y., Iida, A., Sekine, A. et al. (2002), 'Functional SNPs in the lymphotoxin-a gene that are associated with susceptibility to myocardial infarction', Nat. Genet. Vol. 32, pp. 650-654.
41. Pehlivan, S., Aydin, P. C., Nursal, A. F., Pehlivan, M., Oyaci, Y., & Yazici, A. B. (2021). A Relationship between Endothelial Nitric Oxide Synthetase Gene Variants and Substance Use Disorder. *Endocrine, metabolic & immune disorders drug targets*, *21*(9), 1679–1684.
42. Koçer, C., Benlier, N., Balci, S. O., Pehlivan, S., Şanli, M., & Nacak, M. (2020). The role of endothelial nitric oxide synthase gene polymorphisms in patients with lung cancer. *The clinical respiratory journal*, *14*(10), 948–955.
43. Oztürk, E., Dikensoy, E., Balat, O., Uğur, M. G., Balcı, S. O., Aydın, A., Kazancı, U., & Pehlivan, S. (2011). Association of endothelial nitric oxide synthase gene polymorphisms with endometrial carcinoma: a preliminary study. *Journal of the Turkish German Gynecological Association*, *12*(4), 229–233.
44. Aytac, H. M., Pehlivan, M., Oyaci, Y., & Pehlivan, S. (2022). Association of intron 4 VNTR polymorphism in the *NOS3* gene with rapid cycling and treatment resistance in bipolar disorder: a case-control study. *Neurosciences (Riyadh, Saudi Arabia)*, *27*(4), 229–236.
45. Ganjali, R., Afshari, J. T., Rezaieyazdi, Z., Khodashahi, M., Brook, A., Mazhani, M., Hatef, M. R., & Abbasi, M. (2020). Relationship Between Polymorphisms of Interleukin-1 Receptor Antagonist (IL-1Ra) Genes and Susceptibility to Systemic Lupus Erythematosus in Iranian Population. *Current rheumatology reviews*, *16*(2), 105–109.
46. Kuran, G., Aslan, H., Haytoğlu, S., Özalp Yüreğir, Ö., & Tuğ Bozdoğan, S. (2019). IL-1RN VNTR, IL-2(-330), and IL-4 VNTR gene polymorphisms in patients with chronic rhinosinusitis with sinonasal polyposis. *Turkish journal of medical sciences*, *49*(5), 1411–1417.
47. De Roeck, A., Duchateau, L., Van Dongen, J., Cacace, R., Bjerke, M., Van den Bossche, T., Cras, P., Vandenberghe, R., De Deyn, P. P., Engelborghs, S., Van Broeckhoven, C., Sleegers, K., & BELNEU Consortium (2018). An intronic VNTR affects splicing of ABCA7 and increases risk of Alzheimer's disease. *Acta neuropathologica*, *135*(6), 827–837.
48. Ogilvie, A. D., Battersby, S., Bubb, V. J., Fink, G., Harmar, A. J., Goodwim, G. M., & Smith, C. A. (1996). Polymorphism in serotonin transporter gene associated with susceptibility to major depression. Lancet (London, England), 347(9003), 731–733.
49. Stolf, A. R., Müller, D., Schuch, J. B., Akutagava-Martins, G. C., Guimaraes, L. S. P., Szobot, C. M., Halpern, R., Kessler, F. H. P., Pechansky, F., & Roman, T. (2017). Association between the Intron 8 VNTR Polymorphism of the DAT1 Gene and Crack Cocaine Addiction. Neuropsychobiology, 75(3), 141–144.
50. Pehlivan, S., Balci, S. O., Aydeniz, A., Pehlivan, M., Sever, T., & Gursoy, S. (2015). Might there be a link between intron 3 VNTR polymorphism in the XRCC4 DNA repair gene and the etiopathogenesis of rheumatoid arthritis?. Genetic testing and molecular biomarkers, 19(1), 48–51.

51. Emami, N., Saadat, I., & Omidvari, S. (2015). Susceptibility to Colorectal Cancer and Two Genetic Polymorphisms of XRCC4. Pathology oncology research : POR, 21(4), 881–885.

TÜRKİYE'DE TOPLUM ECZANELERİ ÇALIŞMA ORTAMININ HASTA GÜVENLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Öğr. Gör., AYŞENUR ÇAĞ[1], Prof. Dr., GÜLBİN ÖZÇELİKAY[2]

[1]Lokman Hekim Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, aysenur.cag@lokmanhekim.edu.tr – 0000-0003-0902-5231
[2]Ankara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Gulbin.Ozcelikay@ankara.edu.tr – 0000-0002-1580-5050

ÖZET

Toplum eczacılarının sosyal ortamları yani iş yeri olarak bir eczane, içindeki insanların etkileşimi nedeniyle sık sık değişim gösteren karmaşık bir ortamdır. Bir eczane kanunda belirtildiği üzere asgari 35 metrekarelik bir alan içerisine ilaç raflarına, bir laboratuvara, soğuk zincir dolabına, ilaç yapma bankosuna ve laboratuvar malzemelerinin depolanabileceği bir alana sahip olmalıdır. Çalışma ortamı yapılan işin niteliğini etkilemektedir. Bu çalışmada, toplum eczacılarının çalışma ortamlarının ve içinde bulundukları şartların verdikleri hizmetin kalitesine ve hasta güvenliğine etkisi araştırılmıştır. Toplum eczacıları için çok sayıda literatür araştırılarak ve eczane uygulamaları ile ilgili uzman kişilere danışılarak araştırmacılar tarafından hazırlanan anket soruları kullanılmıştır. Çalışmaya katılan 96 eczacıya farmasötik bakım görevlerini yerine getirmek için yeterli zamanlarının bulunup bulunmadığı sorulmuş ve %32'si kararsız kalmış, %20'lik kısmı ise zamanlarının olmadığı yönünde görüş bildirmiştir. Eczacıların %50'si eczacılık politikaları, mevzuat ve yönetmeliklerin farmasötik bakımı ve eczanedeki idari işleri kolaylaştırmadığını ifade etmişlerdir. Eczacılar çalışma saatlerinin uzunluğu, iş stresi, iş yükü, hastalardan gelen zorbalık, şahsi hayatlarına yeterli vakti ayıramama gibi sebeplerden rahatsızlıklarını bildirmektedirler. Eczacıların %50'si hasta güvenliği konusunda kendisi ve personellerinin titiz davrandıklarını ifade etmişlerdir. Ankette hasta güvenliğini sağlama yeteneklerine olumlu katkı sağlayabilecek durumların yazılması istenmiş ve "personelin eğitim düzeyinin yüksek olması", "işyerinde uyum ve huzur", "hastaların eğitim düzeyinin yüksek olması" gibi çeşitli cevaplar alınmıştır. Hasta güvenliğini sağlama yeteneklerini olumsuz etkileyebilecek durumlar konusunda ise "SGK kesintileri ve kesinti olabilir düşünceleri", "hastaların sabırsızlığı ve eğitim düzeylerinin düşük olması", "eczacılık için gereksiz olan mevzuat ve bürokratik işlemler" şeklinde ifadelerde bulunmuşlardır. Sonuç olarak, çalışma ortamındaki idari görevlerin ve mesleki görevlerin çakışması, hastalardan gelen şikayetler ve baskı, eczane içerisindeki iş disiplini ve görev dağılımı gibi faktörler çalışma ortamındaki şikayetleri, iş sistemi içindeki uyumu ya da uyumsuzluğu oluşturmakta ve bunların hasta güvenliğini etkilediği görülmektedir.

Anahtar kelimeler: toplum eczaneleri, çalışma ortamı, hasta güvenliği, farmasötik bakım.

THE EFFECTS OF COMMUNITY PHARMACIES WORK ENVIRONMENT ON PATIENT SAFETY IN TURKEY

ABSTRACT

The social environment of community pharmacists, namely a pharmacy as a workplace, is a complex environment that changes frequently due to the interaction of the people in it. As specified in the law, a pharmacy should have medicine shelves, a laboratory, a cold chain cabinet, a medicine counter and an area where laboratory materials can be stored, within a minimum area of 35 square meters. The working environment affects the quality of the work performed. In this study, the effect of the working environment of community pharmacists and the conditions they are in on the quality of the service they provide and patient safety was investigated. The questionnaire questions prepared by the researchers by researching a large number of literature for community pharmacists and consulting with experts in pharmacy practice were used. The 96 pharmacists who participated in the study were asked whether they had enough time to fulfill their pharmaceutical care duties and 32% of them were undecided and 20% of them stated that they did not have time. 50% of the pharmacists stated that pharmacy policies, legislation and regulations do not facilitate pharmaceutical care and administrative work in the pharmacy. Pharmacists reported their discomfort due to the length of working hours, work stress, workload, bullying from patients, and not having enough time for their personal lives. 50% of the pharmacists stated that they and their staff are meticulous about patient safety. In the questionnaire, they were asked to write the situations that contribute positively to their ability to ensure patient safety and various answers were received such as "high level of education of the staff", "harmony and peace in the workplace", " high education level of the patients". Regarding the situations that would negatively affect their ability to ensure patient safety, they made statements such as "SSI deductions and thoughts that there may be deductions", "impatience of patients and low level of education", "legislation and bureaucratic procedures that are unnecessary for pharmacy". As a result, factors such as the overlap of administrative and professional tasks in the working environment, complaints and pressure from patients, work discipline and task distribution within the pharmacy create complaints in the working environment, harmony or disharmony within the work system, and these are seen to affect patient safety.

Keywords: community pharmacy, work environment, patient safety, pharmaceutical care.

1. GİRİŞ

Fiziksel çevremiz ve çalışma ortamımız içerisinde algılarımızı yöneten çeşitli uyaranlar bulunmaktadır (1). Hizmet verilen bir ortamda yalnızca fiziksel çevre değil, sosyal faktörlerde önemlidir. Bir çalışma ortamı olarak eczane hem verilen eczacılık hizmetlerinin hem de bir işletmenin başarısını etkilemektedir. Eczanenin yerleşim düzeni ve atmosferi, ürün sergileme özellikleri, ekonomik fayda sağladığı gibi (2) verilen hizmetin kalitesini de etkilemektedir. Bir eczane kanunda belirtildiği üzere asgari 35 metrekarelik bir alan içerisinde ilaç raflarına, bir laboratuvara, soğuk zincir dolabına, ilaç yapma bankosuna ve laboratuvar malzemelerinin

depolanabileceği bir alana sahip olmalıdır. İyi Eczacılık Uygulamaları Kılavuzu'nda eczane olarak kullanılacak yerin özellikleri arasında kanunda belirtilenlerden ayrı olarak "Eczanede, eczacı ve hasta arasında yapılan görüşmelerde hasta mahremiyeti göz önünde bulundurulur ve görüşmeler bu doğrultuda yapılır.", "Eczanelerde hizmetin niteliğini artırmak için günün teknolojik koşullarından yararlanılır.", "Eczane girişinde hastaların rahatlıkla erişimini sağlayacak şekilde gerekli önlemler alınır ve düzenlemeler yapılır." ifadeleri de yer almaktadır.

Tüketicilerin/hastaların eczaneden hem hizmet hem ürün satın almalarını sağlayan fiziksel özellikler nelerdir?" sorusuna cevap arandığı bir tez çalışmasında eczanede hasta/tüketici tatminini artırma açısından önemli olan unsurlar arasında %59 oranında "rahat hareket etmeyi sağlayan yerleşim düzeni" ilk sırayı almıştır (2). İnsanların bir iş yerinin fiziksel düzeniyle nasıl etkileşime girdiğini objektif olarak belirlemek amacıyla kullanılan bir yöntem olan bağlantı analizi ile eczane ortamında bir eczacının hareketleri ve bir görevi tamamlamak için gerekli adımlar belirlenmiştir. Lester ve Chui'nin (3) yaptığı bu çalışmada, eczane içerisinde alınan mesafelerin, eczanedeki cihazların planlı yerleşimi ile azaltılabileceği gösterilmiş ve bu sayede verilen hizmete daha fazla vakit ayrılabileceği ifade edilmiştir. Örneğin kasa ile bilgisayar arasındaki mesafenin kısaltılması gibi. Çalışma ortamının fiziksel özellikleri hasta güvenliğini, çalışma dikkatini ve memnuniyeti de etkilemektedir (4). Örneğin McCann ve arkadaşlarının (5) fiziksel çalışma ortamı ile ilgili yaptığı bir çalışmada açık planlı bir çalışma ortamının, halkın eczacıların çalışmalarını izleyebilmesine imkân verdiği için bir baskı unsuru olduğunu tespit etmiştir. Eczacıların mesleklerini icra ederken ortaya koydukları hizmet, mevcut kaynaklarından ve çalışma ortamlarının içindeki faktörlerden etkilenmektedir. Bu çalışma ortamı özellikleri iş yükü, reçete sayısı, teknoloji kullanımı, çalışma saatleri ve personeller olarak sıralanabilir (6). Toplum eczacıları ile yapılan başka bir çalışmada eczacıların en fazla zaman ayırdığı işlerin sırasıyla; resmi işlemler, danışmanlık, reçete karşılama, muhasebe ve stok yönetimi olduğu görülmektedir (7).

Eczanenin çalışma ortamında fiziksel şartların yanı sıra eczacının becerileri ve performansı ile beraber personeller, hastalar, hasta yakınları, tüketiciler ve pazarlamacıların da bulunması sunulan sağlık hizmetine kişisel ve sosyal özelliklerin de dahil olduğunu göstermektedir. Eczacılar, genellikle uzun saatler boyunca ve çoğunlukla tek başına, ağır kişisel sorumlulukla bu ortamı personelleriyle paylaşmaktadırlar (8) ve karşılaştıkları farmasötik sorunları başka bir meslektaşıyla ele alma veya tartışma ihtiyacını hissetmekte bu konudaki endişelerini de belirtmektedirler (5). Dolayısıyla eczane de hizmet alan konumundaki hasta, bahsedilen tüm durumlardan doğrudan ya da dolaylı olarak etkilenmektedir.

1950'li yılların başında işlenmeye başlayan hasta güvenliği terimi ABD'deki Ulusal Hasta Güvenliği Vakfı (National Patient Safety Foundation-NPSF) tarafından; "sağlık hizmetine bağlı hataların önlenmesi ve sağlık hizmetine bağlı hataların neden olduğu hasta hasarlarının azaltılması" olarak tanımlamıştır. T.C. Sağlık Bakanlığının Sağlıkta Kalite Standartları (SKS) içerisinde paylaştığı hasta güvenliği tanımı ise "Hizmet alan tüm paydaşların zarar görmelerine yol açabilecek ve önceden öngörülebilen tüm tehlikeleri, kabul edilebilir bir düzeyde risk seviyesinde tutmak için alınabilecek tedbir ve iyileştirme faaliyetleridir." şeklindedir. Sağlık kurumlarında sunulan hizmetin kalitesinin en önemli göstergelerinden bir tanesi de hasta güvenliği konusudur (9). Toplum eczanelerindeki görev ve iş yoğunluğunun hata riskini arttırmasının (10) yanı sıra Schommer ve arkadaşlarının (11) yaptığı çalışmada toplum eczanelerinde çalışan personelin istenmeyen çalışma ortamı ve iş stresinin, ideal hasta bakımı

sağlamak ve hasta güvenliğine dikkat etmek adına yaptıkları görev ve işlerindeki becerileri etkilediği gösterilmiştir. Bir sistemin teknik (psikolojik ve sosyal (olay raporlama ve kurumsal öğrenme gibi konularda kurumsal kültür)) unsurları serbest eczanelerdeki ilaç hatalarının insidansını etkilemektedir (12).

2. İŞ YÜKÜ ve ÇALIŞMA SAATLERİ

Sağlık profesyonellerinin performansını etkileyen faktörler ya bireyle ilgili ya da sistemle ilgili olabilir. Birey ile ilgili etkilerin örnekleri arasında fiziksel ve zihinsel sağlık ile hastalar, meslektaşlar, akranlar ve kendi aileleriyle olan ilişkiler yer alırken sistemle ilgili etkiler, çalışma ortamını, hasta beklentilerini, kılavuzları, iş yükünü ve zamanı içerir. Dolayısıyla bir eczacının performansını etkileyen önemli unsurlardan biri de çalışma ortamı ve iş yüküdür. İş yükü baskısının eczacıların sağladığı bakımın kalitesini etkileyebileceği gösterilmektedir. Yapılan çalışmalarda eczacılar iş yüklerinin arttığını ve çalışma ortamının "giderek daha fazla baskı altında olduğunu" (10) hissettiklerini bildirdiler. Ayrıca gelen reçete sayısı ile reçetenin karşılanması ile ilgili hatalar arasında pozitif bir ilişki olduğu da gösterilmiştir. Hasta ile etkileşim sırasında zaman sınırlaması olması da iş yükü baskısı olarak gösterilmiştir (13,14). Amerika'da anket yöntemiyle yapılan iş tasarımı ve çalışma şartları ile ilgili bir çalışmada eczacının tamamlaması gereken yüksek miktarda reçete ve diğer görevler nedeniyle iş yükünün çok fazla olduğu tespit edilmiştir (15). Eczanedeki baskı ve iş yükü hatalara sebebiyet verip hasta güvenliği üzerinde olumsuz bir etkiye neden olabilir.

3. PERSONELLER

Clabaugh ve arkadaşlarının (15) eczacılarla yaptığı anket çalışmasında ankete katılanların çoğu, az sayıda yetenekli teknisyenin bulunduğuna kanaat ettikleri için teknisyen eğitiminin gerekli olduğunu düşünmüşlerdir. Ayrıca eczacının tüm görevleri tamamlamak için yeterli zamana veya personele sahip olmadığı belirtilmiştir. Yapılan çalışmalarda eczacıların hasta bakımı sürelerini arttırmak için teknisyenlerin rollerini genişletmek üzerine faaliyetler yapılmış ve eczacıların hastalara daha fazla vakit ayırabildiği tespit edilmiştir (16,17). Her bir meslek mensubunun rolünü netleştirmesi ve böylece zamanın daha iyi kullanılması sağlanabilir (14).

4. TEKNOLOJİ KULLANIMI

Yeni Zelandalı 20 eczacı ile yapılmış nitel bir araştırmada eczanedeki manuel görevlerin (barkod okutma, ilaçların etiketlenmesi, paketlenmesi vb) insan hatasına yatkınlığı gösterilmiştir. Elektronik reçetenin, kâğıt reçetelere kıyasla işlem süresini ve hataları azaltabileceği ifade edilmiştir. Tekrarlayan ve basit görevlerde teknoloji kullanımı ile hataların azaltılması ve tespitinin sağlanabileceği tespit edilmiştir. Otomasyon sistemlerinin personel stresini ve iş yükünü azalttığı, reçete dönüşünü artırdığı, hasta bekleme süresini azalttığı bulunmuştur. Teknoloji kullanımının daha hasta odaklı bir hizmet vermeyi sağladığı söylenmiştir (18).

5. MAHREMİYET

Birçok serbest eczanede alanın sınırlı olması nedeniyle hastaya ait bilgilerde gizliliği sağlamak kolay olmayabilir. Eczacı-hasta etkileşimi sırasında mahremiyet konusundaki bu sınırlamaların farkında olmak gereklidir. Özel bir alanın yokluğu psikiyatrik ve cinsel durumlar, kadın doğum

hastalıkları, cinsel yolla bulaşan hastalıklar, acil kontrasepsiyon gibi mahremiyet gerektiren durumlar hastanın ifadesini zorlaştırabilir. Bednarczyk ve arkadaşlarının (19) Amerika'daki eczanelerde yaptığı bir çalışmada, eczane içindeki konuşmaların ne kadar mesafeden duyulabildiği araştırılmıştır. Çalışmaya katılan eczanelerin %62'sinde en az 4,5 metre, %27'sinde ise en az 7,5 metre mesafeden konuşmalar net bir şekilde fark edilebilmiştir. Avustralya'da yapılan nitel bir çalışmada ise mahremiyetin sağlanması adına eczane personelinin eczanedeki özel konuşmalarda sesin alçaltılması, eczanenin daha sessiz olan bir yerinde iletişim kurulması, tüketiciye telefon edilmesi şeklinde çeşitli stratejiler benimsendiği ortaya konmuştur (20).

Çalışma ortamındaki idari görevlerin ve mesleki görevlerin çakışması, hastalardan gelen şikayetler ve baskı, eczane içerisindeki iş disiplini, görev dağılımı gibi faktörler çalışma ortamındaki şikayetleri ve iş sistemi içindeki uyumu ya da uyumsuzluğu oluşturmaktadır. Halka en yakın ve ulaşılabilir sağlık danışmanı rolünde bulunan eczacıların çalışma ortamlarının ve içinde bulundukları şartların verdikleri hizmetin kalitesine ve hasta güvenliğine etkisi, bu çalışmayla incelenmek istenmiştir. Toplum eczaneleri ilacın, sağlığın ve farmasötik bakımın her an ulaşılabilir olduğu noktalardır. Eczanelerde hasta güvenliği mevzusu bu yüzden özellikle önemlidir.

Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'nun (TİTCK) yayınladığı İyi Eczacılık Uygulamaları Kılavuzu'nda İyi Eczacılık Uygulamaları, "hastanın yaşam kalitesinin arttırılması, sürdürülmesi ve tedavi sürecinde etkin olan faktörler ile iş birliğine dayalı, devamlılık niteliği de olan farmasötik bakımın uygulama biçimidir." şeklinde açıklanmaktadır. Ayrıca İyi Eczacılık Uygulamalarının felsefesi; "eczanede bulundurulan ürünler ile ilgili hizmetleri sunmak, toplumun bu hizmetlerden en iyi şekilde yararlanmasına yardımcı olmak, ilaçlardan öngörülen yarar ile elde edilen yararı değerlendirerek verimi arttırmaya yönelik faaliyetlerde bulunmaktır." denmektedir.

Bu çalışmada, toplum eczanelerinin çalışma ortamı özelliklerinin hasta güvenliği üzerine etkisi, eczacı ve eczane personellerinin becerilerini sergileme, bilgilerini aktarma durumları dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

6. YÖNTEM

Çalışmamız belirleyici tip bir araştırmadır. Çalışmamızda yer alan sorular İyi Eczacılık Uygulamaları Kılavuzu'nda yer alan esaslar çerçevesinde hazırlanmıştır.

Bu çalışma, çalışma ortamı özelliklerinin eczanede verilen hizmeti ve hasta güvenliğini sağlamayı nasıl etkilediğine ilişkin bir anket çalışmasıdır. Çalışmada, literatür taraması yapılarak ve eczane uygulamaları dikkate alınarak araştırmacılar tarafından geliştirilen toplum eczanelerinde çalışma ortamı koşulları ve hasta güvenliği ile ilgili 5'li likert tipi ifadeler, Google Formlar üzerinden oluşturulan form ile sosyal medyada çevrimiçi olarak toplum eczacılarının (serbest eczane sahibi eczacıların) olduğu gruplarda paylaşılmıştır ve gönüllü olanların ifadeleri değerlendirmeleri istenmiştir. Eylül 2022 tarihinden Ocak 2023'e kadar cevaplar kabul edilmiştir.

Türkiye de bulunan 26.748 eczaneyi temsil edecek örneklem çapı, 0.01 hata payına ve p:.80, q:.50 olması durumunda göre 96 olarak belirlenmiştir.

Elde edilen veriler, SPSS 27.0 paket programı ile değerlendirilip sayı ve yüzde değerleri ile yorumlanmıştır.

Ankette çalışma ortamındaki iş yükü ve baskıya odaklanan sorular geliştirilmiştir. Bu ifadeler, zaman, personel, politikalar, hasta talepleri, taciz/zorbalık ve iş akışı ile ilgilidir. Eczacıların eczanelerde karşılaştıkları bu olası durumlar, hasta güvenliğine yönelik potansiyel tehditler olarak belirlenmiştir.

7. BULGULAR

Çalışmaya toplam 97 eczacı katıldı. Bu katılımcılardan 2'si verdikleri cevaplar uygun olmadığı için çalışmaya dahil edilmedi. Ankete katılan eczacılardan bazı demografik bilgiler istenmiştir. Sonuçlar frekans analizi ile verilmiştir. Ankete katılan eczacıların yaklaşık yarısı kadın yarısı erkektir. Eczacıların %40'ı 25-35 yaş aralığında, %22'si 36-45 yaş aralığında iken %38'i ise 46 ve üzeri yaş aralığındadır. Ankete katılan eczacıların yaklaşık %27'sinin meslekte geçirdiği süre 1-5 sene arasındayken yaklaşık %38'i ise 20 yıl ve üstü seneyi meslekte geçirmiştir. Eczanelerin bulunduğu konuma göre katılanlar arasında en büyük grup %42 ile reçete kaynağına yakın eczanelerdir (Çizelge 1). Eczacıların %84'ü ikinci veya yardımcı eczacı olarak başka bir eczacı çalıştırmazken, %16'sı bir eczacı çalıştırdığını ifade etmiştir. Ankete katılan eczacıların hiçbiri 2 veya daha fazla eczacı çalıştırmamaktadır. Katılımcıların %46'sı ise 2 personel (eczane teknikerleri, eczane teknisyenleri) çalıştırmaktadır.

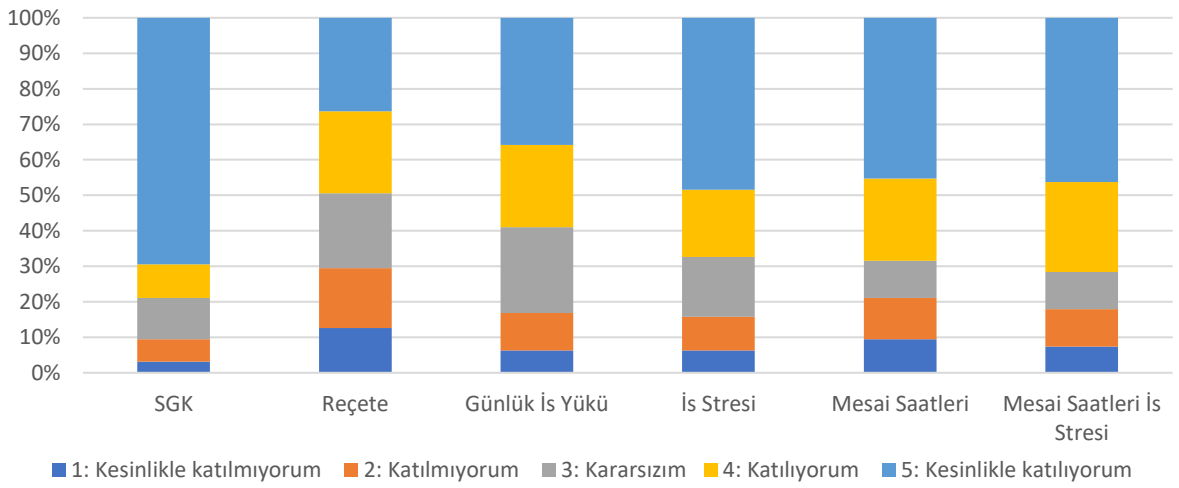
Çizelge 1. Katılımcıların Eczane Konumu Dağılımı

Eczane Konumu	Yüzde(%)
Semt Eczanesi	34,7
Cadde Üzeri Eczanesi	22,1
Reçete Kaynağına Yakın Eczane	42,1
AVM Eczanesi	1,1

Veriler yüzdesel değerler ve gözlem sıklığı ile değerlendirilmiş, bazı ifadelerin anlamlılık dereceleri, ki-kare ile analiz edilmiştir.

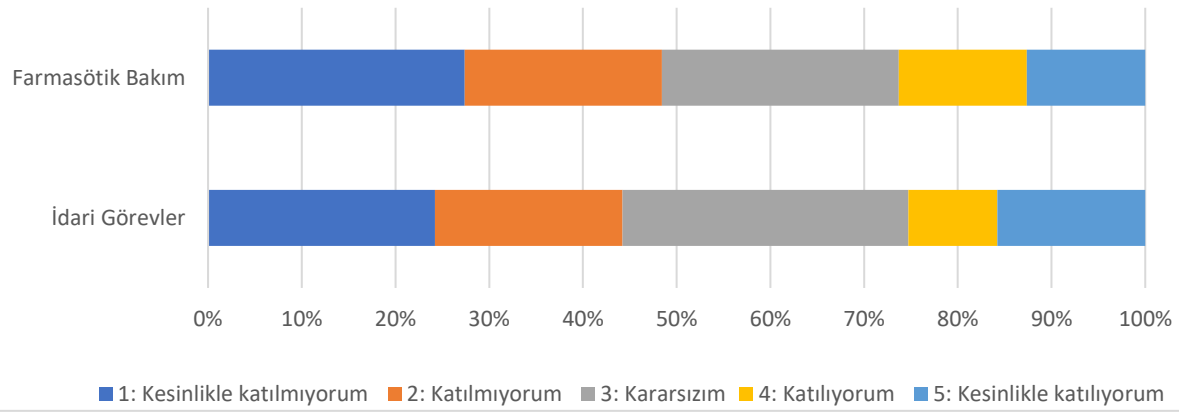
Çalışma ortamını etkileyen durumları inceleyen sorular arasından Çizelge 2'deki seçilen sorular incelendiğinde: Reçete sayısının fazla oluşu farmasötik bakım uygulanmasını ve hasta ile etkileşimi engellediğini düşünen eczacıların oranı %50'dir. Katılımcılar günlük iş yüklerinin fazla olduğunu (%59) ve iş yükünün fazlalığının iş stresini arttırdığını düşünmektedir (%67). Eczacıların uzun mesai saatlerine sahip olduğu (%69) ve bundan dolayı iş stresinin arttığını düşünen eczacılar (%71) ise çoğunluktadır. Eczacıların çoğunluğu (%79) reçete kaynaklı kesinti olabileceği endişesinin hizmet kalitelerini düşürdüğünü ifade etmişlerdir. Eczacıların %64'ü ise eczanede karşılaştıkları bazı problemlerle ilgili olarak başka bir eczacıya danışmak ihtiyacı hissettiklerini ifade etmiştir.

Çizelge 2. Çalışma Ortamı Soruları



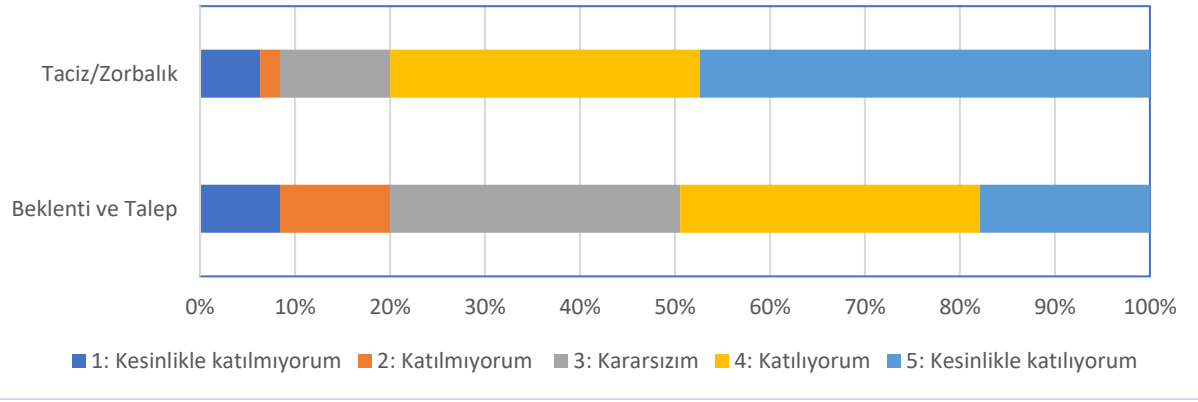
Eczacılık politikaları, mevzuat ve yönetmeliklerinin idari görevleri ve farmasötik görevleri zorlaştırdığı katılımcıların yaklaşık %50'si tarafından kabul edilmiştir (Çizelge 3). Ankete katılan eczacıların yarısı şahsi hayatına ve ailesine yeterli vakti ayıramadığını düşünmektedir.

Çizelge 3. Çalışma Ortamı Soruları



Eczacıların %49'u hasta beklentileri veya taleplerinin ramak kalalara veya ilaç hatalarına neden olduğunu belirtmiştir. Hastalardan gelen taciz/zorbalık ramak kalalara veya ilaç hatalarına neden olduğunu düşünen eczacı oranı ise %80'dir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Çalışma Ortamı Soruları



Karşılaştırılan verilerdeki farklılaşmanın anlamlı olup olmadığını belirlemek için ki-kare analizinden yararlanılmıştır. Bunlara göre çalıştırılan personel sayısı, 1 personel çalıştıran eczacılar nöbetleri sırasında ek personele ihtiyaç duyduklarını ifade etmişlerdir. Nöbetlerde 1 personel çalıştıranlarda personel ihtiyacı anlamlı bir farklılık ortaya çıkarmaktadır (Çizelge 5). Çalışmaya katılan eczacıların, 2 ve 3 personel çalıştıranları nöbet yoğunluğundan dolayı ek personele ihtiyaç duymadıkları belirlenmiştir. Bu durum anlamlı bir farklılık göstermemiştir.

Çizelge 5. Personel çalıştırma ve nöbetlerde ek personele duyulan ihtiyaç karşılaştırması (p: 0.043)

		Eczacı Harici Çalışan Personel				Toplam
		Çalıştırmıyorum	1 personel çalıştırıyorum	2 personel çalıştırıyorum	3 ve daha fazla personel çalıştırıyorum	
Nöbete ek çalışan ihtiyacı	1: Kesinlikle katılmıyorum	0	3	10	9	22
		0,0%	12,5%	22,7%	40,9%	23,2%
	2: Katılmıyorum	0	3	5	4	12
		0,0%	12,5%	11,4%	18,2%	12,6%
	3: Kararsızım	0	4	9	6	19
		0,0%	16,7%	20,5%	27,3%	20,0%
	4: Katılıyorum	1	3	9	2	15
		20,0%	12,5%	20,5%	9,1%	15,8%
	5: Kesinlikle katılıyorum	4	11	11	1	27
		80,0%	45,8%	25,0%	4,5%	28,4%
Toplam		5	24	44	22	95
		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Ayrıca eczacı çalıştırmadığını ifade eden eczacıların 2 veya daha fazla personel çalıştırdığını görülmektedir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Eczanede çalışan toplam personel dağılımı (p: 0,023)

		Eczacı Harici Çalışan Personel				Toplam
		Çalıştırmıyorum	1 personel çalıştırıyorum	2 personel çalıştırıyorum	3 ve daha fazla personel çalıştırıyorum	
Eczacı Personel	Hayır	3	23	39	15	80
		60,0%	95,8%	88,6%	68,2%	84,2%
	Bir eczacı çalıştırıyorum	2	1	5	7	15
		40,0%	4,2%	11,4%	31,8%	15,8%
Toplam		5	24	44	22	95
		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Çizelge 7. Eczacıların reçete kaynaklı kesinti olabileceği streslerinin eczane konumuna göre dağılımı (p değeri: 0,007)

		Eczane Konumu				Toplam
		Semt eczanesi	Cadde üzeri eczanesi	Reçete kaynağına yakın eczane	AVM eczanesi	
SGK kaynaklı kesinti endişesi	1: Kesinlikle katılmıyorum	2	0	1	0	3
		6,1%	0,0%	2,5%	0,0%	3,2%
	2: Katılmıyorum	0	3	2	1	6
		0,0%	14,3%	5,0%	100,0%	6,3%
	3: Kararsızım	1	2	8	0	11
		3,0%	9,5%	20,0%	0,0%	11,6%
	4: Katılıyorum	5	1	3	0	9
		15,2%	4,8%	7,5%	0,0%	9,5%
	5: Kesinlikle katılıyorum	25	15	26	0	66
		75,8%	71,4%	65,0%	0,0%	69,5%
Toplam		33	21	40	1	95
		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Eczanelerin bulundukları konuma göre eczacıların büyük çoğunluğu, SGK'dan reçete kaynaklı bir kesinti olabileceği stresinin verdikleri hizmeti olumsuz etkilediğini ifade etmişlerdir (Çizelge 7). Eczanenin bulunduğu konumun, diğer çalışma ortamı özellikleriyle anlamlı bir farklılığı saptanmamıştır.

Ankete katılanlara yöneltilen açık uçlu sorularda hasta güvenliği ve farmasötik bakım sağlamaya yönelik becerilerini olumlu ve olumsuz etkileyen durumlar sorgulanmıştır. Eczacılar hasta güvenliği ve farmasötik bakım sağlamaya yönelik becerilerini olumlu etkileyen durumları aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir:

- Eczacıya duyulan güven ve anlayış,

- Hastanın iletişime açık olması ve sağlık okuryazarlığının yüksek olması
- Eczacının lisansüstü eğitime devam etmesi, meslek içi eğitimlere katılması, bilgisini güncel tutması
- Eczanedeki personelin eğitim seviyesinin yüksek olması ve eğitimlere katılması
- Hastaları tanımak ve hasta takibi yapmak
- Hastaya bilgilerini aktarabilecek zamana ihtiyaç duymak
- Mahremiyeti sağlayabilecek alan ihtiyacı
- Verilen hizmet sonrası olumlu geri dönüşler
- Yasal düzenlemelerle mesleki sorumluluk ve mevcut hizmetlerimizin mevzuatının güncellenmesi

Eczacılar hasta güvenliği ve farmasötik bakım sağlamaya yönelik becerilerini olumsuz etkileyen durumları aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir:

- Eczacıya duyulan güvensizlik
- İletişim problemleri, sabırsız davranışlar
- Reçetelerin gün içinde belli zaman aralığına sıkışması
- İlaç fiyat farklarının eczanelerden temin edilmesi
- Ilaç tedarik sıkıntısı ve piyasada bulunmayan ilaçlar
- SGK geri ödeme şartları ve kesinti endişesi
- İdari işlerin ve evrak işlerinin çok vakit alması
- Uygun ve eğitimli personel bulma sıkıntısı
- Reçete ve raporlardaki doktor, sekreter hataları, eksik evraklarla ilgili telefon görüşmelerinin hastaya ayrılmak istenen vakti alması
- Sosyal medyadan edinilen asılsız bilgiler

8. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışma sonucunda, eczacıların, hasta güvenliğini sağlamak ve farmasötik bakımını gerçekleştirmek için toplum eczaneleri çalışma ortamında yaşadıkları zorluklar tespit edilmiştir. Çalışmamızdaki açık uçlu sorularda eczacılar, hastaya bilgilerini aktarabilecek yeterli zamanın sağlanması durumunda vereceği hizmetin kalitesinin ve hasta güvenliğinin olumlu etkileneceğini ifade etmişlerdir. Reçetelerin ve hasta ile etkileşimin belli saatlere (mesai saatlerinin durumuna göre) sıkışmasının ve idari işlerin (büro işleri, ilaç alımı, stok kontrolü, pazarlama satış işlemleri, reçete kontrolü, vb) çok vakit alması ise verilecek hizmeti ve hasta güvenliğini olumsuz etkileyen nedenlerdendir. Portekizli eczacıların da aynı şekilde zaman yetersizliğinin farmasötik bakımın yeterince sağlanamamasının temel nedenlerinden biri olarak kabul ettiğini belirlenmiştir (14).

Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlara göre eczacılarımızın büyük çoğunluğu yardımcı eczacı ya da ikinci eczacı çalıştırmamaktadır. Eczacılarımızın, eczane içerisinde geçirilen uzun mesai

saatlerinin ve iş yoğunluğunun getirdiği stresi bir meslektaşlarıyla paylaşması hem vicdani hem de profesyonel olarak uygun bir çözüm olabilir, hasta güvenliğine olumlu katkısı olabilir. Ayrıca eczanelerdeki personellerin (eczane tekniker ve teknisyenlerinin) eğitimi, iş yükü dağılımını rahatlatılmasını sağlayarak hasta güvenliğine olumlu bir katkıda bulunabilir çünkü iş yükü dağılımının rahatlatılmasında yalnızca personel sayısının arttırılmasının değil elemanların niteliğinin arttırılması da etkili olduğu düşünülebilir (21).

Bir günlük iş yükünün bir değerlendirilmesinin yapıldığı gözlemsel bir çalışmada eczanede eczacının etkileşimleri ve geçen süreler hesaplanmış, eczacıların günlerinin yarısını müşteri ya da hastalarla etkileşim halinde geçirdiğini göstermiştir (14). Bu durum hastaların tanınıyor olması durumunda (özellikle semt eczanelerinde) ya da otomasyon sistemlerindeki hasta bilgilerinin gözden geçirilmesi ile kullanılan ilaçların takibi ve kontrolü için hasta güvenliği adına önemli bir potansiyelin olduğunu söyleyebiliriz. SUT (Sağlık Uygulama Tebliği) kurallarınca, SGK'nın eczanede kesinti yaratabilecek durumları reçete ve hasta raporlarının yazıldığı aşamadaki kontrolleri arttırarak eczacıları iş yükü açısından rahatlatabileceğini düşünebiliriz. Bununla beraber manuel olarak yazılan reçetelerin tamamen e-reçeteye dönüştürülmesi teşvik edilerek ilaç hatalarının azaltılması ve reçeteye erişme süresinin kısaltılması sağlanabileceği söylenebilir. Ayrıca ilaç fiyat farklarının ve muayene ücretlerinin eczanelerden tahsil edilmesi hasta ile olan iletişimi zedelemekte ve eczacıya olan güveni azaltmaktadır. Bu durum farmasötik bakım ve hasta güvenliğini sağlayabilecek bir potansiyeli olan eczane eczacısının hasta veya müşteriyle olan etkileşimini olumsuz etkileyebilmekte, hasta güvenliğinin yanı sıra çalışan güvenliğini de (15) olumsuz etkilediği söylenilebilir.

Sonuç olarak eczacıların bulunduğu konum, özellikle farmakoterapi, farmasötik bakım, geri dönüşler, takip, farmakovijilans faaliyetleriyle ilgili olanlar olmak üzere, ulaşılabilirliklerinin diğer sağlık hizmetlerinden daha kolay olmasından dolayı yararlanmak için idealdir. Sağlık hizmetlerine ulaşılabilirliğin artması adına Sağlık Bakanlığı tarafından birinci basamak sağlık kuruluşu olarak tanımlanan eczanelerin yasal düzenlemelerle bu potansiyeli sağlıklı bir hizmete dönüştürülebilir.

9. SINIRLAMALAR

Çalışmamızda toplum eczanelerinin mesul müdür ve sahibi olan eczacıların yanı sıra aynı çalışma ortamını paylaşan ikinci eczacı ve yardımcı eczacıların, eczane teknikerlerinin ve teknisyenlerinin katılımının bulunmaması çalışmanın bir kısıtlılığı olabilir. Çalışma daha geniş bir örneklemle temsil edilmesi daha ayrıntılı bir yorum yapılmasını sağlayabilir. Ayrıca AVM (Alışveriş Merkezi) eczanesi katılımının çok az oluşu da bir kısıtlılık olabilir. Çalışmada hasta mahremiyetine yönelik ifadeler sınırlıdır. Bu konu ayrı bir çalışmada ayrıntılı bir şekilde araştırılabilir.

KAYNAKÇA

1. Grissinger M., Physical environments that promote safe medication use, *Pharmacy and Therapeutics,* 37(7), 377-8, 2012.

2. Çağırcı S., *Eczane İşletmelerinin Fiziksel Ortam Kararları Üzerine Ampirik Bir Araştırma: Ankara İli Örneği,* Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010.

3. Lester C.A, Chui M.A., Using link analysis to explore the impact of the physical environment on pharmacist tasks, *Research in Social and Administrative Pharmacy,*12(4), 627-32, 2016.

4. Lee S.Y, Brand J.L., Effects of control over office workspace on perceptions of the work environment and work outcomes, *Journal of Environmental Psychology,* 25(3), 323-33, 2005.

5. McCann L, Adair C.G, Hughes C.M. An exploration of work-related stress in Northern Ireland community pharmacy: a qualitative study, *International Journal of Pharmacy Practice,* 17(5), 261-7, 2009.

6. Kreling D.H, Doucette W.R, Mott D.A, Gaither C.A, Pedersen C.A, Schommer J.C., Community Pharmacists Work Environments: Evidence from the 2004 National Pharmacist Workforce Study, *Journal of American Pharmacists Association*, 46(3), 331-9, 2006.

7. Çalgan Z, Aslan D, Yeğenoğlu S., Serbest Eczacıların Çalışma Koşulları Ve Mesleki Tutumlarına İlişkin Değerlendirmeler: Ankara Kent Merkezi Örneği ,Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi, 37 (4), 257-268, 2008.

8. Yong F.R, Garcia-Cardenas V, Williams K.A., Benrimoj S.I., Factors affecting community pharmacist work: A scoping review and thematic synthesis using role theory, *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 123-41, 2020.

9. Korkutan M, Kurt M.E., Hasta Güvenliği Kültürünün Türkiye'deki Mevcut Durumu Ve Önemi, *Usaysad Dergisi,* 7(1), 19-31, 2021.

10. Gidman W., Increasing community pharmacy workloads in England: causes and consequences, *International Journal of Clinical Pharmacy*, 33(3), 512-20, 2011.

11. Schommer J.C, Lee S, Gaither C.A, Alvarez N.A, Shaughnessy A.M., Improving the Experience of Providing Care in Community-Based Pharmacies. *Pharmacy: Journal of Pharmacy Education and Practice,* 10(4), 67, 2022.

12. Jairoun A.A, Al-Hemyari S.S, Jairoun M, El-Dahiyat F, Al-Ani M, Habeb M., Hidden factors in community pharmacy related to medication safety risks: Pushing patient safety to breaking point, *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 18(8), 3217-3219, 2021.

13. Schafheutle E.I, Seston E.M, Hassell K., Factors influencing pharmacist performance: A review of the peer-reviewed literatüre, *Health Policy*, 102(2-3), 178-92, 2011.

14. Gregório J, Cavaco A.M, Lapão L.V. How to best manage time interaction with patients? Community pharmacist workload and service provision analysis, *Research in Social and Administrative Pharmacy*. 13(1), 133-47, 2017.

15. Clabaugh M, Beal J.L, Illingworth Plake K.S. Perceptions of working conditions and safety concerns in community pharmacy, *Journal of the American Pharmacists Association,* 61(6), 761-71, 2021.

16. Napier P, Norris P, Braund R., Introducing a checking technician allows pharmacists to spend more time on patient-focused activities, *Research in Social and Administrative Pharmacy,* 14(4), 382-6, 2018.

17. Andreski M, Myers M, Gainer K, Pudlo A., The Iowa new practice model: Advancing technician roles to increase pharmacists' time to provide patient care services, *Journal of the American Pharmacists Association*, 58(3), 268-274, 2018.

18. Law M, Zeng S, Koo J, Verches D, Lam L, Martini N., Perceptions of community pharmacists to implementing technologies in the workplace: an exploratory study, *International Journal of Clinical Pharmacy*, 43(5), 1227-36, 2021.

19. Bednarczyk R.A, Nadeau J.A, Davis C.F, McCarthy A, Hussain S, Martiniano R., Privacy in the pharmacy environment: Analysis of observations from inside the pharmacy, *Journal of the American Pharmacists Association*, 50(3), 362-7, 2010.

20. Hattingh H.L, Emmerton L, Cheong Tin P, Green C., Utilization of community pharmacy space to enhance privacy: a qualitative study. Health Expectations, 9(5), 1098-110, 2016.

21. Aboneh E.A, Stone J.A, Lester C.A, Chui M.A, Evaluation of Patient Safety Culture in Community Pharmacies, *Journal of Patient Safety,* Mar;16(1), 18-24, 2020.

BAKÜ BÜYÜKŞEHİRİNİN FARKLI İSTASYONLARINDAKİ AEROMYCOBIOTA'NIN GENEL ÖZELLİKLERİ

GENERAL CHARACTERISTICS OF AEROMYCOBIOTA IN DIFFERENT STATIONS OF BAKU METROPOLITAN

Balakhanova Kumru Vasif kızı (öğretmen)
Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi Kimya ve Biyoloji Fakültesi
Biyoloji (bilim alanlarına göre) bölümü
Bakü, Azerbaycan
ORCİD: 0000-0002-1709-1442

ÖZET:

Sunulan çalışma, büyükşehir Bakü şehrinde dağıtılan aerojenik mikobiyotanın genel analizine adanmıştır. Bakü metrosunun yer altı istasyonlarının peronları, hareket eden vagonlar ve metro istasyonlarının çıkış bahçeleri araştırma konusu olarak alınmıştır. Aynı zamanda, tescilli istasyonların hem denize yakın hem de yükseklikteki konumlarının yanı sıra, derinlikleri ve yapım yılları da dikkate alındı. Bu amaçla 1967 yılında inşa edilen “Sahil”, “28 Mayıs”, “Şehir İçi”, “Nizami”, “20 Ocak”, 1985 yılında hizmete giren “Memar Ajami”, 2002 yılından itibaren “Ahmedli” işletmeye alınmıştır. 2008-2011 yıllarında inşa edilen Aslanov", "Güneşli", "Nasimi", "Azadlig", "Darnagul" metro istasyonları incelendi. Adı geçen istasyonların platformları, dünya yüzeyinden 10-15 m derinlikte bulunmaktadır. Metro istasyonlarının yer altı alanlarına ait platformların atmosferik havasından alınan numuneler ile hareket halindeki arabaların atmosferik havası sırasıyla sonbahar ve kış mevsimlerinde çöktürme yöntemiyle elde edilmiştir. Bu sırada benzin istasyonlarının yer üstü alanlarının platformlarının zeminlerine ve vagonlarda 1,5 m yükseklikte Saburo besin ortamına sahip Petri kapları yerleştirildi. Çalışılan mikroskobik mantarların tür kompozisyonu, hem kültürel ve morfolojik özelliklere göre hem de bilinen belirleyicilere göre belirlendi. Yapılan araştırmalar sonucunda, metropolün iç ve dış hava ortamındaki mikroskobik mantarların niceliksel göstergeleri, yani tek bir ciltteki sayıları, hakkında gerçek bir kanıya varmak için esas alınamaz. Bu nesnelerde mikolojik güvenlik. Çünkü hava ekosistemindeki mikolojik güvenliğin değerlendirilmesinde koloni oluşturan elementlerin birim hacimdeki yoğunluğu ve fırsatçı mantarların sayısı biyolojik kirliliğin ana kriteri olarak alınmaktadır. Metro istasyonlarının iç ve dış hava ortamlarında fırsatçı mantarların sayısı sonbahar ve ilkbaharda ikiye katlanmakta ve spor büyüklükleri 8-10 µm'ye denk gelmektedir. Metro istasyonlarında oluşan aeromikobiyotaların hem sayı hem de tür kompozisyonu insan sağlığı için risk oluşturacak düzeyde (<300 KEV⁄m3) değildir. Dolayısıyla Bakü metrosunun çoğu istasyonunda oluşan aerojen mikobiyotanın hem sayısı hem de tür kompozisyonu, bu tür ulaşımı kullanan kişilerin sağlığı için risk faktörü sayılacak düzeyde değildir.

Anahtar kelimeler: metropol, aeromycobiota, fırsatçı, alerjen, risk faktörü.

ABSTRACT:
The presented work is dedicated to the general analysis of the aerogenic mycobiota distributed in the metropolitan city of Baku. Platforms of underground stations of Baku metro, moving carriages and exit yards of metro stations were taken as the object of research. At the same time, in addition to the location of the registered stations both near the sea and at a height, their depth and year of construction were also taken into account. For this purpose, "Sahil", "May 28", "Inner city" built in 1967, "Nizami", "January 20", "Memar Ajami" commissioned in 1985, "Ahmedli" operated since 2002. ", "H. Aslanov", "Guneshli", "Nasimi", "Azadlig", "Darnagul" metro stations built in 2008-2011 and analyzed. The platforms of the named stations are located at a depth of 10-15 m from the earth's surface. The samples taken from the atmospheric air of the platforms of the underground areas of the metro stations and the moving cars were obtained by the sedimentation method in the autumn and winter seasons, respectively. At this time, Petri dishes with Saburo nutrient medium were placed on the floors of the platforms of the above-ground areas of the gas stations, and at a height of 1.5 m in the carriages. The species composition of the studied microscopic fungi was determined both according to cultural and morphological characteristics and on the basis of known determinants. As a result of the conducted research, the quantitative indicators of microscopic fungi in the indoor and outdoor air environment of the metropolis, in other words, the number of them in a single volume, cannot be considered as a basis for making a real opinion about the mycological safety in these objects. Because the density of colony-forming elements in a unit volume and the number of opportunistic fungi are taken as the main criteria of biological pollution in the assessment of mycologic safety in the air ecosystem. The number of opportunistic fungi in indoor and outdoor air environments of metro stations doubles in autumn and spring, and the size of spores is equal to 8-10 μm. Both the number and species composition of aeromycobiota formed in subway stations are not at the level (<300 KEV⁄m3) that would be considered a risk factor for human health. Thus, both the number and species composition of aerogenous mycobiota formed in most stations of the Baku metro are not at the level to be considered a risk factor for the health of people using this type of transport.
Key words: metropolitan, aeromycobiota, opportunist, allergen, risk factor.

GİRİŞ

Son zamanlarda insan vücuduna çeşitli yollarla giren alerjenik ve toksijenik özelliklere sahip fırsatçı mantarların araştırılması öncelikli araştırma alanlarından biri haline gelmiştir [2,3]. İnsanların yaşadığı veya çalıştığı ortamlarda fırsatçı mantarların toplanmasının belirli bir süre sonra potansiyel bir enfeksiyon kaynağı olarak ortaya çıktığı bilinmektedir. Bu nedenle, kentsel koşullar da dahil olmak üzere insanların yaşadığı ortamlardaki mikojenik kirlilik seviyesinin fırsatçı mikobiyotasının taksonomik yapısının incelenmesi son derece önemlidir.Bu bakımdan, insanların yaşadığı yerlerde fırsatçı mantar türlerinin tespit edilmesi son derece önemlidir. seyrek veya yoğun, geçici veya uzun süreli yaşamak veya çalışmak.İnsanların daha yoğun bir şekilde bir araya geldiği yerlerden birinin de yer altı ulaşım türlerinden biri olan metro olduğunu belirtelim [5,6]. Modern zamanlarda, dünyanın 200'den fazla şehrinde büyükşehir ulaşım aracı olarak yoğun bir şekilde kullanılmaktadır [8,9]. Cumhuriyetimizin başkenti Bakü'de uzun süredir metropol metro ulaşım ağının faaliyet gösterdiği ve her gün yüzbinlerce

kişinin bu ulaşım hizmetini kullandığı dikkate alınırsa, tespitin ne kadar önemli olduğu ortaya çıkıyor. metropolün atmosferik havasındaki fırsatçı mantarlar.

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bakü metrosunun yer altı istasyonlarının peronları, hareket eden vagonlar ve metro istasyonlarının çıkış bahçeleri araştırma konusu olarak alınmıştır. Aynı zamanda, tescilli istasyonların hem denize yakın hem de yükseklikteki konumlarının yanı sıra, derinlikleri ve yapım yılları da dikkate alındı. Bu amaçla 1967 yılında inşa edilen "Sahil", "28 Mayıs", "Şehir İçi", "Nizami", "20 Ocak", 1985 yılında hizmete giren "Memar Ajami", 2002 yılından itibaren "Ahmedli" işletmeye alınmıştır. 2008-2011 yıllarında inşa edilen Aslanov", "Güneşli", "Nasimi", "Azadlig", "Darnagul" metro istasyonları incelendi. Adı geçen istasyonların platformları, dünya yüzeyinden 10-15 m derinlikte bulunmaktadır. Metro istasyonlarının yer altı alanlarına ait platformların atmosferik havasından ve hareket halindeki arabalardan alınan örnekler sırasıyla sonbahar (esas olarak Ekim) ve kış (esas olarak Şubat) mevsimlerinde çöktürme yöntemiyle elde edilmiştir. Bu esnada benzin istasyonlarının yer üstü alanlarındaki platformların zeminlerine ve 1,5 m yükseklikte Saburo'nun besi ortamına sahip Petri kapları yerleştirildi.

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Metronun farklı istasyonlarının havasından alınan örnekler, yılın sonbahar (Ekim), kış (Aralık) ve ilkbahar (Nisan) aylarında, 17 kişiden toplu halde iş yerlerinden ayrılarak metro istasyonlarına geldiklerinde elde edildi. °° ila 19°°.parametreler farklı göstergelerle karakterize edilir. Yapılan araştırmalar sonucunda, kent metropolünün farklı istasyonlarının hava kaynaklı mikobiyotasının sayısal bileşiminin sonbahar, kış ve ilkbahar mevsimlerinden bağımsız olarak köklü bir değişikliğe uğramadığı tespit edilmiştir. Böylece aeromikobiyotanın sayısal bileşimi sonbaharda 135±25-220±15 KEV/m3, kışın 120±20-195±15 KEV/m3 ve ilkbaharda 140±15-230±20 KEV/m3 ile karakterize edilir. 28 Mayıs, İlimler Akademisi, Nizami vb. gibi bazı istasyonlarda vagon ve fuayelerin havasında yaşayan mikobiyota sayısı dikkat çekecek kadar fazladır. Bu durum söz konusu metro istasyonlarının daha fazla yolcu tarafından kullanılması ile ilgilidir.Böylece sunulan metro istasyonlarının çıkışındaki hava ortamından farklı olarak fuaye ve vagonların hava boşluğunda oluşan aerojen mikobiyota kompozisyonu değiştirilebilmektedir. nispeten kararlı kabul edilir. Uluslararası Sağlık Örgütü'nün bölge raporunda kapalı sistemler için mikolojik norm olarak kabul edilen 300 KEV/m3'ü dikkate alırsak, Bakü metrosunun vagon ve fuayelerindeki mikolojik durum nispeten güvenli sayılabilir.

Karşılaştırma için, kışın soğuk aylarında metro istasyonlarının çıkışlarında atmosferik havadaki mantar sayısının önemli ölçüde daha düşük olduğu, 30.0±10.0-110.0±15.0 KEV/m3 olduğu belirtilmelidir. ortamdaki sıcaklık yükselir ve aeromikobiyota sayısal içeriğinde yeterli bir artış ile sonbahar ortasına kadar devam ettiği gözlenir. Dolayısıyla bu dönemde mantar sayısı 130.0±15.0-240.0±10.0 KEV/m3 aralığında değişmektedir. Bu dönemde hava sıcaklığının artan dinamiklerinin, tek bir hacimdeki mantar yoğunluğunun aşırı derecede artmasına neden olabileceği belirlenmiştir. Ancak kural olarak sıcak günlerin ardından ilkbahar ve sonbaharda yağan yağmurlar, özellikle sağanak yağışlar havadaki mantar sayısının önemli ölçüde azalmasına, yaklaşık 2 kat, tersine 2,5 kat artmasına neden olur. toprağın üst yüzeyi.

Aynı zamanda metro istasyonlarının dış ve iç hava ortamları arasında sıcaklığa bağlı olarak belirli karşılıklı ilişkilerin olduğu öğrenildi.Böylece yılın sıcak mevsimlerinde ortamdaki

sıcaklık artışı daha doğrusu eğer 10ºC'den yüksek, dış atmosferik hava metro istasyonlarının hem platformlarına hem de tünellerine girmekte, aynı zamanda vagonlara olan konvansiyonunu da hızlandırmaktadır. Bu, bahsedilen nesnelerdeki aerojen mikobiyotanın taksonomik bileşimi açısından göreceli bir benzerlik oluşturmaktadır. Dış ortamlarında oluşan aeromycobiota'nın taksonomik bileşimindeki keskin farklılıklar ile kendini gösterir. Yapılan araştırmalar sonucunda, metropolün iç ve dış hava ortamındaki mikroskobik mantarların niceliksel göstergelerinin, yani tek bir ciltteki sayılarının yapıma esas alınamayacağı belirlenmiştir. Bu objelerde mikolojik güvenlik hakkında gerçek bir görüş Tek hacimde koloni oluşturan elementlerin yoğunluğu ve fırsatçı mantar sayısı kriter olarak alınmıştır.İç ve dış ortamlarda fırsatçı mantar sayısının önemli ölçüde arttığı bilinmektedir. sonbahar ve ilkbaharda büyükşehir istasyonlarının hava ortamları Mikroskobik gözlemler, söz konusu mantarların sporlarının bu dönemde oldukça büyük boyutlarla (8-10 µm) karakterize edildiğini göstermektedir. Bu tür mantarlar arasında Acremoniumstrictum Gams, Alternaria alternata Keissl, A.tenuissima Keissl, Aspergillus ochraceus G.Wilh, A.ustus Bainier, A.terreus Bainier, Penicillium expansum Link, P.spinulosum Thom, Cladosporium cladosporioides de Vries, C.sphaerospermum Penz yer alır. ve s gösterilebilir. Bununla birlikte, soğuk kış ve sıcak yaz aylarında, temsilci sayısı önemli ölçüde azalır ve sporları çok küçük boyutlara (2-4 µm) sahiptir, bu, şartlı olarak patojenik mantarların sayısında bir azalmaya hiç işaret etmez ve bu sefer arka plan patojenite seviyesi, mikoz hastalıklarının aktif nedensel ajanları olan Aspergillus ve Penicillium cinsi türler tarafından korunan diğer mantarlardan, özellikle derin köklü mantarlardan daha düşüktür.

Aynı zamanda, incelenen metro istasyonlarının dış ve iç hava ortamlarında sonbahar ve ilkbahar, ayrıca kış ve yaz aylarında yaşayan aerojen mikokompleks bileşiminde benzerlikler vardır ve bu Varda yöntemi ile belirlenmiştir. Bu benzerliğin temel nedeni, mantarların aynı çevre koşullarının dayatmaları altında fırsatçı davranarak aynı hastalıkların etkeni olmaları olmalıdır.

Dolayısıyla Bakü metrosunun çoğu istasyonunda oluşan aerojen mikobiyotanın hem sayı hem de tür kompozisyonu bu ulaşım türünü kullanan kişilerin sağlığı için risk faktörü sayılacak düzeyde değildir. metro istasyonlarının dış ve iç ortamları arasında düzenli hava kütlesi değişimi, sadece fırsatçı mantarların değil, aynı zamanda yaygın konvansiyonel patojenlerin de arka plan seviyesinin doğrudan önlenmesinde son derece önemli bir rol oynar

KAYNAKÇA

1. Aliyev I.A., Asadov Sh.F., Ibrahimov E.A Çeşitli amaçlara yönelik nesnelerin mikobiyotasının göç faaliyetleri//Toprak bilimi ve tarım kimyası. Bakü: "Elm" yayınevi, 2013, cilt 21, sayı 2, sayfa 231-235.
2. Asadova Sh.F., Aliyev I.A. Çevresel faktörlerin konutlarda fırsatçı mikobiyota oluşumu üzerindeki etkileri "XXI. Yüzyılda ekoloji ve toprak bilimlerinin güncel sorunları" konulu bilimsel konferansın tutanakları Bakü, 2013, s. 175 -177.
3. Zheltikova T.M., Antronova L.B., Tetrova – Nikitina A.D., Chekunova⁄Ekologiya odnomeny i allergiya⁄⁄ Allergology, 2004, No.3, s.37-39.

4. Zhdanova N.N., Kirillova L.M., Borisyuk L.T., Zakharchenko V.A., Stepanichenko N.N., Tyshenko A.A. Taşkent metropolünün bazı istasyonlarının ekolojik olarak izlenmesi⁄⁄Mikoloji ve fitonatoloji, 1994 , т.28, вып. 3, s. 7-14
5. Frolov Yu.S.. Tolytsinsky D.M., Ledyaev A.P. Büyükşehir. Moskova: "Zheldorizdasch", 2001, 640 s.
6. Award A.H. Enviromental study in subwy metro stations in Cairo, Egypt⁄⁄Y.Occup.Health. 2002.vol 44, p. 112-118
7. Kawasaki T., Kyotani T., Ushiogi T., Izumi Y., Lee h., Haykarwa T. Distribution and identification of airborne fungi in railway ststions in Tokyo, Yapon ⁄⁄Y.Occup. Health.2010 , vol 52, p. 186-193
8. Kim K.Y., Park Y.B., Kim C.N., Lee K.Y. Distribution of airborne fungi , particulate matter and carbon dioxide in Seoul metropolitan subway stations ⁄⁄ Y.Prevent medic Publ.Health., 2006, vol.39, Iss.4, p.325-330.
9. Kim K.Y., Kim Y.S.,Kim D.,Kim H.T. Exposure Level and Distribution Characteristics of Airborne Bacteria and Fungi in Seoul metropolitan Subway Stations //Industrial Health.2011,vol 49, №2, p.242-248.

Resolution of Overlapping Phenolic Acid Peak Confusion in HPLC-DAD Analysis by Peroxynitrite Reaction

Assist. Prof. Dr., Ozan Emre EYUPOĞLU[1], Prof. Dr., Murat KÜÇÜK[2]

[1]Istanbul Medipol University, School of Pharmacy, Biochemistry Department,

0000-0002-4449-0537

[2]Karadeniz Technical University, Faculty of Science, Chemistry Department,
0000-0002-1669-5797

ABSTRACT

In this study, phenolic acid standards were overlapped at 25 °C by changing the solvent gradient and time factors. The locations of the phenolic acids were determined after the analysis of the overlapping components with DAD. The standards were carried out in HPLC after being treated with synthesized peroxynitrite one by one, off-line both at pH 7.4 and by stopping the reactivity of peroxynitrite with 1 M HCl and phenolic acids were distinguished by the disappearance or transformation of the phenolic acid peak. For Ferulic acid HPLC analysis at 280 nm, the percent reactivity with peroxynitrite was found to be 26.88%. In the future, the study may also help to avoid natural component multiple peak overlaps in HPLC analysis by derivatization of peroxynitrite.

Key Words:DAD, Fenolic acid, HPLC, Peroxynitrite

1. INTRODUCTION

Today, HPLC applications have gained an important place by being used in different sectors and in different analyzes within these sectors. In HPLC analysis studies, the analysis sample can transform into different components under different solvent conditions. This may cause difficulties in discrimination in analyzes [1, 2]. In the organism, peroxynitrite transforms into hydroxynitrite (HOONO), which acts as a hydroxyl radical. High concentrations of nitrogen dioxide (NO2) are formed by the breakdown of peroxynitrite. These products have strong oxidant properties [3]. These reactive nitrogen compounds react with lipids, DNA, thiols, amino acids, metals and impair enzyme functions and cause DNA mutation by damaging membrane integrity. As a result, lipid peroxidation and protein oxidation begin. Peroxynitrite forms 3-nitrotyrosine by adding a nitro group to the phenolic ring of proteins or free tyrosine. This reaction can occur spontaneously or is catalyzed by transition metals, CO_2 and myeloperoxidase [3]. Although agents such as nitrite and hypochlorous acid reaction products have been reported to be able to form nitrotyrosine, nitrotyrosine formed in biological systems is more likely to reflect the extensive formation of peroxynitrite [3]. In the study, this transformation, which may be in the analysis, was performed with peroxynitrite in an off-line reactivity in a planned manner. Phenolic acids, which are preferred as standard in HPLC analyzes, were used as they have strong activity in terms of antioxidant activity [4, 5]. Peak overlaps have been the main problem in HPLC analyzes of phenolic acids separated by different gradient separation methodologies. The power of the solvent is effective on the basis of peak overlaps. At the same time, factors such as flow rate and temperature are also effective when the peaks overlap [6].

When the column temperature is high, since the viscosity will decrease, the fluidity of the sample in the column increases and the sample leaves the column sooner than expected [6]. Since the viscosity will increase when the column temperature is too low, the fluidity decreases and therefore the exit time from the column is delayed. These delays or early arrivals also depend on the molecular structure and polarity of the substances in the composition of the sample [6]. In this way, the substances in the composition may have the same delay or early arrival, that is, the retention times may be the same and they may peak at the same place in the chromatogram [6]. In fact, if the maximum wavelengths of the compounds in the composition are close or their ranges overlap, their spectra may coincide with each other. When the flow rate, which is another factor affecting the overlapping of the peaks, is increased, the peaks come earlier and if the HPLC execution time is short, the peaks may overlap [6]. By slowing down the flow rate, the peaks may come slower and can be viewed more separately, but changes in the flow rate will cause the particles in the column to break off, thus ending the column life early, so too much change should not be made in the flow rate. In addition, peak broadening can cause the peaks to intertwined with each other and thus to overlap [6]. In this study, overlapped chromatograms of phenolic acids were created by keeping the flow rate and temperature constant and changing the solvent polarity with more gradient changes [6]. It was aimed to find a solution to the overlap problem by derivatization of phenolic acids with peroxynitrite reaction and shifting different derivative components to different retention times [6]. Some of the phenolic acids turned into different compounds and occured new compounds at different retention times, some of the phenolics did not convert to different compounds and they peaked at normal retention time [6]. Transforming and non-transforming were determined by comparison with HPLC-DAD. Thus, a new methodology has been applied for possible transformations in the analysis [6]. When factors such as gradient, flow rate, temperature are adjusted, detectors make use of the properties of the components in the sample in the chromatograms with overlapping peaks, and distinguish overlapped peaks with the specific spectrum of the derived component [6]. In a study by Yong et al. in 2011, 12 overlapped quinolone compound in honey samples were elucidated by DAD [7]. Since analysis of different mass fragments with MS detector in complex overlaps has been an expensive way, discrimination with DAD has been an alternative and cheaper way [7].

2. EXPERIMENTAL STUDIES

2.1. Preparation of Stock Solutions of Phenolic Acid Standards

10 mg of each phenolic acid standard was dissolved in 5 mL of 40% methanol-water mixture and their concentration was adjusted to 2 mg/mL. First of all, 10 milli molar stocks and then 1 milli molar stocks were prepared and stored in the refrigerator at +4 °C [6].

2.2. Preparation of Peroxynitrite Reagent

Peroxynitrite was synthesized in the laboratory from a mixture of 0.6 M 100 mL HCl and $NaNO_2$, 0.7 M 100 mL H_2O_2, 1.5 M 100 mL NaOH solutions.
The synthesized peroxynitrite was mixed with some MnO_4 and the excess of H_2O_2 was removed as gas, then filtered through filter paper and kept in the freezer. The formed supernatant was taken and its absorbance was measured at 302 nm and stored in the freezer with eppendorfs to

be diluted and used later. This supernatant, the most concentrated and darkest yellow portion, was diluted 1:400 with 1 M NaOH to set the final concentration to 50 mM [6, 8].

2.3. Gradient Elution Overlapped Program with HPLC-DAD Conditions

RP-HPLC-DAD analyzes were 1100 series and DAD 1200 series equipped with a diode series detector from Agilent (Waldbronn, Germany). The instrument was controlled with the Chemstation program (Agilent). A C_{18} column (250 mm × 4.6 mm i.d., 5 µm particle; waters spherisorp ODS2) was used for all analyses. The mobile phase was formed from solutions of (A) 2% acetic acid in water and (B) 0.5% acetic acid in 50/50 acetonitrile/water. The injection volume was used as 20 µL and flow rate was 1.2 $ml.min^{-1}$.
Chromatograms were recorded with 20-minute runs while the DAD detector was at 232, 246, 260, 272, 280, 290, 308, 328 nm. Column temperature was 25 °C (Room temperature was adjusted by air conditioner). Gadient elution overlapped program was started with 5% A phase, keeping flow rate and temperature constant. Phase A gradient elution increased to 80% at 8 minutes, decreased to 40% between 12-15 minutes, and again increased to 55% at 18 minutes and 90% at 20 minutes, and the analysis was completed [6].

2.4. Application of Peroxynitrite Reactivity to Phenolic Acids

500 µL of each phenolic acid was taken from 10 mM stocks and the volume was made up to 5 mL with 40% methanol. While phenolic acids were mixed separately by vortex, they were mixed with 1 mL 50 mM peroxynitrite (final concentration 10 mM) and left for 15 min incubations. After pHs were adjusted to 7.4 with 1 M HCl, total volumes were made up to 10 mL with ultrapure water. These mixtures, which were reactivated with peroxynitrite, were run with their parallels in HPLC. Peroxynitrite loses its effectiveness if it is reacted directly with 1 M HCl. After the peroxynitrite activity of phenolic acids was stopped, blank mixtures were prepared and carried out in HPLC with parallels in the same way [6, 8, 9].

3. RESULTS AND DISCUSSION

HPLC-PDA analysis revealed that the active natural phenolics quercetin-3-O-glucuronide and quercetin-3-O-glucoside components in lotus flower extracts inhibited peroxynitrite derivatization, which causes tyrosine nitration, which plays a role in many cardiovascular diseases and diabetes [10]. In addition, the unsaturated fatty acid oleic acid, which is abundant in human blood, was derivatized with peoxynitrite and analyzed by HPLC-UV and GS-MS [11]. In this study, a lot of the phenolic acids were run in HPLC after off-line reactivity with peroxynitrite. While some phenolic acids formed compounds of different polarity with peroxynitrite, some phenolics did not react with peroxynitrite. Phenolic acids, which give reactivity with peroxynitrite, formed in HPLC chromatograms at different times and formed different spectra. Peak length changes in chromatogram overlaps are remarkable in the blind application (PNK) and direct (PN) application of peroxynitrite reactivity (Figure 1). Since the changes were most effective at 246 and 280 nm wavelengths, these wavelengths were selected and chromatogram overlaps were compared (Figure 1). In addition, peroxynitrite reactivity can be found by using the equation obtained from the peak area change graph of phenolic acids at 280 nm and the peak area after peroxynitrite reactivity. For example; The peak area after blind treatment of ferulic acid with peroxynitrite at 280 nm was 5056.1, and the peak area after direct treatment was 3609.25 (Table 1). When the coefficient values of ferulic acid were written

according to the expression Y=ax+b; 5056.1=9.3094x-146 and 3609.25=9.3094x-146 functions were obtained and x's from these functions were found as 558 micromolar and 408 micromolar, respectively. By proportioning the difference between them, 26.88% was found as the percentage of reactivity with peroxynitrite.

4. GENERAL EVALUATION AND CONCLUSIONS

Peroxynitrite reagent, which has been used in the analyzes and triggers the transformation that may occur in metabolism and cause harm, was deliberately applied off-line to phenolic acids in our study. Different derivative convertibility of phenolic acids was evaluated in terms of retention time in HPLC and successfully applied to distinguish phenolic acids from each other. Since there have been many more components in the analyzes to be made on natural samples than in the standard mixture, it has been important to resolve the peak overlaps in HPLC analyzes. Therefore, the developed peroxynitrite derivatization may eliminate overlapping problems in HPLC analysis of other compounds in the future.

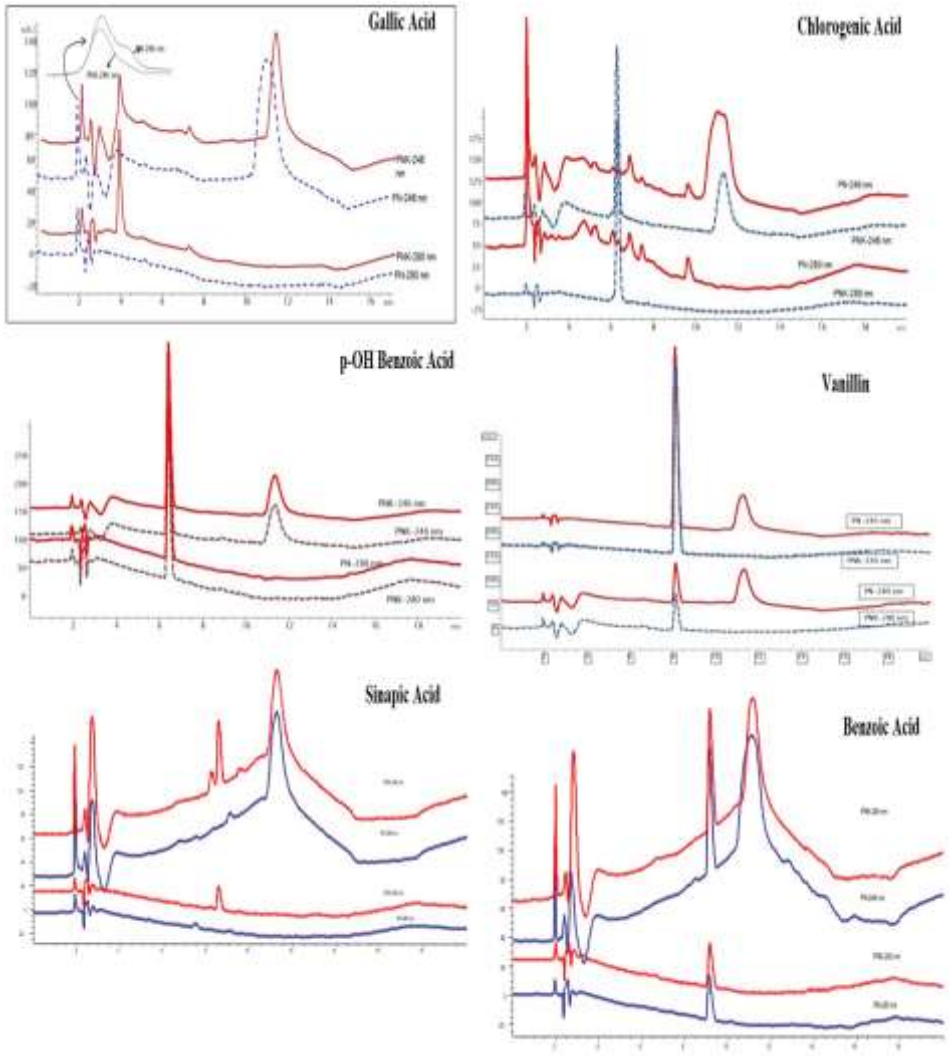


Figure 1. Chromotograms of blind (PNK) and direct (PN) reactivity of some phenolic acid compounds with peroxynitrite at 246 and 280 nm

Table 1. Coefficients Obtained from the Peak Areas and Heights of the HPLC Analysis of Phenolic Acids by Blind (PNK) and Direct (PN) Applications of Peroxynitrite

Phenolic Component	Direct Peroxynitrite	280 nm peaks		246 nm peaks		
	RT	Area	Height	RT	Area	Height
Gallic Acid	1.9465	192.45	28.6	1.9395	291.95	44.6
	5.143	24.75	2.2	11.1225	3668.15	72.75
Protocatechuic Acid	1.942	262.5	27.8	1.936	445.7	53
	5.123	549.05	45	5.12	686.7	65.5
				11.252	3320.5	69.5
Genticic acid	1.941	550.4	96.45	1.938	842.25	109.4
	6.008	54.4	4.65	6.028	366	26.95
	6.3635	65.9	5.7	11.361	2564.45	66.9
Protocatechaldehyde	1.9445	71.1	10.85	1.929	125.85	22.6
	6.016	2702.3	229.3	6.0155	706.5	60.75
	7.0505	50.1	3.3	11.3245	2971.5	69.25
Chlorogenic Acid	1.484	290.5	33.05	1.9455	896.3	127.1
	6.0345	101.05	6.6	5.118	62.75	4.65
	9.5875	137.25	9.7	6.0405	38	4.25
				6.831	206.3	16.7
				7.4045	50.75	4.4
				9.5875	148.3	10.5
				11.1855	3604.1	68.05
p-OH Benzoic Acid	1.951	32.75	6	0.9375	58.9	3
	6.403	1050.8	91.6	6.403	3445.95	296.5
				11.3275	2944.1	69.05
Vanillic acid	1.9585	58.25	8.75	1.5795	243.7	15.8
	6.926	1912.7	165.8	6.926	2373.35	200.95
				11.3465	2679.65	68.05
Caffeic acid	1.9565	187.85	30.25	1.9475	363.8	59.2
	6.8435	407	37.25	6.8435	859.95	76.15
	7.4115	38.9	3.7	8.4785	151.15	9.95
	11.153	25.25	1.55	11.187	3418.05	69.3
Ferulic acid	1.956	52.3	9.1	1.9335	119.85	21.75
	8.5825	3609.25	305.1	8.5825	3746.95	318.15
				11.337	4702.75	73.05

Phenolic Component	Blind Peroxynitrite	280 nm peaks		246 nm peaks		
	RT	Area	Height	RT	Area	Height
Gallic Acid	1.952	90.35	15.05	1.935	196.55	34.55
	3.754	684	62.4	3.758	422.9	27.25
	7.1025	44.35	3	11.271	2583.15	68.45
Protocatechuic Acid	1.9465	62.2	10	1.9275	114.9	24.1
	5.1105	1446.3	136.8	5.1105	2118.2	199.05
				11.262	2951.55	69.95
Genticic acid	1.945	218.5	28.65	1.9395	402.45	51.7
	6.018	82.7	5.8	6.023	858.7	73.4
				11.3685	2304.75	64.3
Protocatechaldehyde	1.9505	66.1	10.85	1.9295	148.9	27.65
	6.0135	3682.05	313.6	6.0135	975.55	83.6
				11.236	3090.7	65.75
Chlorogenic Acid	1.95	64.15	10.2	1.9305	151.5	28.5
	6.289	2054	187.05	6.2895	2209.9	201.1
				11.328	2938.6	68.8
p-OH Benzoic Acid	1.9465	46.25	7.7	1.9305	103.5	21.25
	6.407	995.75	86.7	6.4075	3287.4	280.35
				11.373	2419.45	66.2
Vanillic acid	1.955	48.85	8.15	1.9315	109.05	21.85
	6.9225	2076.5	178.35	6.9225	2561.2	216.1
				11.362	2527.1	67.3
Caffeic acid	1.9665	37.4	6.8	1.726	105.35	10.05
	6.938	421.35	36.2	6.934	538.15	39.05
	8.7305	99	8.35	8.757	234.7	16.6
Ferulic acid	8.5575	5056.1	411.1	2.348	139.75	17.2
				8.5575	5256.45	426.6
				10.994	4471.35	73.55

References

[1] Malherbe, C.J., de Beer D., and Joubert, E. (2012), Development of On-Line High Performance Liquid Chromatography (HPLC)-Biochemical Detection Methods as Tools in the Identification of Bioactives, Int. J. Mol. Sci. 13, 3101- 3133. https://doi.org/10.3390/ijms13033101.

[2] Kusznierewicz, B., Piasek, A., Bartoszek, A., Namiesnik, J. (2011), Application of A Commercially Available Derivatization Instrument and Commonly Used Reagents to HPLC On-line Determination of Antioxidants, J. Food Compos. Anal., 24, 1073–1080. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2011.01.010.

[3] Radi R, Beckman JS, Bush KM, Freeman BA. (1991), Peroxynitrite Oxidation of Sulfhydryls. The Journal of Biological Chemistry, 266 (7), 4244-4250.

[4] Sieniawska, E., Baj, T., Los, R., Skalicka-Wozniak, K., Malm, A., Glowniak, K. (2013), Phenolic acids content, antioxidant and antimicrobial activity of *Ligusticum mutellina* L. Natural Product Research, 27(12), 1108–1110. https://doi.org/10.1080/14786419.2012.698413.

[5] Socha, R., Pająk, P., Fortuna, T., Buksa, K. (2015), Phenolic Profile and Antioxidant Activity of Polish Meads. International Journal of Food Properties, 18(12), 2713–2725. https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1004588.

[6] Eyupoğlu, O.E., *In HPLC Analysis, Seperated of Compounds, Given Overlapped Peaks Using DAD, On-line FRAP and Peroxynitrite Reaction,* Master Thesis, Karadeniz Technical University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Chemistry Graduate Program, Trabzon/Turkey, 2012.

[7] Yong, J.Y., Hai, L.W., Sheng, Z.S., Chao, K., Juan, Z., Yu, W., Shao, H.Z., Ru, Q.Y., (2011), Using Second-order Calibration Method Based on Trilinear Decomposition Algorithms Coupled with High Performance Liquid Chromatography with Diode Array Detector for Determination of Quinolones in Honey Samples, Talanta, 85, 3, 1549–1559. https://doi.org/10.1016/j.talanta.2011.06.044.

[8] Hughes, M.N., and Nicklin, H.G. (1970), The Chemistry of Peroxonitrites. Part II. Copper(ii)-catalysed Reaction Between Hydroxylamine and Peroxonitrite in Alkali, J. Chem. Soc. A, 925-928.

[9] Niwa, T., Doi, U., Kato, Y., Osawa, T. (1999), Inhibitory Mechanism of Sinapinic Acid Against Peroxynitrite-mediated Tyrosine Nitration of Protein in Vitro, FEBS Letters 459 (1), 43-46. https://doi.org/10.1016/S0014-5793(99)01216-8

[10] Qian, Y., Chen, X., Qi, J., Liu, X. (2018), A novel analytical method based on HPLC-PDA coupled post-column derivatization to evaluate the ability to inhibit tyrosine nitration in lotus leaf extracts. RSC Advances, 8(68), 38715–38720. https://doi.org/10.1039/c8ra07087c.

[11] Trettin, A., Böhmer, A., Zoerner, A.A., Gutzki, F.M., Jordan, J., Tsikas, D. (2014), GC–MS/MS and LC–MS/MS studies on unlabelled and deuterium-labelled oleic acid (C18:1) reactions with peroxynitrite (ONOO−) in buffer and hemolysate support the pM/nM-range of nitro-oleic acids in human plasma. Journal of Chromatography B, 964, 172–179. https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2014.01.016.

Ekaba (*Tetraberlinia bifoliolata* Haum.) ahşabında bazı yüzey özellikleri üzerine doğal yaşlandırmanın etkileri

Doç. Dr. Osman ÇAMLIBEL[1], Doç. Dr. Ümit AYATA[2]

[1]Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, İç Mekan Tasarımı Pr., Kırıkkale, Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-8766-1316
[2*]Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Peyzaj Anabilim Dalı, Bayburt, Türkiye,
Sorumlu yazar: ORCID ID: 0000-0002-6787-7822

Özet

Bu çalışmada, ekaba (*Tetraberlinia bifoliolata* Haum.) ahşabında 2 aylık doğal yaşlandırma sonrasında bazı yüzey özellikleri araştırılmıştır. Yaşlandırılmış ve kontrol örnekleri üzerinde parlaklık değerleri [(20º, 60º ve 85º) ve lif yönleri (paralel ve dik)], beyazlık indeksi değerleri (liflere paralel ve dik yönlerdeki), kırmızı (*a**) renk tonu, kroma (*C**), ışıklılık (*L**), ton (*h*º) açısı ve sarı (*b**) renk tonu değerlerine ait testler belirlenmiştir. Sonuçlara göre, varyans analizi sonuçlarının bütün testler için anlamlı olarak belirlendiği görülmüştür. 1. aylık sonunda Δ*E** değeri 8.96 olarak belirlenirken, 2. aylık sonunda Δ*E** değeri 7.94 olarak bulunmuştur. 60 günün sonunda liflere dik ve paralel yönlerde beyazlık indeksi değerlerinin ve kırmızı (*a**) renk tonu değerlerinin azaldığı görülürken, 20°, 60° ve 85° açıları için liflere paralel (//) ve dik (⊥) yönlerde parlaklık değerleri, sarı (*b**) renk tonu değeri, ışıklılık (*L**) değeri, ton açısı (*h*º) ve kroma (*C**) değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Yapılan doğal yaşlandırma uygulamasının bu ağaç türüne ait yüzeyler üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Ekaba, beyazlık indeksi, *Tetraberlinia bifoliolata* Haum., renk, doğal yaşlandırma, parlaklık,

Effects of natural weathering on some surface properties of Ekaba (*Tetraberlinia bifoliolata* Haum.) wood

Abstract

In this study, some surface properties of ekaba (*Tetraberlinia bifoliolata* Haum.) wood were investigated after 2 months of natural weathering. Glossiness values [(20º, 60º, and 85º) and fiber directions (parallel and perpendicular)], whiteness index values (perpendicular and parallel to the fibers), red (*a**) color tone, chroma (*C**), lightness (*L**), hue (*h*º) angle, and yellow (*b**) color tone values were determined. According to the results, it was seen that the analysis of variance results for all tests were obtained as significant. While the Δ*E** value at the end of the 1st month was 8.96, the Δ*E** value was 7.94 at the end of the 2nd month. At the end of 60 days, it was observed that the whiteness index values in the parallel and perpendicular directions to the fibers and red (*a**) color tone values decreased, when glossiness in parallel (//) and perpendicular (⊥) directions to the fibers for 20°, 60° and 85° angles, yellow (*b**) color tone value, lightness (*L**) value, tone (*h*º) angle, and chroma (*C**) values were found to increase. It has been observed that the natural weathering application is effective on the surfaces of this wood type.

Keywords: Ekaba, whiteness index, *Tetraberlinia bifoliolata* Haum., color, natural weathering, glossiness,

1. Giriş

Ahşap, karmaşık aşamalı hücresel yapıya sahip doğal olarak yetiştirilmiş bir kompozit malzemedir ve ağaç gövdesi ekseni ve büyüme halkası yapıları ile hizalanmış uzun boru şeklindeki hücrelerden oluşmaktadır (Gibson, 1992). Ahşap, ağaçta farklı biyolojik işlemlerle üretilen çok önemli bir yan üründür. İklim değişikliğine ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına büyük katkı sağlayabilecek ormanlardan elde edilen önemli bir doğal kaynaktır (Kaimowitz, 2003). Ahşap işlemeyi optimize etmek için, toplumumuz için daha sürdürülebilir ve çevre dostu ürünler geliştirirken kaynağı en verimli şekilde kullanarak tüm bileşenlere özen göstermek önemlidir (Berglund, 2018). Ahşap, güzelliği, ılımlı ve organik görünümü nedeniyle, aynı zamanda zeminler, duvarlar ve hatta ahşap lavabo ve küvetler için banyolarda giderek daha fazla kullanılmaktadır (Miklečić ve Jirouš-Rajković, 2021).
Ahşap ve ahşap bazlı ürünler, çok yönlülüğü ve çekici mühendislik ve yapısal özellikleriyle uzun zamandır tanınan dayanıklı malzemelerdir (Anonim, 1974).
Dış mekân maruziyeti ile hızlı bozulma, mühendislik ve yapısal uygulamalar için ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin kullanımının önemli bir dezavantajıdır. İç mekânlarda, ahşap yüzeylerin karakteristik görünümü kısa vadede çok az değişir (Sudiyani ve ark., 2003).
Ayrışma, ahşabın güneş ışığına (veya ultraviyole) maruz kaldığında bir tür doğal bozulmasıdır (Mohebby ve Saei, 2015). Dış mekâna maruz kalan ahşap, yüzey fotodegradasyonuna karşı çok hassastır çünkü ana kimyasal bileşenlerinden biri olan aromatik polimer lignin ultraviyole (UV) radyasyonunu güçlü bir şekilde emer (Kalnins, 1984).
Bir dış mekân hizmet ortamında, kaplamasız ahşap gibi kaplama, zamana bağlı olarak değişen iki farklı türde bozulmaya maruz kalır (George ve ark., 2005). Güneş radyasyonuna maruz kalan ahşabın, başta renk değişimleri ve mekanik bozulma olmak üzere yüzey bozulmasına maruz kaldığı uzun süredir bilinmektedir (Derbyshire ve Miller, 1981).
Üst yüzey işlemi bitmemiş ahşap veya şeffaf kaplamalarla tamamlanmış ahşap, çekici görünümü nedeniyle geniş kabul görmüştür. Ancak dış mekânda sergilendiğinde, çekici görünüm kısa sürede kaybolur (Feist, 1982). Ahşabın yüzeyi, herhangi bir koruma olmadan çevreye maruz kaldığında nispeten hızlı bozulur (Evans ve ark., 1996).
Doğal yıpranma süreci genellikle renk solmasına, ahşap yüzeyin fiziksel olarak bozulmasına ve boya tutma özelliklerinin kaybolmasına neden olur. Renkteki değişiklik, ayrışma sırasında ahşapta meydana gelen kimyasal değişikliklerin ilk bariz göstergesidir (Jirous-Rajkovic ve ark., 2004). Ayrışma, parlaklık ve renkte değişiklikler, çatlama, kabarma, yapışma kaybı ve esneklik kaybına neden olur. Bu parametreler yaşlanmayı değerlendirmek için kullanılmaktadır (Calvert ve Pitts, 1967; Kimpf ve ark., 1989). Güneş ışınlarına maruz kalan ahşap renk değiştirir. Bazı ahşaplar ağartılır veya gri olur, diğerleri ahşap kompozisyonların etkisine bağlı olarak (özellikle ekstraktif kompozisyonlar) sarı, kırmızı turuncu veya kahverengi renkler alır (Sandermann ve ark., 1962).
Ahşabın renginin değişmesinin esas olarak ultraviyole (UV) ve güneş ışınımının görünür spektrumunun fraksiyonlarından kaynaklandığı düşünülmektedir (odun hücre duvarındaki lignin ve selülozu depolimerize etmek için nem, sıcaklık ve oksijen ve ozon gibi oksidatif maddelerle birlikte hareket eder) (Rosu ve ark., 2010).
Ekaba (*Tetraberlinia bifoliolata* Haum.) odununda radyal yönde daralma %4.20, teğet yönde daralma %6.40 (Sallenave, 1955) olarak bulunmuştur.
Bu çalışmada, ekaba (*Tetraberlinia bifoliolata* Haum.) ahşabında 2 aylık doğal yaşlandırma sonrasında bazı yüzey özellikleri (renk parametreleri, beyazlık indeksi ve parlaklık değerleri) araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

2.1.1. Ahşap Malzeme

Ekaba (*Tetraberlinia bifoliolata* Haum.) ahşabı bu araştırmada seçilmiştir. Deney örnekleri 20 x 10 x 2 cm boyutlarında gruplara yetecek sayıda hazırlanmıştır. Deney malzemelri 20±2°C ve %65 bağıl nemde iklimlendirilmiştir (ISO 554, 1976).

2.2. Metot

2.2.1. Doğal Ayrışma Ortamı

Doğal yaşlandırma uygulamaları, Bayburt İl'inde yapılmıştır. Toplamda 2 ay olacak şekilde (01.07.2022 ile 30.08.2022) yapılmıştır. Güneye doğru yönlendirilmiş ve düz bir arazide zemine 45° açı olacak şekilde raflara numuneler konulmuştur (ASTM D 1641, 2004).

2.2.2. Testler

2.2.2.1. Parlaklık Ölçümlerinin Belirlenmesi

ETB-0833 model gloss meter cihazı ile (Vetus Electronic Technology Co., Ltd., CN), parlaklık ölçümleri, 20°, 60° ve 85° açıları kullanılarak ISO 2813 (1994) standardına göre liflere paralel (//) ve dik (⊥) yönlerde yapılmıştır.

2.2.2.2. Beyazlık İndeksinin Belirlenmesi

Beyazlık indeksi değerleri için ASTM E313-15e1, (2015) standardı kullanılmış olunup Whiteness Meter BDY-1 cihazında ile liflere dik ve paralel yönlerde yapılmıştır.

2.2.2.3. Renk Özelliklerinin Belirlenmesi

Renk ölçümleri CIELAB renk sistemi ile bir CS-10 (CHN Spec, Çin) [CIE 10° standart gözlemci; CIE D65 ışık kaynağı, aydınlatma sistemi: 8/d (8°/dağınık aydınlatma)] (ASTM D 2244-3, 2007) cihazı kullanılarak ölçülmüştür.
CIELAB aşağıdaki üç koordinattan oluşmaktadır (Garay ve ark., 2017):

L^*: ışıklılık değeri (-ışık = siyah, + ışık = beyaz)
a^*: kırmızı/yeşil koordinat değeri (-a yeşili gösterir, + kırmızıyı gösterir)
b^*: sarı/mavi koordinat değeri (mavi -b'yi gösterir, +b sarıyı).

İki numune arasındaki renk farkı, ΔE^* parametresi olarak şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\Delta L^* = [L^*_{\text{yaşlandırılmış deney örneği}} - L^*_{\text{yaşlandırılmamış deney örneği}}] \quad (1)$$
$$\Delta a^* = [a^*_{\text{yaşlandırılmış deney örneği}} - a^*_{\text{yaşlandırılmamış deney örneği}}] \quad (2)$$
$$\Delta b^* = [b^*_{\text{yaşlandırılmış deney örneği}} - b^*_{\text{yaşlandırılmamış deney örneği}}] \quad (3)$$
$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (4)$$
$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \quad (5)$$
$$\Delta C^* = [C^*_{\text{yaşlandırılmış deney örneği}} - C^*_{\text{yaşlandırılmamış deney örneği}}] \quad (6)$$

$h^o = \arctan [b^*/a^*]$ (7)

$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{1/2}$ (8)

Hikita ve ark., (2001) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre tanımlanan ΔE^* parametresi aşağıdaki gibidir:

ΔE^*: 0 ile 0.5 arasında değişir renk ihmal edilebilir değişiklik
ΔE^*: 0.5'ten 1.5'e kadar olan aralıklar biraz algılanabilir.
ΔE^*: 1.5 ile 3.0 arasındaki aralıklar yüzeyde zar zor fark edilir.
ΔE^*: 3.0'dan 6.0'a kadar olan aralıklar kayda değerdir.
ΔE^*: 6.0'dan 12.0'a kadar olan aralıklar çok önemlidir.

2.3. İstatistiksel Analiz

Elde edilmiş olan veriler bir SPSS programında değerlendirilerek testlere ait olan yüzde (%) değişim oranları, homojenlik grupları, minimum ve maksimum değerleri ile standart sapmaları ve varyans analizleri belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Çizelge 1'de renk parametrelerine ait belirlenmiş olan varyans analizi sonuçları gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre, bütün parlaklık dereceleri (20°, 60° ve 85°) ve lif yönleri (dik ve paralel), liflere dik ve paralel yönlerdeki beyazlık indeksi değerleri, kırmızı (a^*) renk tonu, kroma (C^*), ışıklılık (L^*), ton (h^o) açısı ve sarı (b^*) renk tonu değerlerine ait yaşlandırma süresinin anlamlı olarak elde edildiği görülmektedir.
Toplam renk farklılıklarına ait belirlenmiş olan varyans analizi sonuçları Çizelge 2'de gösterilmektedir. Elde edilen bu sonuçlara göre, 1. aylık sonunda ΔE^* değeri 8.96 ve 2. aylık sonunda ΔE^* değeri 7.94 olarak elde edilmiştir.
Hikita ve ark., (2001) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre tanımlanan ΔE^* parametresi ile bu çalışmadaki değerler kıyaslandığında her iki yaşlandırma süresi için ***çok önemli*** (ΔE^*: 6.0'dan 12.0'a kadar olan aralıklar) kategorisini verdiği görülmektedir.
Renk parametreleri, parlaklık değerlerine ve beyazlık indeksi değerlerine ait olan SPSS sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, 2. aylık yaşlandırmanın sonunda liflere dik ve paralel yönlerde beyazlık indeksi değerlerinin ve kırmızı (a^*) renk tonu değerlerinin azaldığı görülmektedir. Buna ek olarak, 20°, 60° ve 85° açıları için liflere paralel (//) ve dik (⊥) yönlerde parlaklık değerleri, sarı (b^*) renk tonu değeri, ışıklılık (L^*) değeri, ton açısı (h^o) ve kroma (C^*) değerlerinin arttığı belirlenmiştir.
Çizelge 4, literatürde çeşitli ahşap türleri üzerinde yapılan doğal yaşlandırma çalışmalarına ait belirlenmiş olan renk parametrelerini ve bu çalışmada belirlenmiş olan sonuçların kıyaslanmasını sunmaktadır.

Çizelge 1. Renk, parlaklık ve beyazlık indeksi değerlerine ait olan varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Test	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	α≤0.05
Yaşlandırma Süresi	Sarı (b^*) renk tonu değeri	307.892	2	153.946	573.753	0.000*
	Kırmızı (a^*) renk tonu değeri	164.301	2	82.150	716.701	0.000*
	Işıklılık (L^*) değeri	9.748	2	4.874	20.292	0.000*
	Ton (h^o) açısı değeri	1873.509	2	936.755	3586.956	0.000*
	Kroma (C^*) değeri	94.271	2	47.136	141.021	0.000*
	⊥20°'de parlaklık değeri	0.104	2	0.052	58.500	0.000*
	⊥60°'de parlaklık değeri	5.841	2	2.920	114.440	0.000*
	⊥85°'de parlaklık değeri	3.379	2	1.689	37.510	0.000*
	∥20°'de parlaklık değeri	0.201	2	0.100	39.261	0.000*
	∥60°'de parlaklık değeri	5.341	2	2.670	88.683	0.000*

	∥85º'de parlaklık değeri	12.642	2	6.321	50.703	0.000*
	Beyazlık indeksi dik (⊥) yönde	142.995	2	71.497	209.738	0.000*
	Beyazlık indeksi paralel (∥) yönde	503.829	2	251.914	2085.767	0.000*
Hata	**Sarı (*b**) renk tonu değeri**	7.244	27	0.268		
	Kırmızı (*a) renk tonu değeri**	3.095	27	0.115		
	Işıklılık (*L) değeri**	6.485	27	0.240		
	Ton (*h*º) açısı değeri	7.051	27	0.261		
	Kroma (*C) değeri**	9.025	27	0.334		
	⊥20º'de parlaklık değeri	0.024	27	0.001		
	⊥60º'de parlaklık değeri	0.689	27	0.026		
	⊥85º'de parlaklık değeri	1.216	27	0.045		
	∥20º'de parlaklık değeri	0.069	27	0.003		
	∥60º'de parlaklık değeri	0.813	27	0.030		
	∥85º'de parlaklık değeri	3.366	27	0.125		
	Beyazlık indeksi dik (⊥) yönde	9.204	27	0.341		
	Beyazlık indeksi paralel (∥) yönde	3.261	27	0.121		
Toplam	**Sarı (*b**) renk tonu değeri**	17427.068	30			
	Kırmızı (*a) renk tonu değeri**	3712.103	30			
	Işıklılık (*L) değeri**	126501.172	30			
	Ton (*h*º) açısı değeri	128559.071	30			
	Kroma (*C) değeri**	21140.067	30			
	⊥20º'de parlaklık değeri	10.220	30			
	⊥60º'de parlaklık değeri	252.490	30			
	⊥85º'de parlaklık değeri	26.100	30			
	∥20º'de parlaklık değeri	10.950	30			
	∥60º'de parlaklık değeri	385.650	30			
	∥85º'de parlaklık değeri	191.700	30			
	Beyazlık indeksi dik (⊥) yönde	23683.400	30			
	Beyazlık indeksi paralel (∥) yönde	5977.290	30			
Düzeltilmiş Toplam	**Sarı (*b**) renk tonu değeri**	315.137	29			
	Kırmızı (*a) renk tonu değeri**	167.396	29			
	Işıklılık (*L) değeri**	16.233	29			
	Ton (*h*º) açısı değeri	1880.561	29			
	Kroma (*C) değeri**	103.296	29			
	⊥20º'de parlaklık değeri	0.128	29			
	⊥60º'de parlaklık değeri	6.530	29			
	⊥85º'de parlaklık değeri	4.595	29			
	∥20º'de parlaklık değeri	0.270	29			
	∥60º'de parlaklık değeri	6.154	29			
	∥85º'de parlaklık değeri	16.008	29			
	Beyazlık indeksi dik (⊥) yönde	152.199	29			
	Beyazlık indeksi paralel (∥) yönde	507.090	29			
***: Anlamlı**						

Çizelge 2. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçları

Yaşlandırma Süresi	**Δ*b****	**Δ*L****	**Δ*C****	**Δ*a****	**Δ*H****	**Δ*E****	**Hikita ve ark., (2001) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre tanımlanan Δ*E****
30. gün sonunda	7.26	1.10	4.11	-5.14	7.89	8.96	Δ*E**: 6.0'dan 12.0'a kadar olan aralıklar çok önemlidir.
60. gün sonunda	6.22	1.30	3.27	-4.76	7.12	7.94	

Çizelge 3. Renk, parlaklık ve beyazlık indeksi değerlerine ait olan SPSS sonuçlar

Test	**Yaşlandırma Süresi**	**N**	***X***	**Değişim Oranı (%)**	***HG***	***SS***	**Minimum Değer**	**Maksimum Değer**	**COV**
L*	**Yaşlandırılmamış**	**10**	64.13	-	B**	0.64	63.13	65.04	0.99
	1. ay sonunda	**10**	65.23	↑1.72	A	0.51	64.61	66.39	0.78
	2. ay sonunda	**10**	65.43	↑2.03	A*	0.24	64.94	65.73	0.37
a*	**Yaşlandırılmamış**	**10**	14.17	-	A*	0.45	13.67	14.97	3.16
	1. ay sonunda	**10**	9.03	↓36.27	C**	0.35	8.60	9.62	3.90
	2. ay sonunda	**10**	9.41	↓33.59	B	0.14	9.23	9.67	1.46
b*	**Yaşlandırılmamış**	**10**	19.39	-	C**	0.52	18.57	20.12	2.70
	1. ay sonunda	**10**	26.65	↑37.44	A*	0.72	25.76	28.12	2.69
	2. ay sonunda	**10**	25.61	↑32.08	B	0.12	25.44	25.78	0.49
C*	**Yaşlandırılmamış**	**10**	24.02	-	C**	0.60	23.14	25.08	2.52
	1. ay sonunda	**10**	28.13	↑17.11	A*	0.78	27.16	29.72	2.79
	2. ay sonunda	**10**	27.29	↑13.61	B	0.14	27.11	27.54	0.53
***h*º**	**Yaşlandırılmamış**	**10**	53.84	-	C**	0.79	52.69	55.19	1.47
	1. ay sonunda	**10**	71.29	↑32.41	A*	0.30	70.68	71.76	0.42
	2. ay sonunda	**10**	69.82	↑29.68	B	0.25	69.43	70.18	0.36

⊥20°	**Yaşlandırılmamış**	**10**	0.50	-	C**	0.00	0.50	0.50	0.00
	1. ay sonunda	**10**	0.60	↑20.00	B	0.00	0.60	0.60	0.00
	2. ay sonunda	**10**	0.64	↑28.00	A*	0.05	0.60	0.70	8.07
⊥60°	**Yaşlandırılmamış**	**10**	2.24	-	B**	0.14	2.10	2.40	6.38
	1. ay sonunda	**10**	3.15	↑40.63	A	0.16	3.00	3.50	5.02
	2. ay sonunda	**10**	3.20	↑42.86	A*	0.18	2.90	3.40	5.51
⊥85°	**Yaşlandırılmamış**	**10**	0.42	-	C**	0.18	0.20	0.70	43.18
	1. ay sonunda	**10**	0.88	↑109.52	B	0.25	0.70	1.50	28.75
	2. ay sonunda	**10**	1.24	↑195.24	A*	0.20	0.90	1.40	15.77
∥20°	**Yaşlandırılmamış**	**10**	0.50	-	C**	0.00	0.50	0.50	0.00
	1. ay sonunda	**10**	0.59	↑18.00	B	0.03	0.50	0.60	5.36
	2. ay sonunda	**10**	0.70	↑40.00	A*	0.08	0.60	0.80	11.66
∥60°	**Yaşlandırılmamış**	**10**	2.96	-	B**	0.23	2.40	3.10	7.83
	1. ay sonunda	**10**	3.85	↑30.07	A	0.13	3.60	4.10	3.30
	2. ay sonunda	**10**	3.86	↑30.41	A*	0.14	3.70	4.10	3.70
∥85°	**Yaşlandırılmamış**	**10**	1.62	-	C**	0.28	1.30	2.10	17.17
	1. ay sonunda	**10**	2.43	↑50.00	B	0.23	2.00	2.80	9.31
	2. ay sonunda	**10**	3.21	↑98.15	A*	0.50	2.70	3.90	15.43
Beyazlık İndeksi (⊥)	**Yaşlandırılmamış**	**10**	30.76	-	A*	0.70	30.10	32.00	2.28
	1. ay sonunda	**10**	27.84	↓9.49	B	0.58	27.00	28.60	2.07
	2. ay sonunda	**10**	25.42	↓17.36	C**	0.44	24.60	26.20	1.75
Beyazlık İndeksi (∥)	**Yaşlandırılmamış**	**10**	19.28	-	A*	0.29	18.80	19.70	1.50
	1. ay sonunda	**10**	11.02	↓42.84	B	0.51	10.20	11.90	4.60
	2. ay sonunda	**10**	10.21	↓47.04	C**	0.14	10.00	10.30	1.42
COV: Varyasyon Katsayısı, N: Ölçüm Sayısı, *X*: Ortalama, *HG*: Homojenlik Grubu, *SS*: Standart Sapma, *: En yüksek değer, **: En düşük değer									

Çizelge 4. Literatürdeki sonuçlar ile bu çalışmada elde edilen sonuçların kıyaslanması

Ağaç Türü	**Yaşlandırma Süresi Sonunda**	**Renk Parametreleri**					**Kaynak**
		L*	***a****	***b****	***C****	***h*°**	
Ekaba (*Tetraberlinia bifoliolata* Haum.)	60. gün	↑	↓	↑	↑	↑	**Tespit**
Monteri çamı (*Pinus radiata* D Don)	60. gün	↓	↑	↑	↑	↓	Tonguç ve ark., (2022b)
Opepe (*Nauclea diderrichii*)	60. gün	↓	↓	↑	↓	↑	Ayata, (2022a)
Meranti red (*Shorea curtisii*)	60. gün	↓	↑	↑	↑	↑	Ayata ve Can, (2023)
Kızılçam (*Pinus brutia*)	90. gün	↓	↓	↑	↑	↑	Ayata, (2022b)
Karakavak (*Populus nigra* L.,)	90. gün	↓	↑	↑	↑	↓	Bal ve Ayata, (2022)
Doğu çınarı (*Platanus orientalis* L.)	90. gün	↓	↑	↑	↑	↑	Tonguç ve ark., (2022a)
Kayın (*Fagus orientalis*)	90. gün	↓	↓	↓	-	-	Saei ve ark., (2015)
Göknar (*Abies* sp.)	90. gün	↓	↑	↓	-	-	
Göknar (*Abies* sp.)	120. gün	↓	↑	↑	-	-	Mohebby ve Saei, (2015)
Erisma uncinatum Warm	240. gün	↓	↓	↓	↓	↑	Kerber ve ark., (2016)
Parkia pendula (Willd.) Benth. ex Walp		↓	↓	↓	↓	↑	
Apuleia leiocarpa (Vogel) J. F. Macbr.		↓	↓	↓	↓	↑	
Gympie messmate (*Eucalyptus cloeziana*)	360. gün	↓	↓	↓	↓	↑	Gonzalez de Cademartori ve ark., (2015)
Eucalyptus saligna		↓	↓	↓	↓	↑	
Eucalyptus grandis		↓	↓	↓	↓	↑	
Pinus L.	360. gün	↓	↓	↓	-	-	de Almeida ve ark., (2021)
Simarouba amara Aubl.		↓	↑	↓	-	-	
Anacardium giganteum W.Hancock ex Engl.		↓	↓	↓	-	-	
Erisma uncinatum Warm.		↓	↓	↓	-	-	
Bagassa guianensis Aubl.		↓	↓	↓	-	-	
Peltogyne lecointei Ducke		↓	↓	↓	-	-	
Göknar (*Abies alba* [Mill.])	365. gün	↓	↓	↓	-	-	Schnabel ve ark., (2009)
Avrupa melezi (*Larix decidua* [Mill.])		↓	↓	↓	-	-	
Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)	365. gün	↓	↓	↓	-	-	Poohphajai ve ark., (2021)
Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)	1460. gün	↓	↓	↓	-	-	Sandak ve ark., (2015)

4. Sonuçlar

Bu çalışmada aşağıda verilen sonuçlar elde edilmiştir;
- Toplam renk farklılıkları 1. aylık sonunda Δ*E** değeri 8.96 ve 2. aylık sonunda Δ*E** değeri 7.94 olarak belirlenmiştir.
- 2. aylık yaşlandırmanın sonunda liflere dik ve paralel yönlerde beyazlık indeksi değerlerinin ve kırmızı (*a**) renk tonu değerlerinin azalmıştır.
- 2. aylık yaşlandırmanın sonunda 20°, 60° ve 85° açıları için liflere dik (⊥) ve paralel (//) yönlerde parlaklık değerleri artmıştır.

- 2. aylık yaşlandırmanın sonunda ışıklılık (L^*) değeri, sarı (b^*) renk tonu değeri, ton açısı (h^o) ve kroma (C^*) değerlerinin artmıştır.
- Bütün testler üzerinde varyans analizi sonuçları anlamlı olarak elde edilmiştir.

Kaynaklar

Anonim, (1974). U.S. Forest Products Laboratory, Wood Handbook: Wood as an engineering material, USDA Agriculture Handbook No. 72, Rev. Washington, D.C.
ASTM D 1641, (2004). Standard practice for conducting outdoor exposure test of varnishes, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, Pennsylvania, United States.
ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
ASTM E313-15e1. (2015). Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured coordinates. USA: ASTM International.
Ayata, Ü., (2022a). Opepe (*Nauclea diderrichii*) ahşabında doğal yaşlandırma performansı üzerine bazı yüzey özelliklerinin araştırılması, 1. Uluslararası Güncel Akademik Çalışmalar Sempozyumu, 1-4 Aralık 2022, Abant - Bolu, Türkiye, 147-157.
Ayata, Ü., (2022b). Dış ortam şartlarına maruz kalmış kızılçam odunda meydana gelen bazı yüzey özelliklerinin araştırılması, Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi, 5(2): 83-92. DOI: 10.33725/mamad.1184911.
Ayata, Ü., ve Can, A., (2023). Meranti red (*Shorea curtisii*) odununda bazı yüzey özellikleri üzerine dış ortam çevre şartlarının etkisi, Afrika 1. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 12 - 15 Ocak 2023, Kahire.
Bal, B.C., ve Ayata, Ü., (2022). Karakavak odununda renk, beyazlık indeksi ve parlaklık özellikleri üzerine doğal yaşlandırmanın etkisi, Akdeniz 8. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 19 - 20 Kasım 2022, Girne, 305-315.
Berglund, J., (2018). Wood Hemicelluloses - Fundamental Insights on Biological and Technical Properties, Doctoral Thesis, KTH Royal Institute of Technology, CBH School of Engineering Sciences in Chemistry, Biotechnology and Health, Department of Fibre and Polymer Technology, Division of Wood Chemistry and Pulp Technology, Wallenberg Wood Science Center, SE-100 44 Stockholm, Sweden.
Calvert, J.G., and Pitts, J.N., (1967). Photochemistry, J. Wiley & Sons, New York.
de Almeida, T.H., de Almeida, D.H., Gonçalves, D., and Lahr, F.A.R., (2021). Color variations in CIELAB coordinates for softwoods and hardwoods under the influence of artificial and natural weathering, Journal of Building Engineering, 35: 101965. DOI: 10.1016/j.jobe.2020.101965.
Derbyshire, H., and Miller, R., (1981). The photodegradation of wood during solar irradiation, Holz ats Roh- und Werkstoff, 39: 341-350.
Evans, P.D., Thay, P.D., and Schmalzl, K.J., (1996). Degradation of wood surfaces during natural weathering. Effects on lignin and cellulose and on the adhesion of acrylic latex primers, Wood Science and Technology, 30: 411-422.
Feist, W.C., (1982). Structural Use of Wood in Adverse Environments, R.W., Meyer and R.M., Kellogg, Eds., Proc. Symp. SOC. Wood Sci. and Technol., Univ. British Columbia, Vancouver, B.C., May 15-18, Van Nostrand Reinhold Co., New York, pp. 156-178.
Garay, R., Inostroza, M., and Ducaud, A., (2017). Color and gloss evaluation in decorative stain applied to cases of *Pinus radiata* wood treated with copper azole micronized Type C, Maderas. Ciencia y tecnología, 19(1): 21-38. DOI: 10.4067/S0718-221X2017005000003.

George, B., Suttie, E., Merlin, A, and Deglise, X., (2005). Photodegradation and photostabilisation of wood: the state of the art, Polymer Degradation and Stability, 88(2): 268-274. DOI: 10.1016/j.polymdegradstab.2004.10.018.
Gibson, L.J., (1992). Wood: a natural fibre reinforced composite, Metals and materials (Bury St Edmunds), 8(6): 333-338.
Gonzalez de Cademartori, P.H., Missio, A.L., Dufau Mattos, B., and Gatto, D.A., (2015). Natural weathering performance of three fast-growing Eucalypt woods. Maderas. Ciencia y tecnología, 17(4): 799-808. DOI: 10.4067/S0718-221X2015005000069.
Hikita, Y., Toyoda, T., and Azuma, M., (2001). Weathering testing of timber-discoloration. In Y. Imamura, ed. High-performance utilization of wood for outdoor uses, Press-Net. Kyoto, Japan. p. 27-32.
ISO 2813, (1994). Paints and varnishes - determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.
Jirous-Rajkovic, V., Bogner, A., and Radovan, D., (2004). The efficiency of various treatments in protecting wood surfaces against weathering, Surface Coatings International Part B: Coatings Transactions, 87, B1. 1-5.
Kaimowitz, D., (2003). XII world Forestry congress, Quebec city Canada, pp. 10-16.
Kalnins, M.A., (1984). Photochemical degradation of acetylated, methylated, phenylhydrazine-modified and ACC-treated wood, Journal of Applied Polymer Science, 29(1): 105-115. DOI: 10.1002/app.1984.070290111.
Kerber, P.R., Stangerlin, D.N., Pariz, E., de Melo, R.R., de Souza, A.P., and Calegari, L., (2016). Colorimetry and surface roughness of three amazon woods submitted to natural weathering. Nativa, Sinop, 4(5): 303-307. DOI: 10.14583/2318-7670.v04n05a06.
Kimpf, G., Sommer, K., and Zirngiebl, E., (1989). Farhe Luck, 95: 883-886.
Miklečić, J., and Jirouš-Rajković, V., (2021). The relationship between roughness of finished wood floors and slip resistance, Drvna Industrija, 72(1): 49-56. DOI: 10.5552/drvind.2021.2009.
Mohebby, B., and Saei, A.M., (2015). Effects of geographical directions and climatological parameters on natural weathering of fir wood, Construction and Building Materials, 94: 684-690. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2015.07.049.
Poohphajai F., Sandak, J., Sailer, M., Rautkari, L., Belt, T., and Sandak, A., (2021). Bioinspired living coating system in service: evaluation of the wood protected with biofinish during one-year natural weathering, Coatings, 11(6): 701. DOI: 10.3390/coatings11060701.
Rosu, D., Teaca, C.A., Bodirlau, R., and Rosu, L., (2010). FTIR and color change of the modified wood as a result of artificial light irradiation, Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 99(3): 144-149. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2010.03.010.
Saei, A.M., Mohebby, B., and Abdeh, M.R., (2015). Effects of oleothermal treatment and polydimethylsiloxane (PDMS) coating on natural weathering of beech and fir woods, Maderas. Ciencia y tecnología, 17(4): 905-918. DOI: 10.4067/S0718-221X2015005000079.
Sallenave, P., (1955). Propriétés Physiques et Méchaniques des Bois Tropicaux de l'Union Francaise, Publication No. 8, Centre Technique Forestier Tropical, Nogent - sur - Marne, France, 126 pp.
Sandak, J., Sandak, A., and Riggio, M., (2015). Characterization and monitoring of surface weathering on exposed timber structures with a multi-sensor approach, International Journal of Architectural Heritage, 9(6): 674-688. DOI: 10.1080/15583058.2015.1041190.

Sandermann, W., and Schlumbom, F., (1962). On the effect of filtered ultraviolet light on wood-Part II: Kind and magnitude of colour difference on wood surfaces, Holz als Roh-und Werkstoff, 20: 285-291.
Schnabel, T., Zimmer, B., and Petutschnigg, A.J., (2009). On the modelling of colour changes of wood surfaces, European Journal of Wood and Wood Products, 67: 141-149. DOI: 10.1007/s00107-008-0293-x.
Sudiyani, Y., Imamura, Y., Doi, S., and Yamauchi, S., (2003). Infrared spectroscopic investigations of weathering effects on the surface of tropical wood, Journal of Wood Science, 49: 86-92.
Tonguç, F., Ergül, H.A., ve Ayata, Ü., (2022a). Doğu çınarı (*Platanus orientalis* L.) odununda doğal yaşlandırma performansı, Platanus Yayın Grubu, Editör: Prof. Dr. Nilda ERSOY, Basım sayısı: 1, ISBN: 978-625-8261-57-8, Bölüm Sayfaları: 595-609.
Tonguç, F., Ergül, H.A., ve Ayata, Ü., (2022b). Monteri çamı (*Pinus radiata* D Don) odununda renk, parlaklık ve beyazlık indeksi üzerine doğal yaşlandırma uygulamasının etkisi, Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1(2): 116-126.

EXPERIMENTAL STUDY OF THE EVOLUTION OF THE BREACH AND THE DİSCHARGE THROUGH THE BREACH RESULTING FROM PIPING DUE TO THE SEEPAGE AT THE UPPER PART OF EARTH-FILL DAM WITH CLAY CORE

Professor, MEHMET ŞÜKRÜ GÜNEY [1], M. Sc., EMRE DUMLU [2], Research Assistant, MERVE OKAN[3], YİĞİT KALYONCU[4]

[1] İZMİR UNIVERSITY OF ECONOMICS, Faculty of Engineering Civil Engineering Department, - https://orcid.org/0000-0003-1441-4784

[2] THE UNIVERSITY OF MISSISSIPPI, National Center for Computational Hydroscience and Engineering, - https://orcid.org/0000-0003-4311-3040

[3] İZMİR UNIVERSITY OF ECONOMICS, Faculty of Engineering Civil Engineering Department, - https://orcid.org/0000-0001-6095-2992

[4] İZMİR UNIVERSITY OF ECONOMICS, Faculty of Engineering Civil Engineering Department, - https://orcid.org/0000-0002-5955-963X

ABSTRACT

One of the most significant reasons for earth-fill dam failures is internal erosion, often known as piping. This research was carried out as part of a project funded by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) and it involves an experimental investigation to look into the breach process and provide the data for more realistic numerical evaluations. The experiments were conducted at Hydraulics Laboratory of Civil Engineering Department within İzmir University of Economics. The earthen dam with clay core 0.65 m high, a bottom width of 2 m and a crest width of 0.05 m was built in a flume 1.00 m wide, 0.81 m high and 5.44 m long. Some common soil mechanics tests were also carried out before the dam was built. The dam body was constructed by using a mixture of 15 % clay and 85 % sand. The clay core width was 15 cm at bottom and 1 cm at crest. The weak layer of a cross section of 5x5 cm^2 was created by no-compacted soil mixture, and it was placed at 60 cm level from the bottom, along the centerline of the dam. High-precision cameras were used to record the temporal development of the breach resulting from the piping. The pump flow rate was measured by magnetic flowmeter and the flow rate values through the breach were determined from the continuity equation. Gauss Area formula was used to obtain the time-varied values of the total and wetted breach areas. The velocity values were calculated by dividing the flow rates through the breach to the corresponding wetted areas. The temporal changes of water depth in

the channel were also recorded. The so obtained experimental findings are presented and commented.

Keywords : Earth-fill dam; Clay core; Piping; Breach development; Discharge through breach

1. INTRODUCTION

Piping is a significant issue for earth-fill dam failures. In earthen constructions, especially in earth levees and dams, soil erosion may originate through the foundation, the embankment, or from the embankment to the foundation. Phases of this type of erosion include: a) initiation and continuation of erosion, b) progression to form a pipe and c) formation of a breach (Fell, Wan, & Foster, 2003). When investigating the failure of an embankment dam experimentally and numerically, the evolution of the breach caused by the piping is a crucial factor. The European FP5 IMPACT project, which was conducted from 2001 to 2004, focused on assessing and lowering the risks of extreme flooding driven by weather-related disasters or the failure of dams and other flood-defense systems (Zech & Soares-Frazão, 2007). Such studies have made use of a variety of methods, including physical modeling in the lab, field data collection, field testing, theoretical study, and computer simulations. In the literature, there have been many researches on dam failures, particularly those caused by overtopping, but there have not been as many studies on dam failures caused by piping because it is difficult to investigate erosion and conduct controlled experiments (Chen, Zhong, & Shen, 2019; Greco, Pontillo, Iervolino, & Leopardi, 2008; Sharif, Elkholy, Hanif Chaudhry, & Imran, 2015). A two-dimensional depth-averaged (2DH) numerical model was used by Greco et al. (2008) to simulate the development of a breach in an earth-fill dam. According to Chen et al. (2019), 3541 dam breach accidents occurred between 1954 and 2018, and more than 30% of them resulted from piping. Sharif et al. (2015) built dams with varied compaction rates in a laboratory flume, and then used image processing technique to assess depth, area, and volume change due to erosion during the piping progress. Numerous researchers who do numerical studies make simple assumptions about properties of breach and water flow through it. According to Morris et al. (2008) more realistic techniques are needed regarding the breach mechanism, as well as the breach shape and flow through the breach.

In the scope of the project 119M609, supported financially by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK), it is aimed to carry out the piping experiments on homogeneous earth fill dams and also earthen dams with clay core. These experiments were performed with different scenarios according to the dam type and the location of the weak zone. Some of the experimental findings were presented in different scientific meetings (Guney et al., 2022a; Guney et al., 2022b; Guney et al., 2022c; Guney et al., 2022d; Guney et al., 2022e; Guney et al., 2022f; Guney et al., 2022g).

In addition to these submitted papers, two master theses were also prepared and submitted (Dumlu, 2022; Okan, 2022). This paper involves experimental results concerning the evolution of dam failure due to the seepage at the upper part of an earth-fill dam with clay core.

2. EXPERIMENTAL PROCEDURE

The dam was constructed in a rectangular flume with a width of 0.96 m, a height of 0.81 m, and a length of 5.44 m (Figure 1). The dam having 0.65 m height, 2 m bottom width and 0.05 m crest width was constructed with side slopes of 1 vertical to 1.5 horizontal. The dam body was constructed by clay and sand mixture with clay core 15 cm wide at bottom and 1 cm wide at crest. A pump was used in order to provide water circulation in the closed system.

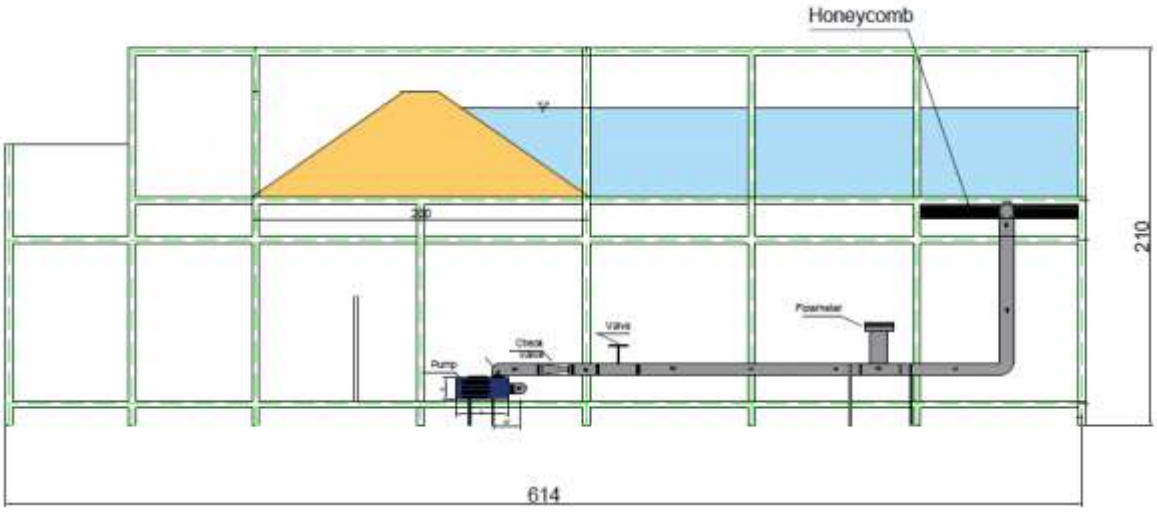


Figure 1. Experimental set-up

Before building the dam, some common soil mechanics experiments were conducted. 85 % coarse sand and 15 % clay were used to prepare the soil mixture of the dam body. Wet sieve and hydrometer analyses were conducted to obtain the grain size distribution of the soil mixture. The particle size distribution of the mixture is given in Figure 2.

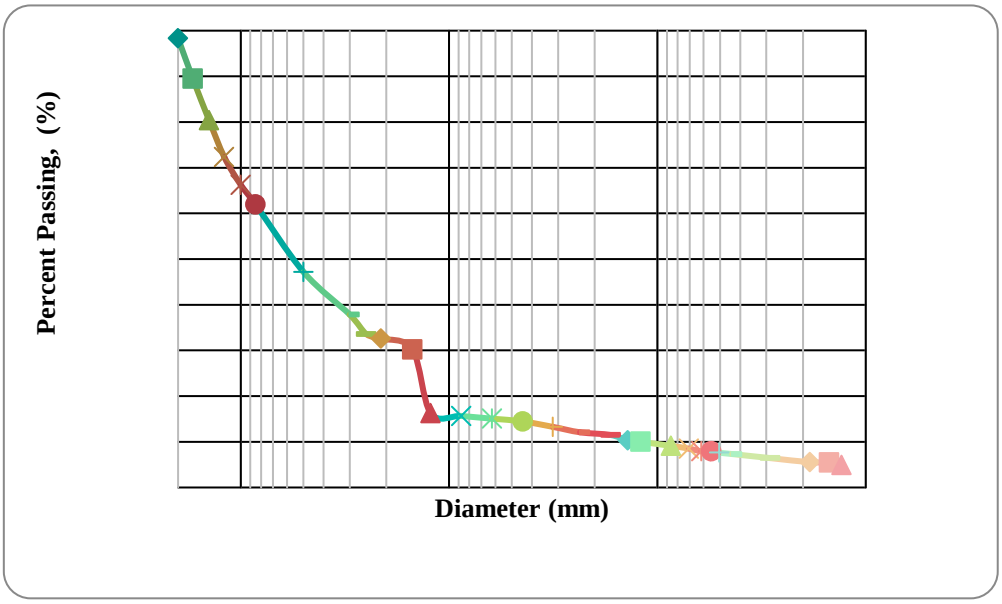


Figure 2. Grain size distribution

According to grain size distribution; D_{10}=0.006 mm, D_{30}= 0.075 mm, D_{50}= 0.3 mm, and D_{60}= 0.4 mm. The coefficients of uniformity and curvature were found as Cu =66.7 and Cc =2.34,

respectively. The soil classified as Clayey Sand with a corresponding symbol SC according to Unified Soil Classification System. The specific gravity for the mixture was 2.63. Specific gravity for the soil passing No.200 sieve was obtained as 2.72.

Proctor test was performed to obtain the maximum dry unit weight and the optimum water content (Figure 3). From Figure 3, $\Upsilon_{dry,max}$= 1.79 g/cm^3 and w_{opt} = 12.5 %. In the experiments, the energy was reduced by 50 % in order to facilitate the occurrence of piping. Hence, the number of blows applied for each layer for proctor test was 13 instead of 25.

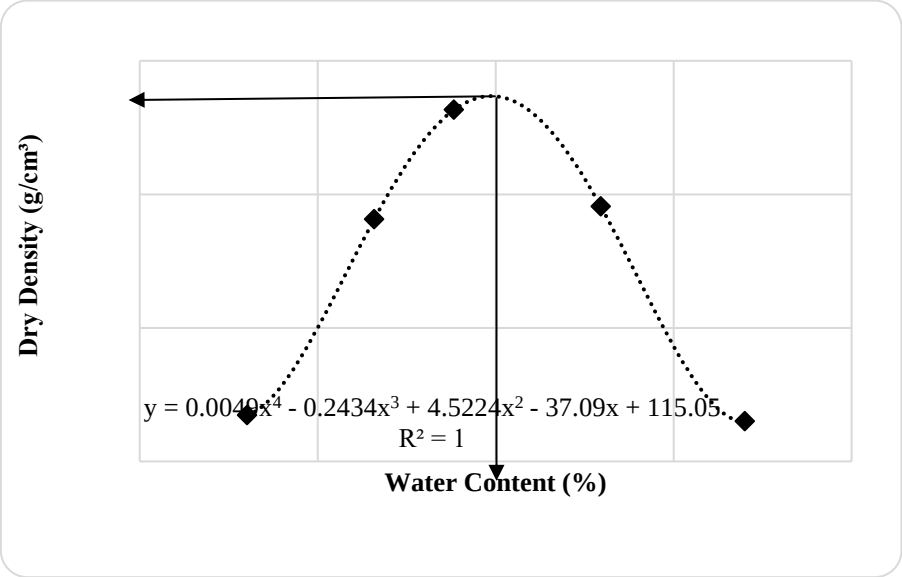


Figure 3. Dry density-water content relationship

In the experiments, the bulk density of 2 g/cm^3 was satisfied for each layer. Before the compaction, each layer was 14 cm thick and after the compaction it was reduced to 10 cm.

According to the consolidation test results, the compression index (C_c), recompression index (C_r) and swelling index (C_s) were found to be as 0.100, 0.009 and 0.007, respectively.

The oedometric modulus of deformation (E_{oed}) was obtained as 35714 kN/m².

The permeability of the mixture was found as k= 4.66x10^{-4} cm/s from the falling head permeability test. The permeability value for clay core was found as k= 8.6·10^{-5} cm/s.

From the direct shear test, it was found that the soil mixture has a cohesion value of 15.33 kPa and an internal friction of 33.93 kPa. In addition, the cohesion of the clay core was found to be as 3.1 kN/m^2 and the internal friction angle of the clay core was found as 33.6^0.

Figure 4 shows some construction stages of the dam body. The dam was constructed in 6 layers of 10 cm and an upper layer of 5 cm. During the compaction, the mixture was distributed homogenously and compacted by using a plate and proctor hammer. At the end of the construction, the L-shaped molds were removed and the excessive soil materials were carefully trimmed by using a trowel.



(a) (b)



(c)

Figure 4. Some construction stages of the dam body: a) Distribution of soil mixture homogenously b) After compaction of the first layer c) Compacting by Proctor Hammer

A magnetic flowmeter was used to measure the flow rate. Six cameras were placed at different locations to monitor the experiment and record the evolution of the dam failure. An electromagnetic sensor was utilized to adjust the water level which initiates the pump when water depths in the channel were decreased to 0.60 m.

In order to generate the formation of the breach, a square weak layer with a cross section of 5x5 cm^2 lying from upstream to downstream at 60 cm from the bottom of the dam body was created by no-compacted soil.

3. EXPERIMENTAL FINDINGS

Figures 5 and 6 show the time-varied breach shapes as obtained by the cameras placed downstream and upstream of the dam, respectively. The initiation of the seepage occurs at the time t=0. The white spots in Figure 6 are because of the light reflection.

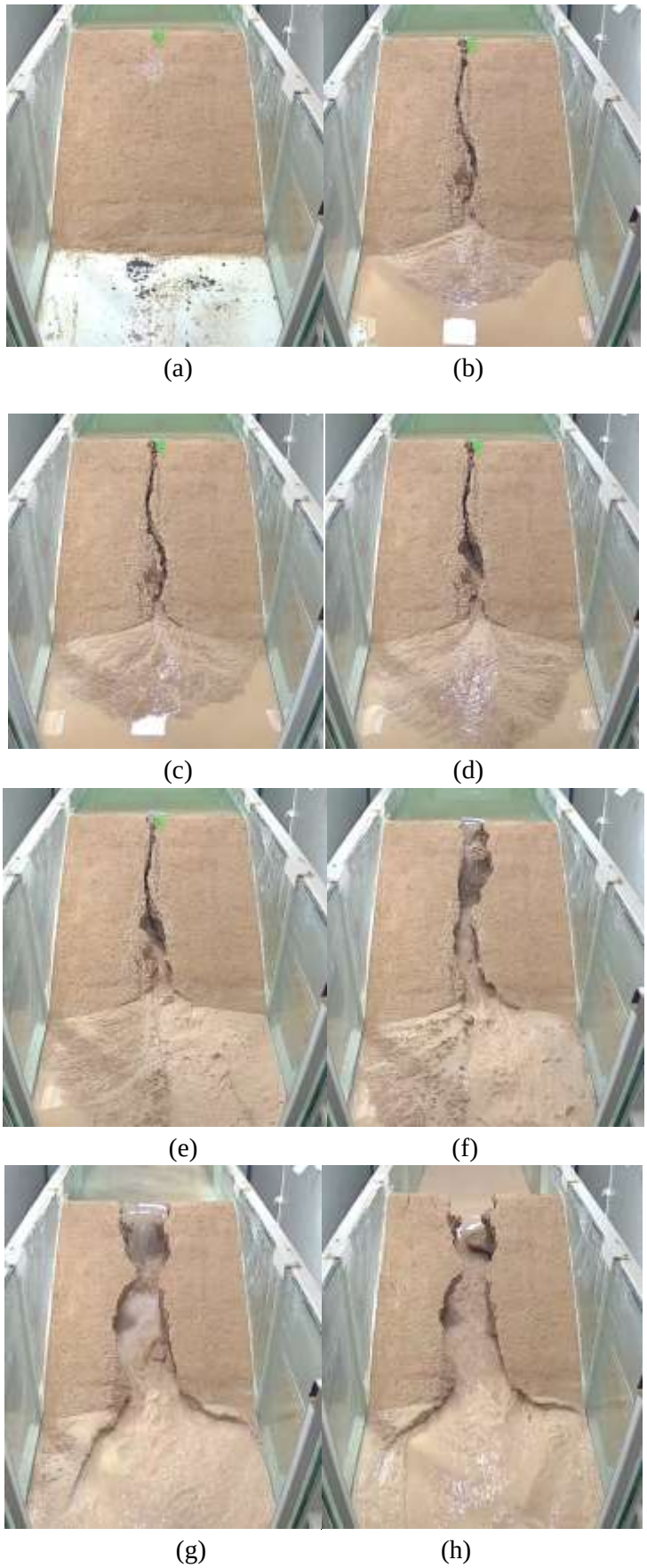


Figure 5. The temporal development of the breach at downstream a) t=0, b) t= 515 s, c) t=1030 s, d) t= 1545 s, e) 2060 s, f) t=2230 s, g) t=2400 s, h) t=2575 s

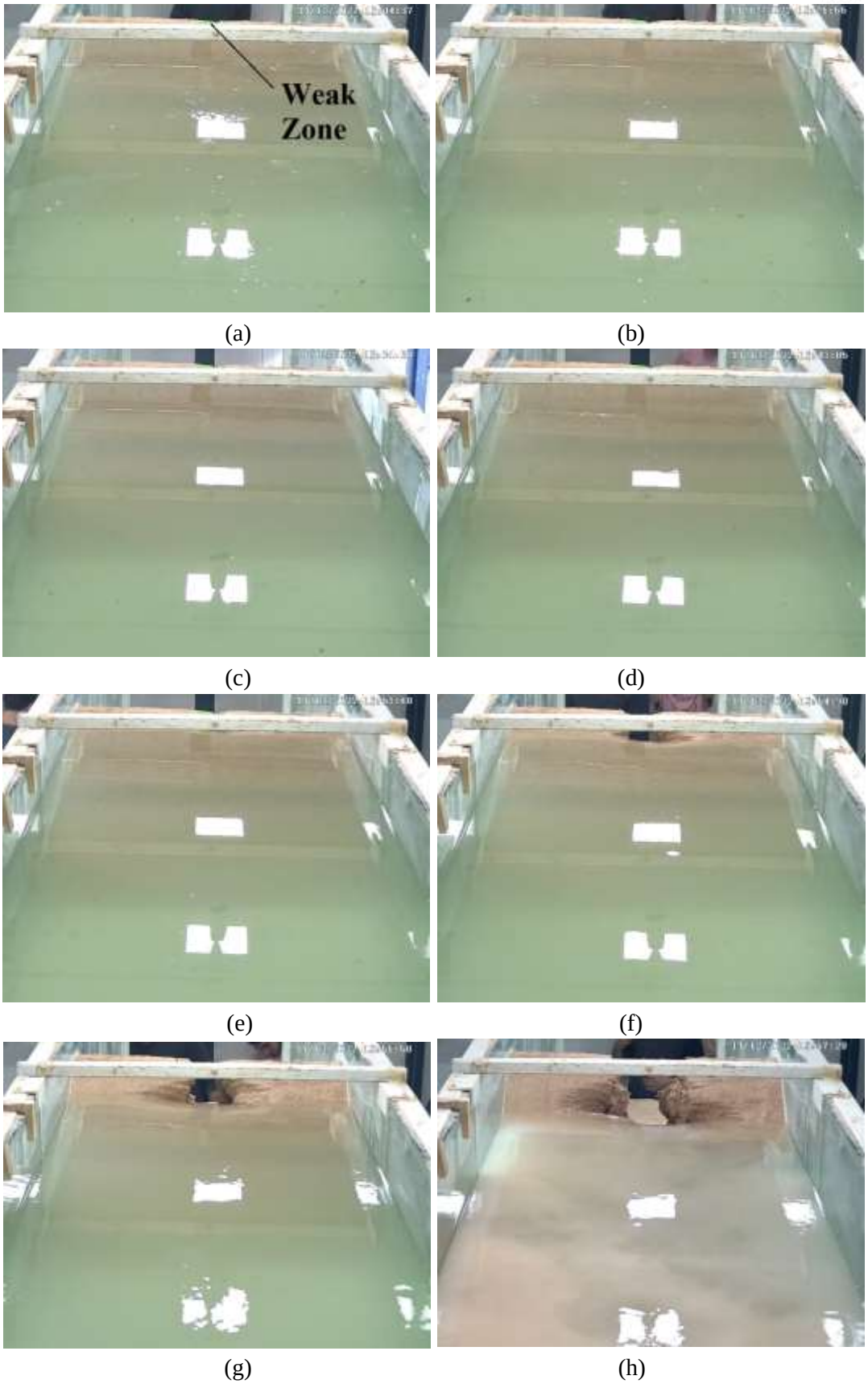


Figure 6. The temporal development of the breach at upstream a) t=0, b) t= 515 s, c) t=1030 s, d) t= 1545 s, e) 2060 s, f) t=2230 s, g) t= 2310 s, h) t=2400 s,



(i) (j)

Figure 6 (continued). The temporal development of the breach at upstream i)t=2490 s, j)t=2575 s

Camera recordings were used to obtain the water depth values in the channel. The images recorded by the upstream and downstream cameras were examined in order to assess the breach's geometry and determine the change in its shape. The boundary coordinates of the breaches at the downstream and upstream sides were obtained at Get-data Graph Digitizer 2.26 software along with the scaling of the images derived from the records corresponding to a certain period. The temporal total breach areas and wetted areas were calculated by the Gauss Area formula.

The discharge of water through the breach was determined by using the continuity equation:

$$\Delta S = (Q_{pump} - Q_{breach}) \cdot \Delta t \quad (1)$$

where Q_{pump} is the flow rate delivered by the pump, Q_{breach} is the discharge through the breach, ΔS is the storage in the channel during the time interval Δt. The average velocity V of the flow through the breach was approximately calculated by using

$$V = \frac{Q_{breach}}{A} \quad (2)$$

where A represents wetted area. The temporal water depths in the channel and discharge through the breach calculated by Eq. 1 are given in Figures 7 and 8. The temporal variations of the total breach area are shown in Figure 9. The time-dependent wetted area and velocity values obtained by using the Eq. 2 at upstream and downstream are given in Figure 10 and Figure 11, respectively.

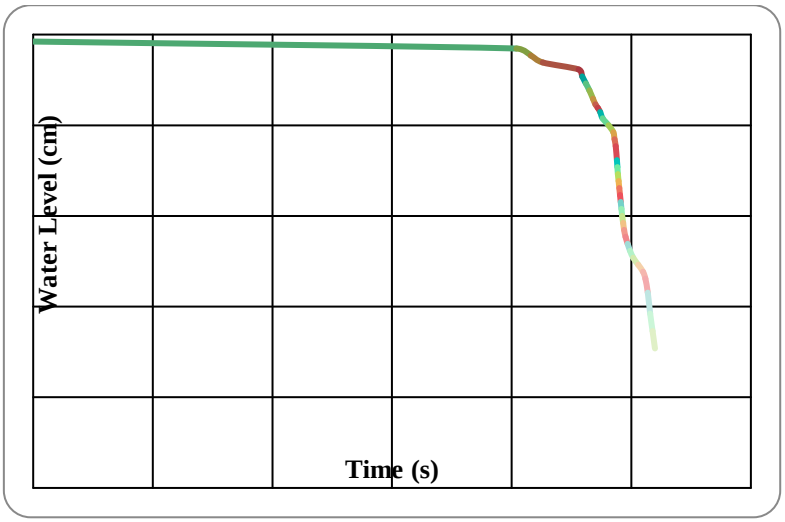


Figure 7. Time-varied water depths in channel

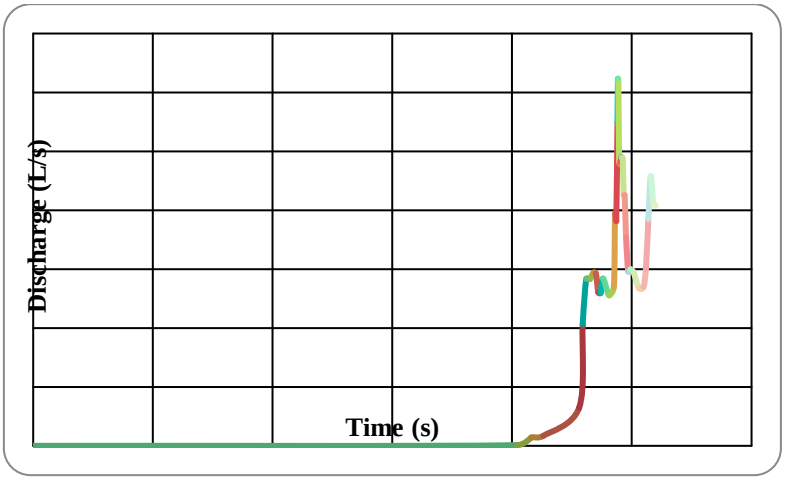


Figure 8. Time-varied discharge through the breach

The temporal variations of the breach area at downstream and upstream are shown in the Figure 9.

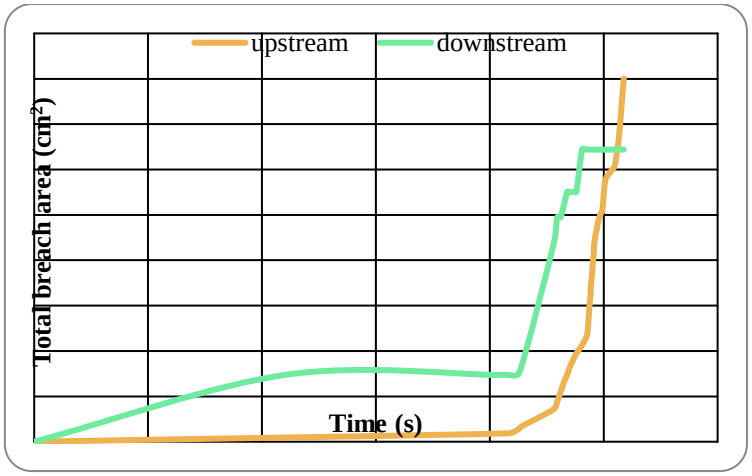
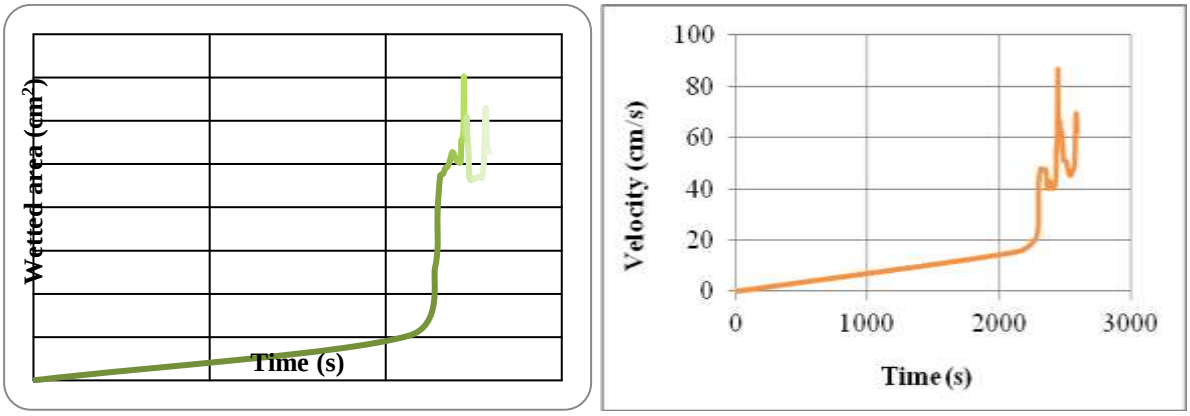


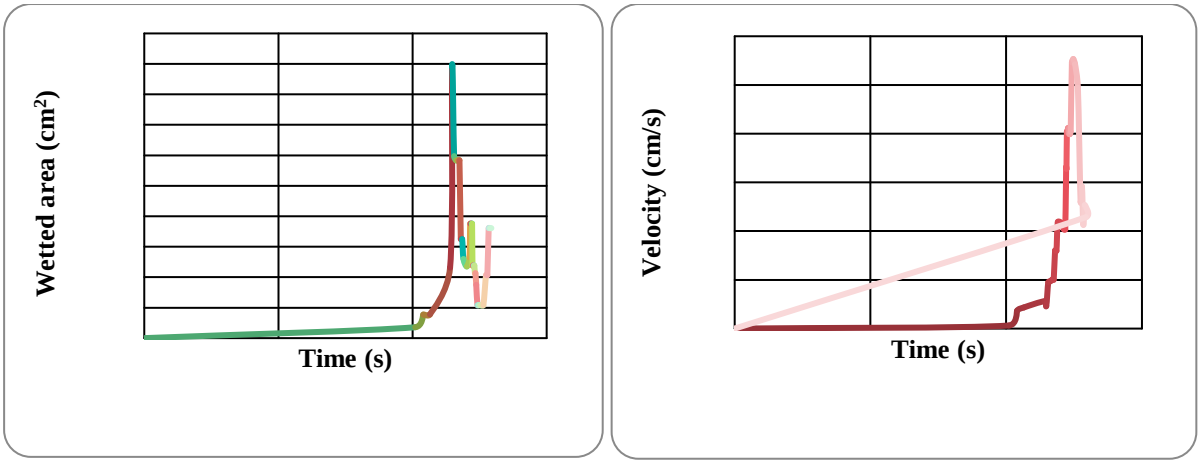
Figure 9. Temporal variations of the total breach area at downstream and upstream

The time dependent wetted area and velocity values obtained by using Eq. 2 at upstream and downstream are given in Figure 10 and Figure 11, respectively.



(a) (b)

Figure 10. (a) Wetted area and (b) velocity values at upstream



(a) (b)

Figure 11. (a) Wetted area and (b) velocity values at downstream

4. RESULTS AND CONCLUSIONS

In this study, the time-varied evolution of breach resulting from piping at the upper part of earth-fill dam with clay core was investigated experimentally. The discharges through the breach corresponding to different instants were calculated using the continuity equation. The boundary coordinates of the total breach areas and wet areas of the breach were obtained by using the Get-Data Graph Digitizer, and the areas at each time were calculated by applying the Gauss-area function of these obtained coordinates. The time dependent velocity values through the breach areas were also calculated. During the experiment, the breach initiated on the downstream side and then evolved towards to upstream side. The maximum discharge through the breach was calculated as Q_{breach}= 24.9 L/s at t=2442 s. The maximum total breach area at the upstream was found to be A_{ups}= 4003 cm^2 at t=2588 s, while at downstream A_{down}= 3219 cm^2 at t=2405 s and remained unchanged afterwards. The maximum wetted areas were $A_{wetted-ups}$=351 cm^2 at t=2444 s and $A_{wetted-downs}$=891 cm^2 at t=2295 s. The maximum velocity values

through the breach were calculated as V_{ups}= 87 cm/s at t=2442 s and V_{down}=111 cm/s at t=2494 s for upstream and downstream, respectively.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) for supporting financially this study through the project 119M609.

REFERENCES

Chen, S. shui, Zhong, Q. ming, & Shen, G. ze. (2019). Numerical modeling of earthen dam breach due to piping failure. *Water Science and Engineering*, *12*(3), 169–178. https://doi.org/10.1016/j.wse.2019.08.001

Dumlu, E. (2022). *Experimental and Numerical Investigation of the Evolution of Piping and Resulting Breach in Earth-fill Dams*. İzmir Institute of Technology.

Fell, R., Wan, C. H., & Foster, M. (2003). *Progress report on methods for estimating the probability of failure of embankment dams by internal erosion and piping*. University of New South Wales, Sydney, Australia.

Greco, M., Pontillo, M., Iervolino, M., & Leopardi, A. (2008). 2DH numerical simulation of breach evolution in an earth dam. *River-Flow2008*, *1*, 661–667.

Guney, M. Ş., Gerçek, A., Altınsoy, A., Dumlu, E., Özden, G., Kaya, B., & Tayfur, G. (2022a). laboratuvar ortaminda borulanma olasiliğini arttirmak amaciyla dispers kil kullanilarak elde edilen deneysel bulgularin plaxis 3D sayisal sonuçlariyla karşilaştirilmasi. *11. Ulusal Hidroloji Kongresi 13-15 Ekim 2022 Gaziantep Üniversitesi*, 539–546. Gaziantep, Türkiye.

Guney, M. Ş., Okan, M., Dumlu, E., Bor, A., & Tayfur, G. (2022b). toprak dolgu barajin üst köşesindeki sizma nedeniyle oluşan borulanmanin görüntü işleme yöntemi ile analizi. *11. Ulusal Hidroloji Kongresi 13-15 Ekim 2022 Gaziantep Üniversitesi*, 529–538. Gaziantep, Türkiye.

Guney, M. Sukru, Dumlu, E., & Okan, M. (2022c). Experimental Study of the Evolution of the Breach and the Discharge through the Breach resulting from Piping due to Seepage at the Mid-part of Earthfill Dam. *10th Conference on Civil Engineering (ICCEN 2022)*. Singapore.

Guney, Mehmet Sukru, Dumlu, E., Okan, M., & Birol, K. (2022d). experimental study of the evolution of the breach and the discharge through the breach resulting from piping due to

seepage at the earth- fill dam with clay core. *International Conference on Engineering Sciences (Iensci) Azerbaijan Technical University*, 298–307. Azerbaijan.

Guney, Mehmet Sukru, Dumlu, E., Okan, M., Bor, A., Aklik, P., & Tayfur, G. (2022e). Experimental Study of the Evolution of the Breach and the Discharge through the Breach Resulting from Piping due to Seepage at the Earth- Fill Dam Bottom. *Proceedings of the 7th International Conference on Civil Structural and Transportation Engineering (ICCSTE'22) Niagara Falls, Canada – June 05-07, 2022*, (July), 115-1-115–118. https://doi.org/10.11159/iccste22.215

Guney, Mehmet Sukru, Dumlu, E., Okan, M., & Tayfur, G. (2022f). Experimental Study of Breach Evolution and Discharge Through Breach Resulting from Piping due to Seepage at the Upper Corner of in an Earth-Fill Dam. *14th International Conference on Hydroscience & Engineering (ICHE 2022) MAY 26-27, 2022*, (May), 99–109. https://doi.org/10.11159/iccste22.215

Guney, Mehmet Sukru, Okan, M., Dumlu, E., Bor, A., Aklık, P., & Tayfur, G. (2022g). Experimental Study of the Evolution of the Breach and the Discharge Through the Breach Resulting from Piping due to Seepage at the Earth-Fill Dam Top. *Proceedings of the 39th IAHR World Congress 19-24 June 2022*, (June), 2735–2743. https://doi.org/10.3850/IAHR-39WC2521716X20221298

Morris, M., Hassan, M., Kortenhaus, A., Geisenhainer, P., Visser, P., & Zhu, Y. (2008). Modelling breach initiation and growth. *Flood Risk Management: Research and Practice*, 581–591. https://doi.org/10.1201/9780203883020.ch67

Okan, M. (2022). *Experimental and Numerical Investigation of Piping in Uniform Embankment Dam with Weak Layer at the Upper Region*. İzmir Institute of Technology.

Sharif, Y. A., Elkholy, M., Hanif Chaudhry, M., & Imran, J. (2015). Experimental Study on the Piping Erosion Process in Earthen Embankments. *Journal of Hydraulic Engineering*, *141*(7), 04015012. https://doi.org/10.1061/(asce)hy.1943-7900.0001019

Zech, Y., & Soares-Frazão, S. (2007). Dam-break flow experiments and real-case data. A database from the European IMPACT research. *Journal of Hydraulic Research*, *45*(SPEC. ISS.), 5–7. https://doi.org/10.1080/00221686.2007.9521827

ULTRA YÜKSEK MOLEKÜL AĞIRLIKLI POLİETİLEN MALZEMENİN EĞİLME DAVRANIŞININ BELİRLENMESİ: DENEYSEL VE NÜMERİK ÇALIŞMA

Arş. Gör. Kazım Ercan[1], Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Akif Dündar[2], Prof. Dr. Hamza Kemal Akyıldız[3]

[1] Yozgat Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi,
ORCID ID: 0000-0003-1486-5681
[2] Yozgat Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi,
ORCID ID: 0000-0001-5463-6774
[3] Yozgat Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi,
ORCID ID: 0000-0002-5670-2314

Özet

Bu çalışmada birçok endüstri uygulamalarında da yaygın olarak kullanılan 930 kg/m^3 molekül yoğunluğa ve 5x10^6 gr/mol molekül ağırlığa sahip Ultra Yüksek Molekül Ağırlıklı Polietilen (UHMWPE) yarı kristal malzemenin 3-Nokta eğilme altındaki mekanik davranışı deneysel olarak belirlenmiş ve Ls-Dyna sonlu elemanlar mühendislik programında polimerler için geliştirilen yarı deneysel malzeme modeli (SAMP-1) kullanılarak doğrulanmıştır. 3-Nokta eğilme testleri 0,1 mm/s eğilme hızında yapılmış ve test numunesi 22 mm ye kadar eğmeye zorlanmıştır. Kuvvet-yer değiştirme grafiği deneysel olarak başarılı bir şekilde ölçülmüştür. 3-Nokta eğilme testlerinin nümerik analizleri Ls-Dyna sonlu elemanlar mühendislik programında yapılmıştır. Nümerik analizlerde UHMWPE'nin malzeme davranışını tanımlayabilmek için SAMP-1 malzeme modelinin sunmuş olduğu Drucker-Prager akma yüzey yaklaşımı kullanılmıştır. Bu akma yüzey yaklaşımın seçilmesindeki temel sebep bu modelin polimerlerde gözlemlenen basma ve çekme altındaki farklı malzeme davranışlarını hesaba katabilme yetisidir. Basma ve çekme altındaki değişik malzeme davranışlarının hesaba katılmadığı durumda sayısal analizler sonuçlarını nasıl etkilediğini ortaya çıkarabilmek için aynı simülasyon Von Mises akma yüzey modeli kullanılarak da yürütülmüştür. Elde edilen deneysel veriler bu iki modelden elde edilen tahminler ile karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma Drucker-Prager malzeme modelinin UHMWPE'nin 3-Nokta eğilme altındaki mekanik davranışını başarılı bir şekilde tahmin ettiğini ortaya çıkarmıştır. Bunun aksine Von Mises akma modelinin UHMWPE'nin 3-Nokta eğilme altındaki mekanik davranışını sonlu elemanlar çerçevesinde kabul edilebilir bir hata oranı ile doğru tahmin edemediği gözlemlenmiştir. En yüksek eğme kuvveti açısından Drucker-Prager model hata oranı %8 olarak hesaplanırken bu oran Von Mises modeli için %31 olarak bulunmuştur. Buradan Von Mises kriterinin çok eksenli yüklere maruz kalan polimerlerin mekanik davranışlarının nümerik analizlerinde kullanılmasının uygun olmadığı bunun yerine Drucker-Prager gibi basma ve çekme altındaki farklı davranışları hesaba katan malzeme modellerinin kullanılmasının çok daha uygun olduğu çıkarımı bu çalışma kapsamında yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: UHMWPE (ultra yüksek molekül ağırlıklı polietilen), 3-Nokta Eğilme, Sonlu Elemanlar Yöntemi, SAMP-1

GİRİŞ

UHMWPE (ultra yüksek molekül ağırlıklı polietilen), yağlama özelliği, aşınma direnci yüksek, yorulma ve darbe direnci, kimyasal kararlılık, ve biyouyumluluk gibi mekaniksel özellikler barındıran termoplastik yarı kristal bir polimeridir (1–3).

Polimerler farklı yüklere maruz kaldığında gerinim hızı, sıcaklık ve hidrostatik basınca duyarlılık gösterdiğinden dolayı doğrusal olmaya bir davranış sergiler (4,5,14,6–13). UHMWPE, birçok mekanik özelliği sebebiyle yaygın kullanım alanlarına sahiptir (3,15,16). Molekül ağırlığı yüksek olduğu için üretim yöntemi olarak ekstrüzyon tercih edilmektedir (15). UHMWPE gibi polimer malzemeler alan olarak darbe ve eğilme gibi farklı mekaniksel yükler altında kullanılmaktadır. Bu malzemelerin farklı yükler altındaki malzeme davranışı hakkında çalışmalar eksik kalmaktadır. Abaqus, LS-DYNA gibi mühendislik programlarında farklı polimer malzeme modelleri olmasına rağmen bu modellerinden birkaçı polimerlerin karmaşık malzeme davranışını modelleyebilmektedir.

Bu çalışmalar kapsamında oluşturulmaya çalışılan modellerde monotonik yüklemelere bağlı olarak elastik plastik malzeme modelleri üretilmeye çalışılmıştır (17). Bu kullanılan malzeme modellerin sonlu elemanlar çözümü ciddi sınırlamalarının olduğu çalışmalar ile gözlemlenmiştir (18,19). Göze çarpan kriterler gerinim oranı, hidrostatik basınç ve plastik bölgede oluşan deformasyon mekanizmalarıdır. Von Mises J_2 plastik modelinin çok eksenli yüklemeler altında UHMWPE'nin mekanik özelliklerini tam anlamıyla tanımlayamadığı yapılan çalışmalarda görülmüştür (20). Bu kısıtlamaları ortadan kaldırabilmek için Arruda-Boyce (21,22), Hasan-Boyce (23), Bergström-Boyce (23) gibi araştırmacılar tarafından geliştirilen malzeme modelleri, UHMWPE'nin tek eksenli yükler altındaki mekanik davranışlarını J_2 plastik malzeme modeline kıyasla daha tutarlı olduğu görülmüştür. Çok eksenli yükleme ile oluşan gerilmeleri belirleyebilmek için, UHMWPE malzemesinde çeşitli yükleme testleri yapılarak ve modeller geliştirilmeye çalışılmıştır (18,24–27). UHMWPE üzerinde bu bağlamda çeşitli hızlar ile çekme basma testleri yapılarak farklı mekanik özellikleri anlaşılmaya çalışılmıştır(28–35).

Genel olarak oluşturulan malzeme modellerinin eksikliği göze çarpmakta ve bunun neticesinde 2005 yılında özellikle çok eksenli yüklemeler altındaki polimerik malzemelerin malzeme davranışını sonlu elemanlar çözümlemesinde daha iyi tahmin edebilmesi için Ls-Dyna programında SAMP-1(polimerler için yarı analitik malzeme modeli) polimer malzemeler için geliştirilmiştir (36). SAMP-1 ile yapılan sayısal çalışmalar sonucu bu modelin polimer malzemelerin mekanik özelliklerini yüksek hassasiyet ile hesapladığı görülmüştür (37–40).

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışmamızda kullandığımız UHMWPE, SONGHAN firmasından ORBILAN® PE 1000 UHMW-PE (41) ismi ile 4 mm kalınlığında levha şeklinde temin edilmiştir. Malzemenin yoğunluğu 930 kg/m^3 ve molekül ağırlığı 5x10^6 gr/mol olarak ekstrüzyon yöntemiyle imal edildiği firma tarafından beyan edilmiştir. Levhalar üzerinden ASTM (42,43) standartları dikkate alınarak su jeti çekme numuneleri ve CNC kullanılarak ise basma ve 3 nokta eğme test numuneleri hazırlanmıştır.

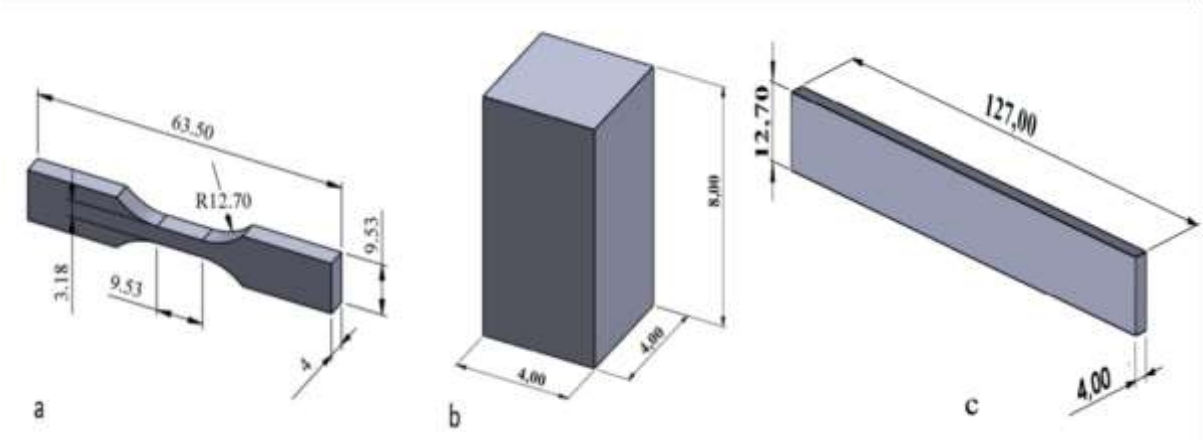
Yöntem

Çalışma kapsamında yapılan bütün testlerde Görsel-1'de gösterilen yükleme kapasitesi 100 kN olan SHIMADZU AGS-X marka cihaz kullanılmıştır. Bu cihazdan alınan veriler bilgisayarda işlenerek gerekli grafikler oluşturulmuştur.



Görsel- 1 (a) SHIMADZU üniversal test cihazı, (b) Sonuçların alındığı bilgisayar

Basma, çekme ve 3-Nokta eğme testleri test hızı olarak 0,1 belirlenmiş ve oda sıcaklığı altında yapılmıştır. Test numuneleri, çekme ASTM D638-14 tip V, basma ASTM D695-15 ve 3-Nokta eğme ASTM D5023-15 standartlarına göre hazırlanmıştır. Bu testler hazırlanan numuneler Görsel-2 'de gösterilmiştir.



Görsel- 2 Deney numune ve ölçüleri , (a) Çekme, (b) Basma, (c) 3 nokta eğme

Çekme testleri esnasında çekme numunelerinde gözlemlenen gerinim alanları Görsel-3'deki gibi numuneler üzerine yapıştırılan etiketler yardımıyla video ekstansometre kullanılarak elde edilmiştir. Bu etiketlerin hareketi video ekstansometrenin takibi ile alınan veriler işlenmiştir. Basma deneyinde ise gerinim değerleri cihazın kafa yer değiştirme hareketine bağlı olarak hesaplanmıştır. 3 nokta eğilme testlerinde de numunenin geometrik merkezinde oluşan yer değiştirme yine cihazın kafa yer değişimine göre belirlenmiştir. Yapılan 3 farklı deney türü içinde 3 tekrarlı testler yapılarak ortalaması alınmıştır.



Görsel- 3 Çekme test düzeneği

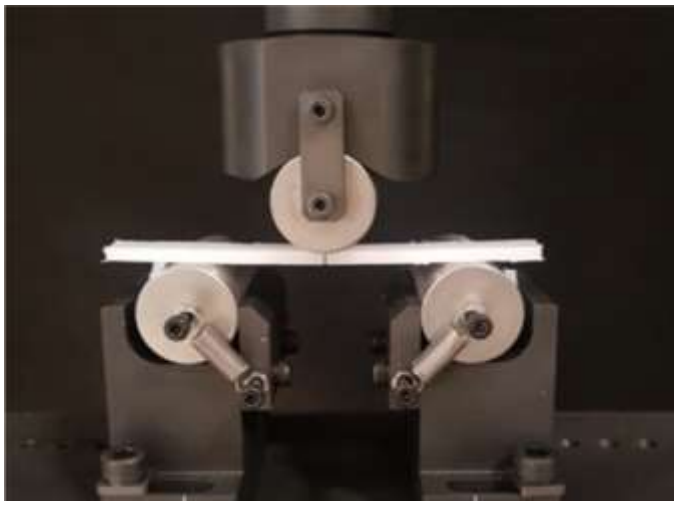
Çekme testleri esnasında video ekstansometre yardımıyla elde edilen mühendislik gerinimleri ($\varepsilon_{mühendislik}$) aşağıdaki denklem kullanılarak gerçek gerinme değerleri ($\varepsilon_{gerçek}$) hesaplanmıştır. Yine aynı şekilde gerçek gerilme değerleri ($\sigma_{gerçek}$) nominal gerilme ($\sigma_{mühendislik}$) değerleri kullanılarak elde edilmiştir.

$$\sigma_{gerçek} = \sigma_{mühendislik}(1 + \varepsilon_{mühendislik}) \qquad \varepsilon_{gerçek} = \ln(1 + \varepsilon_{mühendislik}) \qquad (1)$$

Basma testleri esnasında cihaz kafa hareketleri yardımıyla elde edilen mühendislik gerinimleri ($\varepsilon_{mühendislik}$) aşağıdaki denklem kullanılarak gerçek gerinme değerleri ($\varepsilon_{gerçek}$) hesaplanmıştır. Yine aynı şekilde gerçek gerilme değerleri ($\sigma_{gerçek}$) nominal gerilme ($\sigma_{mühendislik}$) değerleri kullanılarak elde edilmiştir.

$$\sigma_{gerçek} = -\sigma_{mühendislik}(1 - \varepsilon_{mühendislik}) \qquad \varepsilon_{gerçek} = -\ln(1 - \varepsilon_{mühendislik}) \qquad (2)$$

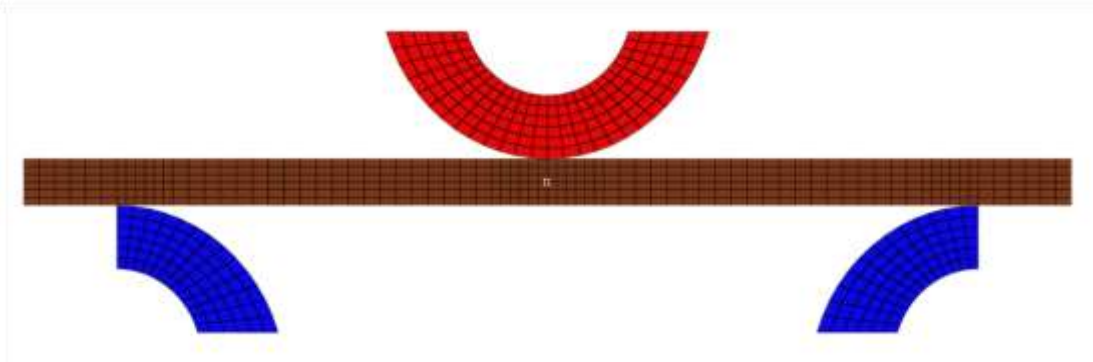
Bu çalışmanın ana hedefi UHMWPE'nin 3-Nokta eğilme yükü altındaki malzemenin mekanik davranışını doğru bir şekilde sayısal olarak da tahmin edilmesidir. Yukarıdaki basma ve çekme testleri SAMP-1 malzeme modelindeki hesaplama girdisi olarak kullanılması için yapılmıştır. 3 nokta eğilme için deney düzeneği Görsel-4'de dir. 3 nokta eğilme testleri sırasında UHMWPE 22 mm'lik bir eğilmeye maruz bırakılarak oluşan eğme kuvvetleri yüksek doğrulukla elde edilmiştir.



Görsel- 4 3-Nokta eğilme deney düzeneği

Nümerik Çalışma

3-Nokta eğilme test için hazırlanan sonlu elemanlar modeli Görsel-5'de gösterilmiştir. Model geometrik olarak HyperMesh programı yardımıyla çizildi ve yine aynı programda sonlu elemanlara ayrılmıştır. 3-Nokta eğilme için hazırlanan bu sonlu elemanlar modelinde 4752 adet hexahedral element ve 6622 adet element düğüm kullanılarak kalınlık boyunca da 7 ye bölünerek modellenmiştir. Nümerik modelde kırmızı renk ile gösterilen mesh bölgesi indentor ve mavi renk ile gösterilen mesh bölgesi destekler rijit tanımlanmıştır. Modelimiz 3 boyutlu olarak çözümlenmiştir. Simülasyonda zaman kazanmak için ELFORM-1 formülasyonu ile sertlik kontrolü kullanılmıştır. Simülasyon modelimiz simetrik olduğundan dolayı çözümlemede modelin yarısı simülasyonda kullanılmıştır. Simetri sınır şartları programa tanıtılmıştır. Eğilme numunesi ile destekler ve indentor arasında otomatik olarak genel kontak tipi tanımlanmıştır. Kontak durumunda olan bölgelerde Görsel-5'de görüldüğü gibi diğer bölgelere oranla mesh elemanları daha küçüktür. Sürtünme katsayısı, kontak yüzeyleri arasında 0,05 olarak alınmıştır.



Görsel- 5 3-Nokta eğme simülasyon modeli

3-Nokta eğme testi simülasyonlarında daha önce de açıklandığı gibi SAMP-1 malzeme modelinin sunmuş olduğu Drucker-Prager ve Von Mises akma yüzey formülasyonları kullanılmıştır. Drucker-Prager UHMWPE'nin farklı yüklemeler altındaki malzeme davranışlarını hesaplamalara dahil ederken Von Mises formülasyonu bunu göz ardı etmektedir. Drucker-Prager akma yüzeyi SAMP-1 modeline çekme ve basma testlerinde elde edilen gerçek plastik gerinme-gerçek plastik gerilme eğrileri birlikte tanıtılarak elde edilirken Von Mises formülasyonu için sadece çekme gerçek plastik gerinme-gerçek plastik gerilme eğrisi kullanılmıştır. Simülasyonlarda kullanılan malzeme girdileri Çizelge-1 de verilmiştir. UHMWPE poisson oranı için 0,46 olarak alınmıştır (44,45)

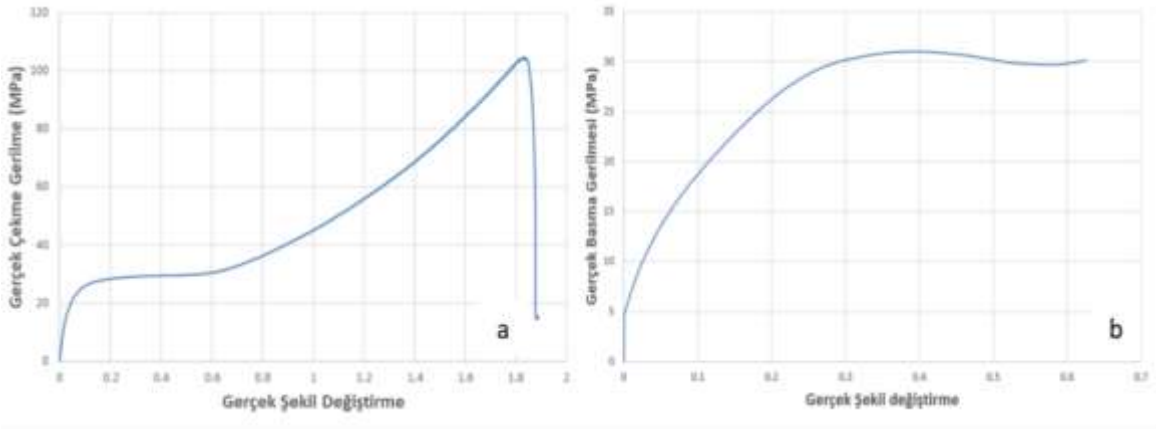
Çizelge- 1. Nümerik analizler için kullanılan değerler

	Elastisite Modülü (Mpa)	Poisson Oranı	Çekme Test Değerleri	Basma Test Değerleri
Drucker-Prager	634	0,46	Görsel-6a	Görsel-6b
Von Mises	634	0,46	Görsel-6a	X

.

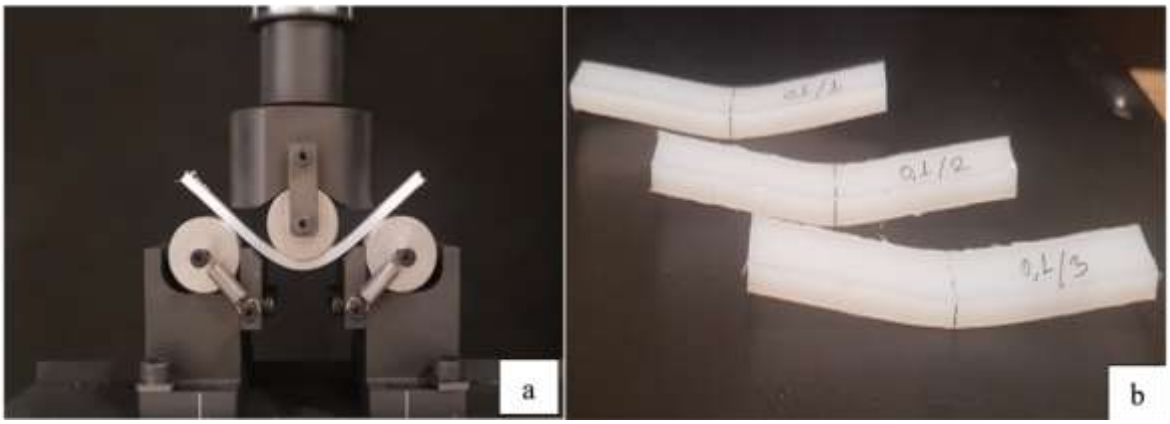
BULGULAR

Çekme ve basma testlerinden gelen verilere bağlı olarak oluşturulan gerçek gerilme-gerinme eğrileri Görsel-6'da gösterilmiştir.



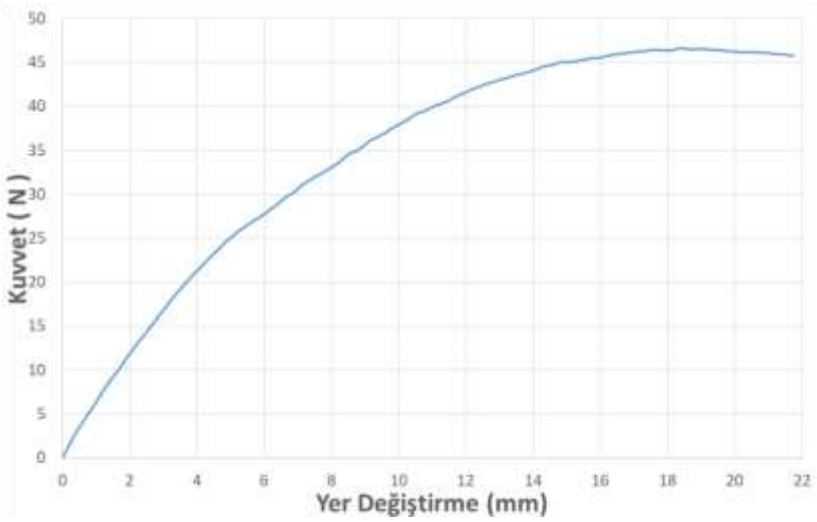
Görsel- 6 (a) Çekme eğrisi ve (b) Basma eğrisi

Görsel-6'da ki verilere dayanarak UHMWPE'nin çekme üst akma dayanımı, alt akma dayanımı ve elastisite modülü sırasıyla 27,53 MPa, 17,89 MPa ve 634 MPa olarak hesaplanmıştır. Yine benzer bir şekilde basma dayanımı ve basma elastik modülü sırasıyla 6,34 MPa ve 337 MPa olarak bulunmuştur. Elde edilen bu veriler UHMWPE'nin basma ve çekme altındaki mekanik davranışlarının önemli ölçüde değişik olduğunu ortaya koymuştur. Basma ile kıyaslandığında, UHMWPE'nin çekme altında çok daha fazla sert mekanik davranış göstermektedir.



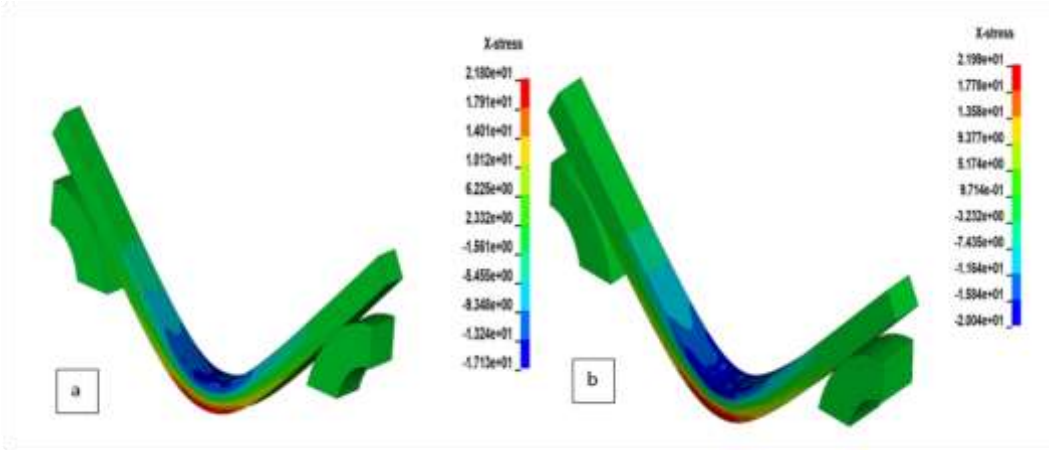
Görsel- 7 (a) 22 mm ye kadar eğilmiş numune (b) Test sonrası numuneler

Üç nokta eğme deney esnasında ise Görsel-7'de de görüldüğü üzere standart numune üzerinde 22 mm ye kadar eğmeye maruz bırakıldı ve sonuç olarak cihazdan alınan değerler ile Görsel-8'de ki grafik oluşturuldu. Deney sonrası resimlerde de görüldüğü üzere numune üzerindeki yük kalktığında kendini tekrar toplayarak eğme miktarında azalma gözlemlenmiş ve üzerinde herhangi bir hasar oluşmamakla birlik kalıcı bir deformasyon gözlemlenmiştir. Deneysel çalışmanın sonucunda oluşan Görsel-8'de ki grafikten anlaşılacağı gibi 22 mm eğmeye maruz bırakıldığı şartlarda malzeme üzerinde oluşan en yüksek kuvvet değeri 46,5 N olarak hesaplanmıştır. Bu değer bu malzemenin 0,1 mm/s hızda 22 mm eğme oluşması durumunda gerçekleşen eğme testi şartlarında taşıyabileceği en yüksek kuvvet olarak ortaya çıkmıştır.



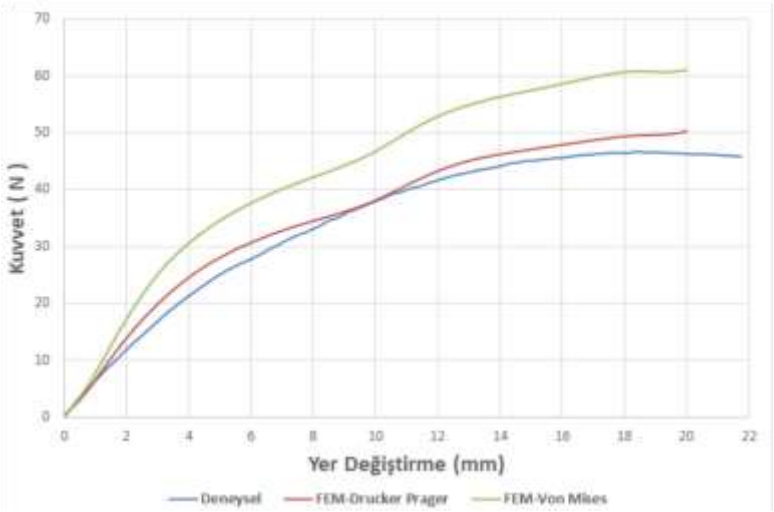
Görsel- 8 Üç Nokta eğme deney eğrisi

Görsel-9'da gösterildiği gibi basma ve çekme yüklemeleri altında olan sonlu elemanlar modelinde, Drucker-Prager formülasyonu kullanıldığı çözümlemede basmadaki ve çekmedeki görülen en yüksek gerilmeleri arasında ciddi bir fark gözlenirken, Von Mises formülasyonunun kullanıldığı çözümlemede oluşan bu fark görülmemektedir. Bu beklenen bir sonuçtur. Çünkü basma ve çekme gerilme değerleri arasında deneysel sonuçlardan da görüleceği üzere farklı davranışı Von Mises formülasyonu yakalayamamaktadır.



Görsel- 9 Sayısal sonuçlar X-Stress dağılımı (a) Drucker-Prager ve (b) Von Mises

Görsel-10'da 0,1 mm/s eğilme hızında hesaplanan kuvvet-yer değiştirme eğrileri deney sonuçları ve sayısal analiz sonuçları ile deneysel eğriler ile karşılaştırılmıştır. Görsel-10'da gösterildiği gibi polimerlerde oluşan farklı malzeme davranışını dikkate alarak hesaplama yapan SAMP-1, deneysel veriler ile uyumlu ve tutarlı sonuçlar vermiştir. Aynı durum Von Mises çözümleme yöntemi için söylemek mümkün olmamaktadır. En yüksek eğme kuvvetini deney sonucuna bakarsak yüksek bir fark ile tahmin etmiştir. Bunun sebebi çekme ve basma yüklemeleri altındaki malzeme davranışını aynı kabul ederek hata yapmasıdır.



Görsel- 10 Deneysel ve nümerik 3-Nokta eğilme eğrilerin karşılaştırılması

Maksimum eğilme kuvveti açısından, Drucker-Prager malzeme modeli UHMWPE'nin 3-Nokta eğilme davranışını %8 hata oranı ile tahmin ederken, bu oran Von Mises için %31 olarak bulunmuştur. Buradan UHMWPE gibi polimer malzemelerin 3-Nokta eğilme altındaki mekanik davranışlarını sonlu elemanlar kapsamında doğru bir yaklaşımla tahmin edebilmek için farklı malzeme davranışlarının hesaba katılması gerektiği çıkarımı yapılmıştır. Diğer bir ifadeyle Von Mises akma kriterinin çok eksenli yükleme altındaki polimerlerin davranışlarını tahmin etmeye uygulanabilirliği yoktur.

SONUÇLAR

Bu çalışma sonucunda aşağıdaki çıkarımlar yapılmıştır.

UHMWPE çekme ve basma altında değişik malzeme davranışları göstermektedir. Çekme altındaki dayanımı basma altındaki dayanımından oldukça fazladır.

3-Nokta eğme testi altında 22 mm gibi yüksek bir eğilmeye maruz bırakılan UHMWPE de katastrofik bir hasar gözlemlenmemiştir. Numune sadece plastik bölgede deformasyona uğramıştır.

3-Nokta eğilme sonlu elemanlar modelinde kullanılan Drucker-Prager malzeme modeli UHMWPE'nin mekanik davranışını yüksek doğrulukla tahmin ederken, Von Mises modeli ise sonlu elemanlar analizinde malzeme mekanik davranışını kabul edilemeyecek bir hata ile tahmin etmiştir.

UHMWPE gibi farklı yüklemeler altında değişik mekanik davranışlar gösteren polimerlerin çok eksenli yükleme altındaki davranışlarının sayısal olarak tutarlı bir şekilde bulunabilmesi için bu değişik mekanik davranışların kesinlikle hesaba katılması gerekmektedir.

SAMP-1, UHMWPE'nin 3-Nokta eğme test verilerini yüksek doğrulukla yeniden üretebildiğinden dolayı polimerlerin sayısal analizlerinde seçilebilecek malzeme modellerinden bir tanesi olarak tavsiye edilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Fouad H. Experimental and numerical studies of the notch strengthening behaviour of semi-crystalline ultra-high molecular weight polyethylene. Mater Des [Internet]. 2010;31(3):1117–29. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2009.09.042
2. Lucas A de A, Ambrósio JD, Otaguro H, Costa LC, Agnelli JAM. Abrasive wear of HDPE/UHMWPE blends. Wear [Internet]. 2011;270(9–10):576–83. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.wear.2011.01.011
3. Kurtz SM. UHMWPE Biomaterials Handbook: Ultra High Molecular Weight Polyethylene in Total Joint Replacement and Medical Devices: Third Edition. UHMWPE Biomaterials Handbook: Ultra High Molecular Weight Polyethylene in Total Joint Replacement and Medical Devices: Third Edition. 2015. 1–815 p.
4. Bauwens-Crowet C. The compression yield behaviour of polymethyl methacrylate over a wide range of temperatures and strain-rates. J Mater Sci. 1973;8(7):968–79.
5. Chester SA. Mechanics of amorphous polymers and polymer gels. 2011;
6. Jatin, Sudarkodi V, Basu S. Investigations into the origins of plastic flow and strain hardening in amorphous glassy polymers. Int J Plast [Internet]. 2014;56:139–55. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.ijplas.2013.11.007
7. Manaia JP, Pires FA, de Jesus AMP, Wu S. Mechanical response of three semi crystalline polymers under different stress states: Experimental investigation and modelling. Polym Test. 2020;81(October 2019).
8. Diani J, Gall K. Finite Strain 3D Thermoviscoelastic Constitutive Model. Society. 2006;
9. Galeski A. Strength and toughness of crystalline polymer systems. Vol. 28, Progress in Polymer Science (Oxford). 2003. 1643–1699 p.
10. Daniel IM, Daniel SM, Fenner JS. A new yield and failure theory for composite materials under static and dynamic loading. Int J Solids Struct [Internet]. 2018;148–149:79–93. Available from: https://doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2017.08.036
11. Richeton J, Ahzi S, Vecchio KS, Jiang FC, Makradi A. Modeling and validation of the large deformation inelastic response of amorphous polymers over a wide range of temperatures and strain rates. Int J Solids Struct. 2007;44(24):7938–54.
12. Richeton J, Ahzi S, Vecchio KS, Jiang FC, Adharapurapu RR. Influence of temperature and strain rate on the mechanical behavior of three amorphous polymers: Characterization and modeling of the compressive yield stress. Int J Solids Struct. 2006;43(7–8):2318–35.
13. Mulliken AD, Boyce MC. Mechanics of the rate-dependent elastic-plastic deformation of glassy polymers from low to high strain rates. Int J Solids Struct. 2006;43(5):1331–56.
14. Alcock CB, Jacob KT, Zador S. Thermochemical properties. AtomEnergy Rev. 1976;14(Spec.No.6):7–65.
15. Xu MM, Huang GY, Feng SS, McShane GJ, Stronge WJ. Static and dynamic properties of semi-crystalline polyethylene. Polymers (Basel). 2016;8(4).
16. Changfang Z. Dynamic Constitutive Model of Ultra-High Molecular Weight Polyethylene (UHMWPE): Considering the Temperature and Strain Rate Effects. Polymers (Basel). 2020 Jul;12:15.
17. Teoh SH, Chan WH, Thampuran R. An elasto-plastic finite element model for polyethylene wear in total hip arthroplasty. J Biomech. 2002;35(3):323–30.

18. Bergström JS, Kurtz SM, Rimnac CM, Edidin AA. Constitutive modeling of ultra-high molecular weight polyethylene under large-deformation and cyclic loading conditions. Biomaterials. 2002;23(11):2329–43.

19. Kurtz SM, Pruitt L, Jewett CW, Crawford RP, Crane DJ, Edidin AA. The yielding, plastic flow, and fracture behavior of ultra-high molecular weight polyethylene used in total joint replacements. Biomaterials. 1998;19(21):1989–2003.

20. Kurtz SM, Bergström JS, Rimnac CM EA. Multiaxial validation of constitutive theories for UHMWPE. In: Transactions of the 27th Annual Meeting of the Society for Biomaterials. 2001. p. 310.

21. Arruda EM, Boyce MC, Jayachandran R. Effects of strain rate, temperature and thermomechanical coupling on the finite strain deformation of glassy polymers. Mech Mater. 1995;19(2–3):193–212.

22. Boyce MC, Parks DM, Argon AS. Large inelastic deformation of glassy polymers. part I: rate dependent constitutive model. Mech Mater. 1988;7(1):15–33.

23. Hasan OA, Boyce MC. A constitutive model for the nonlinear viscoelastic viscoplastic behavior of glassy polymers. Polym Eng Sci. 1995;35(4):331–44.

24. Kitagawa M, Onoda T, Mizutani K. Stress-strain behaviour at finite strains for various strain paths in polyethylene. J Mater Sci. 1992;27(1):13–23.

25. Kurtz SM, Foulds JR, Jewett CW, Srivastav S, Edidin AA. Validation of a small punch testing technique to characterize the mechanical behaviour of ultra-high-molecular-weight polyethylene. Biomaterials. 1997;18(24):1659–63.

26. Kurtz SM, Jewett CW, Bergström JS, Foulds JR, Edidin AA. Miniature specimen shear punch test for UHMWPE used in total joint replacements. Biomaterials. 2002;23(9):1907–19.

27. Edidin AA, Kurtz SM. Development and validation of the small punch test for UHMWPE used in total joint replacements. Key Eng Mater. 2001;199(198–199):1–40.

28. Huang W, Wang Y, Xia Y. Statistical dynamic tensile strength of UHMWPE-fibers. Polymer (Guildf). 2004;45(11):3729–34.

29. Frank T, Kurz A, Pitzer M, Söllner M. Development and validation of numerical pedestrian impactor models. 4th Eur LS-DYNA Users Conf. 2003;1–18.

30. Bois P a Du, Bois P a Du, Koesters M, Koesters M, Frank T, Frank T, et al. Crashworthiness analysis of structures made from polymers. 2004;1–12.

31. Senden DJA, van Dommelen JAW, Govaert LE. Strain hardening and its relation to Bauschinger effects in oriented polymers. J Polym Sci Part B Polym Phys [Internet]. 2010 May 26;48(13):1483–94. Available from: http://arxiv.org/abs/cond-mat/0406218%0Ahttp://dx.doi.org/10.1002/polb

32. Bergstrom JS, Bischoff JE. An Advanced Thermomechanical Constitutive Model for UHMWPE. Int J Struct Chang Solids [Internet]. 2010;2(1):31–9. Available from: http://www.veryst.com/Papers/Three_Network_Model_2010.pdf%5Cnpapers2://publication/uuid/E865E40D-7123-4FB0-A86E-9FC4D04A11B7

33. Chen L, Zheng K, Fang Q. Effect of strain rate on the dynamic tensile behaviour of UHMWPE fibre laminates. Polym Test [Internet]. 2017;63:54–64. Available from: https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2017.07.031

34. Deplancke T, Fivel M, Lame O. 1D strain rate-dependent constitutive model of UHMWPE: From crystalline network to fibrillar structure behavior. Mech Mater [Internet].

2019;137(June):103129. Available from: https://doi.org/10.1016/j.mechmat.2019.103129

35. Bernard CA, Lame O, Deplancke T, Cavaillé JY, Ogawa K. From rheological to original three-dimensional mechanical modelling of semi-crystalline polymers: Application to a wide strain rate range and large deformation of Ultra-High Molecular Weight PolyEthylene. Mech Mater. 2020;151(August 2019).

36. Kolling S, Haufe A, Feucht M, Du Bois P a. SAMP-1: A Semi-Analytical Model for the Simulation of Polymers. 4 LS-DYNA Anwenderforum. 2005;27–52.

37. Dundar MA, Dhaliwal GS, Ayorinde E. Experimental and numerical investigation on flexural behavior of acrylonitrile-butadiene-styrene polymer. Polym Eng Sci. 2020;60(11):2930–44.

38. Daiyan H, Grytten F, Andreassen E, Osnes H, Lyngstad O V. Numerical simulation of low-velocity impact loading of a ductile polymer material. Mater Des. 2012;42(mm):450–8.

39. Dundar MA, Dhaliwal GS. Investigation for impact behavior of acrylonitrile-butadiene-styrene amorphous thermoplastic. Polym Test [Internet]. 2020;89(May):106624. Available from: https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2020.106624

40. Gu G, Xia Y, Lin CH, Lin S, Meng Y, Zhou Q. Experimental study on characterizing damage behavior of thermoplastics. Mater Des [Internet]. 2013;44:199–207. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2012.07.062

41. SONGHAN. MarkeTech Silica Aerogel Contact Songhan Plastic Technology Co ., Ltd . [Internet]. 2021 [cited 2021 Mar 19]. Available from: http://www.lookpolymers.com/polymer_Orbilan-ORBILAN-PE-1000-UHMW-PE.php

42. ASTM-D695. Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics. ASTM International 2010 p. 1–8.

43. ASTM-D638. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics1. 2006 p. 1–15.

44. Zhang K, Li W, Zheng Y, Yao W, Zhao C. Dynamic constitutive model of ultra-high molecular weight polyethylene (UHMWPE): Considering the temperature and strain rate effects. Polymers (Basel). 2020;12(7):1–15.

45. Bartel DL, Rawlinson JJ, Burstein AH, Ranawat CS FJ, WF. Stresses in polyethylene components of cotemporary total knee replacements. In: Clin Orthop Relat Res [Internet]. 1995. p. 76–82. Available from: http://marefateadyan.nashriyat.ir/node/150

UÇUCU KÜL VE KABAK LİFİ KATKILI BRİKET ÜRETİMİNİN ARAŞTIRILMASI

Asistant Prof. Dr. Mustafa Eken [1],

[1] Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi, Elbistan Meslek Yüksekokulu, İnşaat Teknolojisi Bölümü, 0000-0002-7559-876X

ÖZET

Termik santrallerin bir yan ürünü olarak adlandırılan uçucu küller atık olarak santrallerde depolanma sorunu ve çevresel kirliliğine neden olmaktadır. Bu çalışmada uçucu külün çimento ikame malzemesi olarak kullanıldığı ve doğal kabak lifinin eklenmesi ile briket üretiminin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Çimento yerine %30 oranında uçucu kül, pomza agregası yerine %5-10-15 oranlarında doğal kabak lifleri eklenerek briket üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen briket numuneleri üzerinde birim hacim ağırlık, basınç dayanımı deneyleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda uçucu kül ve doğal lif katkılı briket numunelerin üretilmesi ile literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Atık değerlendirme, uçucu kül, briket üretimi, lif katkısı

ABSTRACT

Fly ash, which is called a by-product of thermal power plants, causes storage problems and environmental pollution as waste. In this study, it was aimed to produce briquettes by using fly ash as a cement replacement material and adding natural pumpkin fiber. Briquettes were produced by adding 3% fly ash instead of cement, and 5-10-15% natural pumpkin fibers instead of pumice aggregate. Unit weight and compressive strength tests were carried out on the briquette samples produced. As a result of the study, it is thought that it will contribute to the literature by producing fly ash and natural fiber added briquette samples.

Keywords: Waste recycling, fly ash, briquette production, fiber additive

1. GİRİŞ

Dünyada binalar için enerji tasarrufu ve verimliliği son yıllarda ele alınması gereken önemli iki nokta karşımıza çıkmaktadır. Çünkü inşaat sektörü toplam enerji miktarının üçte biri gibi önemli oranda ısıtma-soğutma için kullanılan bir sektördür. Binaların ısıtma-soğutma gibi enerji tüketiminde %33'lük bir oran kullanılmakta ve bu enerjinin yaklaşık olarak yarısı duvarlardan kaybedilmektedir [1-5]. Isı kayıplarının azaltılması için farklı yapılarda ve kombinasyonlar da yapı malzemeleri kullanılmaktadır [6]. Isıtma-soğutmada tüketilen hafif enerjinin azaltılmasına destek sağlayan termal özellikleri yüksek malzemelere olan ilgi her geçen gün artmaktadır [7].

Eski zamanlardan günümüze kadar taşınan yapı malzemeleri arasında briket, tuğla gibi hafif yapı malzemelerini saymak mümkündür [8]. Bu malzemelerden briket birim ağırlığı 1800 kg/m^3 den daha düşük değere sahip hafif beton blok malzemesi olarak adlandırılmaktadır [9]. Bu hafif beton blokların mekanik özelliklerinden basınç dayanımının ASTM C330-02 standardına göre en küçük değerinin 17 MPa olması istenmektedir. Çoğunlukla briketler taşıyıcı olmayan duvarlarda, depolarda [10], asmolen döşeme malzemesi olarak [11], peyzaj ve mimari alanlarda [12] kullanılmaktadır. Briketlerin diğer yapı malzemelerine göre daha çok tercih edilmesinde ekonomik olmasının yanı sıra sahip olduğu ısı-ses gibi teknolojik özelliklerde yoğun olarak kullanılmasını desteklemektedir [10,13].

Briketlerin hafif beton sınıfına girmesindeki en önemli parametrenin pomza diğer adı ile bims agregasının kullanılmasıdır. Pomza Dünya rezervlerinde yaklaşık olarak 18 milyar ton, Türkiye de ise 7 milyar ton rezerv bulunmaktadır. Türkiye sahip olduğu pomza rezervi bakımından Dünyada ikinci sırada, Avrupa ülkeleri arasında ise en fazla rezerve sahip olan ülke olarak birinci sıradadır [14]. Pomzanın endüstriyel bir hammadde olması, gözenekli yapısın yüksek olması, birim ağırlığının düşük olması, ısı-ses gibi teknolojik özelliklerinin yüksek olması nedeniyle yapılarda ısı-ses yalıtımı, enerji tasarrufu, bina ölü ağırlığının azaltılması gibi etkenlerle kullanıldığı alanlara katkı sağlamakta ve kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır [11]. Akyol [15] yaptığı çalışmada pomza agregası, uçucu kül ve polistiren köpük ile hafif beton blok üretimi gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda üretilen numunelerin hafif beton blok olarak kullanılmasının uygun olduğunu ifade etmiştir. Gündüz ve ark. [16] bims katkılı blokların ısı yalıtım iletkenliklerini araştırmışlar ve diğer malzemelere göre %35-45 oranında ısıdan tasarruf sağlayarak ısı yalıtımına katkı sağladığını belirtmişlerdir.

Bu çalışmada Ceyhan Sugözü uçucu külü, kabak lifi katkı olarak kullanılarak briket üretiminde kullanılabileceği araştırılmıştır. Uçucu kül katkı oranı %30 ve lif katkı oranı %5-10-15 oranlarında pomza agregasından ikame edilerek briket üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen numunelerin birim hacim ağırlık, basınç dayanımı deneyleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda uçucu kül ve doğal lif katkılı numunelerin briket üretiminde kullanılabileceğini ispat etmişlerdir.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Materyal

2.1.1. Pomza

Briket üretimi için kullanılan 0-8 mm boyutlarına ait pomza (Görsel 1) agregasına ait fiziksel Çizelge 1’de, kimyasal özellikler Çizelge 2’de, elek analizi Çizelge 3’te verilmiştir.



Görsel 1. Pomza agregası

Çizelge 1. Pomza fiziksel ve kimyasal özellikler

Fiziksel Özellik	**Değerler**
Gevşek yığın yoğunluk (Nemli numune)	548-648 kg/m^3
Gevşek yığın yoğunluk (Kuru numune)	398-448 kg/m^3
Özgül kütle	2,325 g/cm^3
Su emme oranı	% 28-68
Gözeneklilik	% 40-85
Renk	Beyaz-Açık gri
pH	5,5-6

Çizelge 2. Pomza kimyasal özellikler

İçerik	**%**
SiO_2	70,35
Al_2O_3	13,90
Fe_2O_3	1,40
TiO2	0,00
MnO	0,10
CaO	1-2
MgO	0,50
Na_2O	3,50
K_2O	3,55
FeO	0,90

Çizelge 3. Pomza elek analizi

Standart Elekler (mm)	**Elekten üstü kalan (g)**	**Elekten geçen (g)**	**Elekten geçen (%)**
11,2	0	3000	100
8	672	2328	77,6
5,6	387	1941	64,7
4	333	1608	53,6
2	564	1044	34,8

1	330	714	23,8
0,5	159	555	18,5
0,25	207	348	11,6
Elek altı	348	0	0

2.1.1. Uçucu kül

Çalışmada temin edilen külünün kimyasal bileşenleri Çizelge 3'te verilmiştir. $SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3$ oranı toplamda % 60,24'dür. S+A+F oranının % 50 üzerinde ve CaO oranının % 10'dan yüksek olması (% 17,74), uçucu külün ASTM C 618 [17] standardına göre C sınıfı yüksek kireçli uçucu kül sınıfında olduğunu göstermiştir.

Çizelge 3. Uçucu kül kimyasal içeriği

İçerik	**%**
SiO_2	35,50
Al_2O_3	12,96
S+A+F	60,24
CaO	17,74
TiO2	0,63
Cr_2O_3	0,02
MgO	2,34
Na_2O	0,16
K_2O	1,43
SO_3	1,74
P_2O_5	0,13
KK	2,83

2.1.3. Çimento

Çalışmadaki tüm numunelerde TS EN 197-1 standardına göre CEM I 42.5 R tipi çimento kullanılmıştır [18].

Çizelge 4. Çimento kimyasal ve fiziksel özellikler

İçerik (%)	**Çimento**
Kimyasal analiz test sonuçları	
SiO_2	18.50
Al_2O_3	5.33
Fe_2O_3	2.79
CaO	64.37
MgO	3.40
SO_3	2.45
Na_2O+K_2O	0.60
SrO	-
Kızdırma kaybı (%)	0.52

Fiziksel analiz test sonuçları	
Özgül ağırlık g/cm^3	3.14
İncelik g/cm^2	3315

2.1.4. Doğal kabak lifi

Briket üretiminde doğal lif olarak kabak lifi kullanılmıştır. Kabak lifi Hatay bölgesindeki tavuk çiftliğinden temin edilmiştir. Kabak lifleri 4-16 mm boyutlarına getirilerek karşımda kullanılan pomza agregası boyutlarına getirilmesi sağlanmıştır. Lifin sahip olduğu özellikler Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Kabak lifi fiziksel özellikleri

Fiziksel özellikler			
Yoğunluk (gm/cm^3)	Çap (µm)	En-Boy oranı	Mikro fibriller açısı(°)
0.55-0.91	260±15	330±10	10±2

2. 2. Metot

2.2.1. Briket üretimi

Pomza agregası kullanılarak üretilen briketlerin %30 oranında uçucu kül çimentodan ikame edilerek eklenmiş daha sonra kabak lifi %5-10-15 oranlarında eklenerek briket karışımı elde edilmiştir. Üretilen biriket numunelerinin karışım oranları ve isimlendirmeleri Çizelge 6'da verilmiştir. Üretilen numuneler Maraş'ta bulunan briket fabrikasından temin edilen aynı ölçülerdeki katkısız referans numuneleriyle karşılaştırılmıştır. Üretilen briketler TS EN 771-3 [19], TS EN 772-16-20 [20-21] standartlarında verilen yönergeler dikkate alınarak üretilmiştir. Briketlerin boyut ve konfigürasyon testi 0,1 mm hassasiyetindeki metre yardımıyla ölçülerek briketlerin genel görünüşleri, numune boyutları ve kusurluluk durum tespiti yapılmıştır (Görsel 2- Görsel 3).



Görsel 2. Briket üretimi ve boyut konfigürasyon

Çizelge 6. Briket karışım oranları

Samples		Su Kg/m^3	Çimento Kg/m^3	Uçucu kül Kg/m^3	İnce agrega Kg/m^3	İri agrega Kg/m^3	Kabak lifi (%)
Referans	R	105	245	-	550	2370	-
Kabak lifi	L1-%5	105	171,5	73,5	550	2351,5	118,5
	L2-%10	105	171,5	73,5	550	2133	237
	L3-%15	105	171,5	73,5	550	2014,5	355,5

2.2.2. Birim hacim ağırlık deneyi

Briket numunelerinin birim hacim ağırlıklarının belirlenmesi için numuneler etüvde 105℃'de 24 saat süre bekletilmiş ve ağırlıkları aşağıda verilen denklem 1 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$BHA = \frac{m_{kuru}}{V} \quad (1)$$

Burada;

BHA: Birim hacim ağırlığı (kg/m^3)
M $_{kuru}$: Kuru numune ağırlığı (kg)
V: Numune hacmi (m^3)

2.2.3. Basınç dayanımı

Briket numunelerinin basınç dayanım değerleri TS EN 771-3 [19] standardına uygun olarak belirlenmiştir. Denklem 2 ile numunelerin basınç dayanım değerleri MPa cinsinden hesaplanmıştır.

$$\sigma = \frac{F_{max}}{A} \quad (2)$$

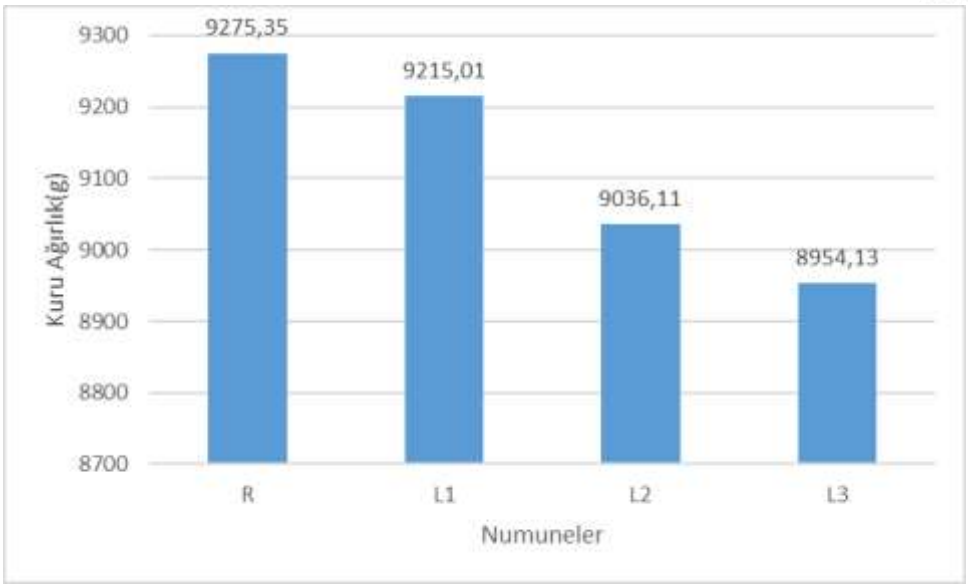
Burada,
σ: Basınç mukavemeti (MPa)
F_{max}: Numunenin kırılma anında uygulanan maksimum yük (N)
A: Numunenin enkesit alanı (mm^2)

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Birim hacim ağırlık deneyi

Uçucu kül ve doğal lif katkılı briketler TS EN 772-13 [23] standardına uygun olarak etüv kurusu numuneler 0,1 gr hassasiyetle tartılarak kuru ağırlıkları kaydedilmiş ve Görsel 3'te verilmiştir.

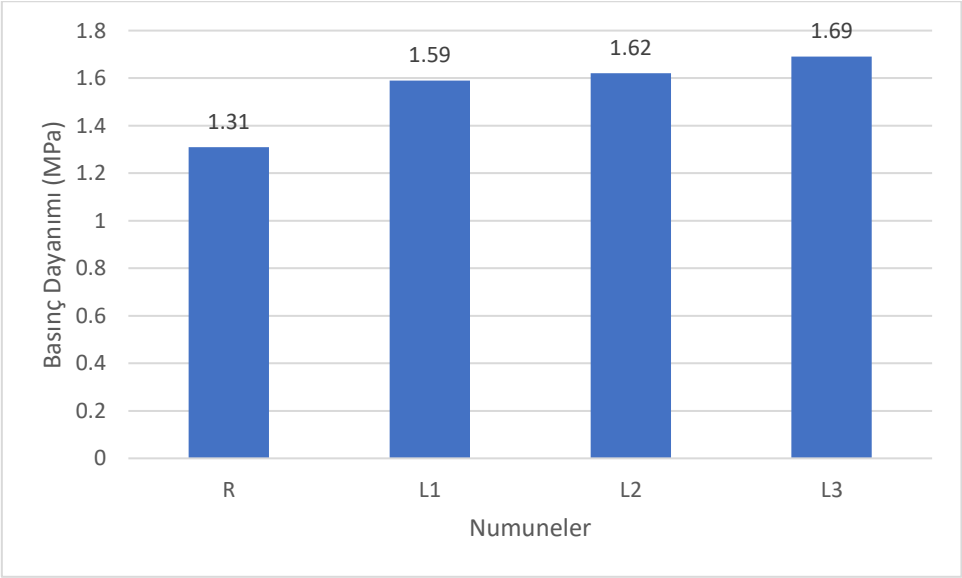
Briket numunelerinin TS EN 771-3 standardına göre brüt yoğunluk değerlerinin maksimum olarak 1000 kg/m^3'ten fazla olmama şartı aranmaktadır. Üretilen doğal lif katkılı numunelerinin tümünün yoğunluk değerleri ilgili standarda göre uygun bulunmuştur. En yüksek brüt ağırlığa sahip numune L1 nolu numune olurken, en düşük brüt ağırlık L3 nolu numuneden elde edilmiştir. Doğal lif katkılı L3 nolu numunenin en düşük yoğunluğa sahip olması kabak lifinin düşük yoğunluğu ile bağdaştırmak mümkündür. Elde edilen veriler incelendiğinde lif katkı oranı brüt ağırlığın düşmesine katkı sağladığı görülmektedir.



Görsel 3. Briket numunelerin ağırlık verileri

3.2 Basınç Dayanımı

Briket numunelerinin 28 günlük basınç dayanım değerleri Görsel 4'de verilmiştir. Briket numunelerinin 28 günlük basınç dayanımları incelendiğinde en düşük değeri 1,31 MPa ile R numunesi vermiştir. En yüksek değeri gösteren numune ise L3 nolu numuneden elde edilmiştir. Diğer doğal lif katkılı numunelerde L1-1,59MPa, L2-1,62MPa, değerleri ile R numunesinden yüksek dayanım değerlerine ulaşmışlardır. Doğal lif katkılı briket numunelerin doğal lif içeriğine göre basınç dayanımında L katkılı numunelerin R katkılı numunelere göre yüksek değerler verildiği gözlemlenmiştir. Bunun nedeni olarak L lifinin sahip olduğu fiziksel özellik ile açıklanmaktadır.



Görsel 4. Briket numunelerin basınç dayanımı

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Uçucu kül ve doğal lif katkılı briketlerin çalışmada elde edilen sonuçları aşağıda sıralanmıştır.

- Briket numunelerinin üretilmesi sonucunda gözlemlenen boyut ve konfigürasyon değerleri standartlara uygundur.
- Birim hacim ağırlığı en düşük olarak L3 nolu numune olmuştur.
- Basınç dayanım değerleri lif katkı oranına bağlı olarak artmıştır ve en yüksek basınç dayanım değerine L3 nolu numuneden elde edinilmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Energy, transport and environment indicators, Eurostat (2011) (online datacode: nrg 100a).

[2] The State Planning Organization (DPT), Ninth Development Plan, Tuğla ve Kiremit Sanayii Raporu (in Turkish), vol. 1, DPT 2773, ÖIK 703, Ankara,Turkey, 2008.

[3] Balaras, C.A., Droutsa, K., Argiriou, A.A., Asimakopoulos, D.N. Potential for energyconservation in apartment buildings, Energy and Buildings 31(2), 143-154, 2000.

[4] Feng, Y. Thermal design standards for energy efficiency of residential buildingsin hot summer/cold winter zones, Energy and Buildings 36, 1309-1312, 2004.

[5] Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on theEnergy performance of buildings, Official Journal of the European Union 153(2010, May).

[6] Coz Díaz, J.J., García Nieto, P.J., Domínguez Hernández, J., Álvarez Rabanal, F.P., A FEM comparative analysis of the thermal efficiency among floors made up ofclay, concrete and lightweight concrete hollow blocks, Applied Thermal Engi-neering 30(17–18), 2822-2826, 2010.

[7] Zukowski, M., Haese, G. Experimental and numerical investigation of a hollowbrick filled with perlite insulation, Energy and Buildings 42, 1402-1408, 2010.

[8] Ozel, M. Thermal Performance and Optimum Insulation Thickness of Building Walls With Different Structure Materials. Applied Thermal Engineering, 31(17-18), 3854-63, 2011.

[9] Postacıoğlu, B., 1987b. Yapı Malzemesi Dersleri, İ. T. Ü. İnşaat Fakültesi, İ. T. Ü. Matbaası, İstanbul.

[10] Demir, K., *Briket ve Tuğlanın Radyolojik Açıdan Karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir, 2015.

[11] Kocaman, P., *Bims Agregaların ve Bims Beton Ürünlerin Mimarlık ve Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009.

[12] Termobims A. Ş., 2007. Termofor Ürünleri Kataloğu, Konya.

[13] Hossain, K.M.A. Blended Cement And Light Weight Concrete Using Scoria: Mix Design, Strength, Durability And Heat İnsulation Characteristics, Int. Journal Of Physical Sciences, 1 (1): 5-16, 2006

[14] Gençer, Ö., *Pomza Katkılı Bims Beton Bloklar İle Yapılmış Yığma Yapı Üzerinde Deprem Etkisinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2000.

[15] Akyol, O. *Polistiren Taneli Köpük Katkı ile Bimsblok Duvar Elemanı Üretiminin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar, 2010.

[16] Gündüz, L. Sarıışık A.,Davraz, M., Uğur, İ., Çankıran O. Pomza Teknolojisi: Pomza Karakterizasyonu, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Isparta, 2, 1998.

[17] ASTM Standard C 618, 2005. Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use as a Mineral Admixture in Concrete.

[18] TS EN 197-1, "Cement: Part-1 General Cements- Composition Properties and General Rules", Turkish Standards Institute, Ankara, 2002.

[19] TS EN 771-3 Kâgir birimler - Özellikleri - Bölüm 3: Beton kâgir birimler (Yoğun ve hafif agregalı), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2012.

[20] TS EN 772-16 Kâgir birimler - Deney yöntemleri - Bölüm 16: Boyutların tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2012.

[21] TS EN 772-20 Kagir birimler - Deney metotları - Bölüm 20: Agrega, kuma taş ve doğal taş ile imal edilmiş kagir birimlerin yüzey düzgünlüğü tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2002.

[22] ASTM Standard C 1113-90. Test Method for Thermal Conductivity of Refractories by Hot Wire, 1990.

[23] TS EN 772-13. Kagir birimler – Deney metotları – Bölüm 13: Kagir birimlerde (doğal taş hariç) net ve brüt kuru yoğunluk tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2002.

ATIK BİYOLOJİK ÇAMURLARIN MİKRODALGA İLE DEZENTEGRASYONU

ALİ ALHRAİSHAWİ[1], ŞÜKRÜ ASLAN[2], MUSTAFA ÖZTÜRK[3]

[1] Department of Civil Engineering, College of Engineering, Misan University, Iraq,

- 0000-0003-4099-9042

[2]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Böl. 58140, Turkiye,

- 0000-0001-8735-8029

[3] Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas Teknik Bilimler MYO, Organik Tarım Programı, 58140, Türkiye,– 0000-0002-8825-6283

ÖZET

Çevre ve halk sağlığı, kentsel nitelikli atıksu arıtımından kaynaklanan biyolojik çamur nedeniyle ciddi tehlike altındadır. Anaerobik çürütme, biyolojik çamurları arıtmak için yaygın bir yöntem olmasına rağmen, ön arıtma olmadan düşük hacimde CH_4 üretir ve sınırlı biyolojik bozunma ve organik madde salınımına sahiptir. Mikrodalga (MD) ışıması gibi ısıl işlemler, atıksu biyolojik çamur parçalanmasını iyileştirmek için alternatif bir yöntem olarak tanımlanmaktadır.

Bu çalışmada, atık aktif çamurun MD ile parçalanmasında sıcaklığın ve bekletme süresinin etkisi incelenmiştir. Deneysel sonuçlar, çamurun çözünürlüğünün artan maruz kalma süresi ile kademeli olarak arttığını göstermiştir. Uzun maruz kalma süresinde, çKOI derişimlerinin uygulanan 90 °C ve 110 °C sıcaklıkları için sırasıyla 1800 mg/L ve 1900 mg/L olduğu belirlenmiştir. MD ışınına maruz kalma süresinin artmasıyla, hedef sıcaklıkta çKOI ve dezentegrasyon derecesinde iyileşme elde edilmiştir. Sonuçlar, MD ışınlamada 90°C ve 110°C hedef sıcaklıklarına göre 20 dakikalık bekletme süresinde çamur parçalanmasında önemli bir fark olmadığını göstermiştir. Deneysel sonuçlar, çalışılan tüm bekletme süreleri için 90 °C hedef sıcaklıkta, özgül enerji değerinin 110 °C'den daha düşük olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyoçamur, Dezentegrasyon, Mikrodalga, Spesifik Enerji

DISINTEGRATION OF WASTE BIOLOGICAL SLUDGE WITH MICROWAVE

ABSTRACT

The environment and public health are seriously endangered by biosludge produced in the municipal wastewater treatment plant. Although anaerobic digestion is a widespread method for treating wastewater biosludge, without pretreatment it produces little CH_4 and has limited biodegradability and release of organic matter. Heat treatments such as microwave (MW)

irradiation has been described as an alternative method in order to improve wastewater biosludge degradation.
In this study, the effect of temperature and exposure time on the disintegration of waste activated sludge (WAS) in the MW process was investigated. The results showed that the solubility of sludge increased gradually with increasing exposure time. In the long exposure time, it was determined that the concentrations of sCOD were 1800 mg/L and 1900 mg/L for the applied temperatures of 90 °C and 110 °C, respectively. With the increase of MW irradiation time to the biosludge, better solubility of sCOD and DD was achieved. Results indicated that there is no significant difference in sludge disintegration at the exposure time of 20 minute at the target temperatures of 90°C and 110°C. It was observed that the specific energy value was lower than 110 °C in all exposure times studied at the target temperature of 90 °C.

Keywords: Biological Sludge, Disintegration, Microwave, Spesific Energy.

1. GİRİŞ

Dünya nüfusu, 2000 yılında 6,14 milyarken, 2021'de 7,89 milyara ulaşmıştır (The World Population, 2023). Artan nüfusun gereksinimlerini karşılayabilmek amacıyla yeterli üretimi sağlamak için artan enerji talebi, doğal kaynak tüketiminin yükselmesine neden olmuş ve 2017'de yaklaşık 600 katrilyon BTU olan küresel enerji tüketiminin 2040'ta 739 katrilyon BTU'ya ulaşacağı tahmin edilmektedir (Capuano, 2018). Ülkelerin kaynak ihtiyacını karşılamasında kullanılan doğal kaynakların daha verimli kullanımı zorunlu hale gelmektedir (Atelge vd., 2020). Enerji tüketiminin yükselmesi ile çevresel sorunların artması yanında, ülkelerin gereksinmelerini karşılamasında diğer ülkelere bağımlı olması, siyasi ve ekonomik problemlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Ülkemizde yenilenebilir enerji (Jeotermal, rüzgar, güneş) kaynaklarından ve organik içeriği yüksek atıklardan (biyolojik çamur ve evsel ve endüstriyel organik atıklar) elektrik enerjisi üretim oranı, yıllara göre artış göstermesine ve 2019 yılında %14,7 ile en yüksek seviyeye ulaşmasına rağmen oran oldukça düşüktür (TÜİK, 2021).

Son yıllarda, atıksu arıtma tesisi işletimi için gerekli toplam enerji ihtiyacının, atık çamurun anaerobik çürütülmesi (AÇ) ile arıtımından elde edilen biyogaz ile karşılanması hedeflenmektedir. Ayrıca, enerji tüketimini ve karbon salınımını azaltmak için enerji açısından kendi kendine yeten arıtım işletim modelleri konusunda çalışmalar yapılmaktadır (Kor-Bicakci vd., 2019). Atık biyolojik çamur yapısında bulunan zor parçalanabilir organik bileşiklerin, AÇ süreci öncesi ön işlemler ile parçalanması (dezentegrasyon) çamur içeriğindeki biyolojik parçalanabilir organik madde derişimini yükseltmekte ve sonuçta CH_4 gaz veriminde iyileşme sağlanmaktadır.

İklim değişikliği konusunda çalışan bilim insanları, küresel ısınmanın nedenleri ve olumsuz sonuçları konusunda, yanma reaksiyonun son ürünü CO_2 emisyonu olduğu konusunda ortak görüşe sahiptir. Emisyon gazları nedeni ile ısının atmosferde tutulması küresel ısınmaya neden olmaktadır. Organik maddelerin biyolojik parçalanması sonucu oluşan CH_4 gazı, küresel ısınmaya CO_2'den daha fazla etkiye sahiptir. Biyoparçalanma sonucu açığa çıkan CH_4 gazının enerji kaynağı olarak kullanılması, CH_4 emisyonlarının azaltılmasını ve küresel ısınmanın

önlenmesine olumlu katkı sağlamaktadır. AÇ'den elde edilen biyogaz, AÇ'nin çıktı/girdi oranı nedeniyle biyolojik veya termo-kimyasal enerji dönüşümünden üretilen enerjiden daha verimlidir (Chandra vd., 2012).

Petrol krizi ve atık bertaraf sorunları nedeniyle 1970'lerden beri AÇ süreçleri teknolojik olarak sürekli iyileştirilmiş ve son yıllarda ise çevre bilinci ve yenilenebilir enerji politikaları nedeniyle bu iyileşme, en yüksek seviyeye ulaşmıştır. AÇ sürecinde, organik maddeler, anaerobik ortamda bakteriler tarafından biyokimyasal reaksiyonlar yoluyla çürütülmektedir. AÇ'nin ana çıktıları, metan bakımından zengin, çiftlikte kullanılabilir biyogaz ve çürütülmüş atıktır. Substrat içeriğindeki makro ve mikrobesinler süreci etkilemektedir. Biyogaz verimini artırmak, makro ve mikro besinlerin optimum miktarlarını belirlemek için iki veya daha fazla substrat karıştırılmaktadır. Bu süreç "birlikte çürütme" olarak bilinir ve günümüzde tarımsal bölgelerde biyogaz üretiminde en yaygın süreç türüdür (Atelge vd., 2020).

AÇ sürecinde oluşan gaz; % 50–70 CH_4, % 25–40 CO_2 ve iz (%1–5) içeriği ile yenilenebilir bir enerji kaynağı üretmek için önemli bir yöntem olarak değerlendirilmektedir (Atelge vd., 2018). Biyogaz, miktarına bağlı olarak organik içerikli mahsul, hayvan, gıda atıkları ve keratin atıkları gibi çeşitli hammaddelerden üretilebilir. Yağ ve protein gibi organik atık bileşenleri, biyogaz ve CH_4 verimini etkilmektedir. Teorik olarak AÇ, yağlardan 1014 nominal litre (NL) CH_4/kg uçucu katı madde (VS), proteinlerden, 740 NL CH_4/kg VS ve karbonhidratlardan, 370 NL CH_4/kg VS üretebilir (Harris ve McCabe, 2015). Ancak, AÇ sistemlerinde, düşük CH_4 verimi, yüksek alıkonma süresi gereksinimi ve tamamen çürütülmeyen substratlar gibi bazı zorluklar vardır.

AÇ süreci, hidroliz, asidojenez, asetojenez ve metanojenez olmak üzere dört ana aşamaya ayrılabilir. Substrat türlerine bağlı olarak, hidroliz veya metanojenez, AÇ için hız belirleyici süreçtir. Substrat daha karmaşık bir yapıya sahipse, hidroliz sınırlayıcı basamak haline gelirken, substrat kolayca parçalanırsa metanojenez, hızı belirleyen adımdır (Passos vd., 2017). AÇ sürecinde, karbonhidratlar birkaç saat, proteinler ve lipidler birkaç gün ve lignin ve lignoselüloz birkaç günde hidroliz edilebilir (Atelge vd., 2018; Den vd., 2018; Edwiges vd., 2018). Ayrıca, substrat yüksek lignin ve lignoselüloza sahipse çürütme süreci tam olarak tamamlanamaz. Mikroorganizmaların birkaç çeşit hidrolitik enzim üretmesi ve bunlar substratın oldukça karmaşık yapısını parçalamak için yeterli olmadığından, hidroliz aşaması genellikle hız belirleyici adım olarak kabul edilebilir (Christy vd., 2014). Bu nedenle, belirli bir substratın içeriği, biyokimyasal metan potansiyelini (BMP) belirlemek için çok önemlidir. Substratların makromoleküler bileşimleri, BMP hakkında bilgi sağlayabilir.

AÇ, CH_4'nın değerli ısı ve elektriğe dönüştürülmesine ek olarak, katı organik atıklarda patojen ve koku azaltılması, organik atıkların depolama alanlarından dönüştürülmesi, gübre üretimi ve toprak iyileştirme ürünlerinin eldesi sağlamakta ve atıkların azalmasını temin etmektedir (Akgul vd., 2017).

Çamur içeriğindeki hücreler ve hücre dışı polimerik maddeler (EPS) hidrolize karşı direnç oluşturur ve ardından ikincil çamurların biyolojik bozunmaya karşı nispeten dayanıklı hale gelmesine neden olur. Çamur içeriğindeki biyolojik bozunmaya dayanıklı yapılar, hidroliz sürecinin uzamasına ve dolayısıyla daha uzun katı alıkonma süresi gerektirir. Organik atıkların termal, mekanik, kimyasal veya biyolojik yöntemlerle ön parçalanması (dezentegrasyon) AÇ

biyogaz veriminde yükselme sağlamaktadır. Dezentegrasyon, biyolojik kolay parçalanabilen madde içeren birincil çamurlar yerine çoğunlukla birincil veya karışık çamurlardan ziyade atık aktif çamura uygulanmaktadır. Dezentegrasyon biyoçamur parçalanmasını yükseltirken aynı zamanda çamur hidrolizi için gereken enerji gereksinmesini de en aza indirir (Akgul vd., 2017).

AÇ sürecinde, substrat yararlanabilirliğini ve çürütülebilirliğini iyileştirmek için ön arıtma ek bir aşamadır. AÇ'de biyokimyasal reaksiyonlar, reaktörün her aşamasında optimum koşullar olmasa da ardışık olarak gerçekleşir ve bu reaksiyon adımları arasındaki kütle transferi ve devam eden biyolojik reaksiyonlar için uygun besi maddesi yararlanabilirliği, biyogaz verimi üzerinde önemli etkilere sahiptir (Cesaro ve Belgiorno, 2014).

Aktif çamur, aerobik atıksu arıtımından sonra elde edilen bir üründür ve yüksek organik içeriği nedeniyle AÇ sürecinde substrat olarak kullanılabilir (Ebezener vd., 2015). İkincil çamur bol miktarda mikrobiyal hücreye sahiptir ve bu hücre duvarları ekzoenzim bozunmasını engeller (Ebezener vd., 2015). EPS, ana organik fraksiyon yapısıdır. Ekzosellüler polimerik maddenin bağlanma mekanizması, aktif çamurun çürütülebilirliğini sınırlandırmaktadır (Şahinkaya ve Sevimli, 2013). Seçilen ön işlemin ana işlevi, AÇ sürecinde biyolojik olarak parçalanabilirliği ve biyometan üretimini artırmak için hücre duvarını kırmak ve hücre içi maddenin çürütme ortamına salınmasına yardımcı olmaktır (Karuppiah ve Ebenezer, 2019).

Mikrodalga (MD) elektromanyetik radyasyonun bir şeklidir. İyonların hareketi ve dipollerin dönmesi ile moleküler harekete neden olan, ancak moleküler yapıda değişikliğe neden olmayan iyonlaştırıcı olmayan radyasyondur. MD enerjisi, elektromanyetik spektrumun bir bölümünü kaplar ve 1 mm ile 1 m arasındaki dalga boyu aralığında ve 300 MHz ile 300 GHz arasındaki frekans aralığında yer alır (Singh ve Heldman, 2001). MD ısı üretimi, MD ile elektromanyetik enerjinin bir kısmının ısı şeklinde hacimsel olarak dağıldığı ortam arasındaki etkileşimden kaynaklanır (Tang vd., 2002).

Bu çalışmada Sivas kentsel atıksu arıtma biyoçamurların farklı sıcaklık ve tutulma süresinde MD dezentegrasyonu ve spesifik enerji değişimi incelenmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Biyolojik Çamur

Çalışmada biyolojik çamur, 345.000 eşdeğer nüfus ve 78.516 m^3/gün kapasiteli, uzun havalandırmalı aktif çamur sistemi ve karbon, azot ve fosfor giderimine göre tasarımı yapılan Sivas Belediyesi Kentsel Atıksu Arıtma Tesisinin aktif çamur havuzunun geri devir hattından alınmıştır.

2.2. MD İşletim Koşulları

Arıtma çamurunun MD ile dezentegrasyonu, Milestone–ETHOS EASY model, iki adet 900 Watt magnetron ile toplam 1800 W güce sahip, 35 bara dayanıklı, MAXI-44 mikrodalga ünitesinde gerçekleştirilmiştir. MD, her biri 100 mL kapasiteli 44 PTFE kap içermektedir ve MD' nin dijital ekranı ile MD işletim süresi ayarlanarak, farklı sıcaklık yükselme hızlarında hedef sıcaklığa ulaşmak üzere programlanabilmektedir. MD işletiminde çalışılan koşullara göre enerji sarfiyatı ölçülmüştür.

Yüksek sıcaklıklarda Maillard reaksiyonu ve karamelizasyon ile biyokütlenin parçalanması sonucu açığa çıkan organik madde kaybını önlemek için MD'da hedef sıcaklıklar 90°C ve 110°C olarak belirlenmiştir. Sıcaklık yükselme hızlarının biyokütle parçalanması sonucu açığa çıkan organik madde derişimine etkisini belirlemek için 2-3-4-5-8-20 dak. tutulma süresinde MD fırın programlanarak hedef sıcaklığa yükselmesi sağlanmıştır.

2.3. Dezentegrasyon Derecesi

Biyokütle ayrışma performansı Muller (2000) tarafından geliştirilen "ayrışma derecesi, DD katsayısı" ana parametre alınmıştır. Yüksek DD değerleri, yüksek derecede ayrışma anlamına gelir. Çamur dezentegrasyon performansını değerlendirmek için DD Eşitlik 1 ile hesaplanmıştır.

$$DD\ (\%) = \frac{çKOI_{MD} - çKOI_{Ş}}{çKOI_{NaOH} - çKOI_{Ş}} \times 100 \qquad (1)$$

Eşitlikte, $çKOI_{MD}$, MD ile dezentegre edilmiş çamurun çözünmüş KOI değeri (mg/L), $çKOI_{Ş}$ dezentegre edilmemiş çamurun (ham çamur) çözünmüş KOI değeri (mg/L), $çKOI_{NaOH}$ kimyasal olarak 1mol/L NaOH ile oda sıcaklığında 20±1 °C, 24 saat süresince veya 90 °C ve 110 °C'de 10 dak süresince dezentegre edilmiş çamurun çKOI değeri (mg/L). Çamurun çözünmüş kısmı 15.000 dev/dk, 4 °C'de 20 dak santrifüjlenmesi ile belirlenmiştir.

2.4.Spesifik Enerji

Spesifik enerji, denklem 2'de sunulduğu gibi MD gücüne, uygulama süresine, toplam katı madde (TKM) ve örnek hacmine dayalı olarak enerji tüketimini değerlendirmek için kullanılmıştır (Tang vd., 2010).

$$\boldsymbol{Spesifik\ enerji}\ (\frac{\boldsymbol{kj}}{\boldsymbol{kgTK}}) = \frac{\boldsymbol{güç\ (Watt) \times radyasyon\ süresi\ (sn)}}{\boldsymbol{örnek\ ağırlığı\ (kg)}} \qquad \mathbf{(2)}$$

2.5. Analiz Yöntemi

Kontrol ve ön işleme tabi tutulmuş çamur numunelerinde KOI, TKM ve askıda katı madde (AKM) Standart Yöntemlere göre (APHA, 1998) yapılmıştır. Deneysel çalışmalar oda sıcaklığında, örneklerin 4100 rpm'de 10 dk santrifüjlenmesi ve 0.45 µm (Sartorius) membran filtre kâğıdından süzülmesi ile elde edilen filtrat kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

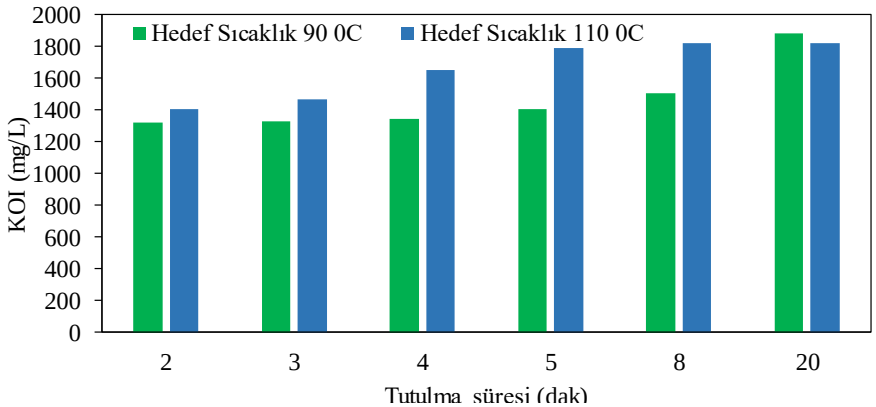
Atıksu arıtma tesisinden temin edilen ham biyoçamurun ortalama, 32 mg çKOI/L, 9680 mg TKM/L ve 7000 mg AKM/L içerdiği belirlenmiştir. MD işletiminde farklı hedef sıcaklığa ulaşılmasında süre dikkate alınarak yükselme hızı ayarlanmıştır. Farklı hedef sıcaklıklarda biyoçamurun çKOI derişimi, DD ve spesifik enerji seviyeleri karşılaştırılmıştır.

Biyoçamurların yapısı ve MD ile dezentegrasyonunda işletim koşulları olan hedef sıcaklık ve sıcaklık yükselme hızı çamurun DD'sinde önemli parametreler olarak görülmektedir. 180 °C' nin üzerindeki hedef sıcaklıklarında biyokütlenin parçalanması sonucu açığa çıkan organik madde derişimi yükselmesine rağmen organik madde yapısının bozulması sonucu AÇ'de biyogaz verimi düşmektedir (Labuza vd., 1992; Park vd., 2004; Pinnekamp vd., 1988).

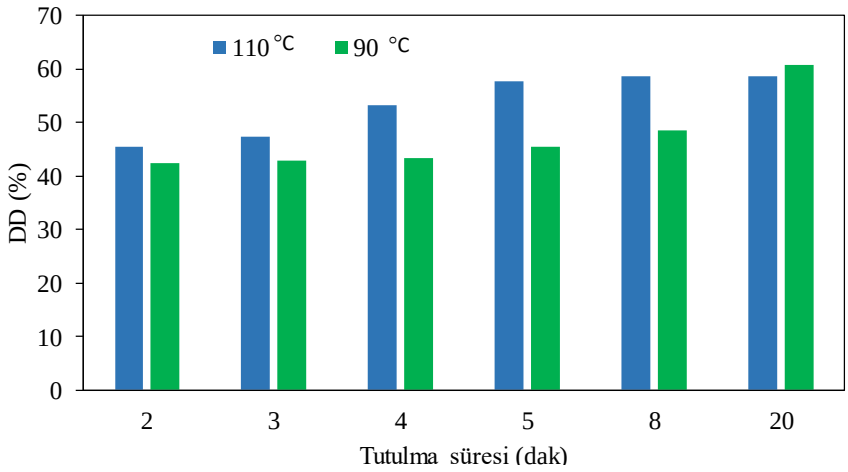
MD'da farklı işletme koşullarında biyoçamurun dezentegrasyonu ile süzüntü suyunda çKOI derişim değişimi Görsel 1 de sunulmuştur. MD dezentegrasyonu ile 90 °C hedef sıcaklıkta tutulma süresine göre çKOI derişimi yaklaşık olarak 1300 mg/L-1900 mg/L, 110 °C için ise 1400-1800 mg/L aralığında değişim göstermiştir. 20 dak. MD'da tutulma süresinde hedef sıcaklıklara göre biyoçamur parçalanmasında çok önemli fark olmadığı görülmektedir. MD'da 2 dak. tutulma süresinde 90 °C için KOI derişimi 1320 mg/L'ye, 110 °C'de ise yaklaşık olarak 1400 mg/L'ye arttığı belirlenmiştir. Tutulma süresinin 2 dak.'dan 20 dakikaya yükseltilmesi ile ortalama çKOI artışı %35 olarak hesaplanmıştır.

Hedef sıcaklık 90 °C ve 2 dakika tutulma süresinde DD yaklaşık % 43, 110 °C'de ise % 45 olarak tespit edilmiştir. Tutulma süresinin yükseltilmesi ile DD kademeli olarak artmakta ve yaklaşık olarak %60'a kadar yükselmektedir (Görsel 2). MD ile biyoçamur dezentegrasyonunda, düşük yükselme hızlarında, hedeflenen sıcaklığa ulaşıldığında, sıvıda çKOI derişiminde artış sağlandığı farklı araştırmalarda belirtilmektedir (Eskicioglu vd., 2007; Eskicioglu vd., 2008; Koupaie vd., 2015; Park vd., 2009; Toreci vd., 2009; Toreci vd., 2010; Toreci vd., 2011).

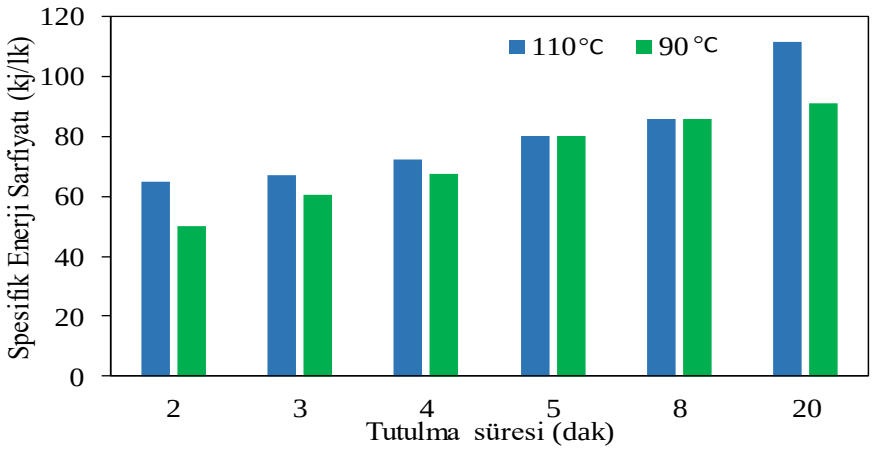
Biyoçamurun dezentegrasyonu sonrası organik madde içeriğinin yükselmesi, AÇ verimini arttırarak CH_4 hacmini yükseltecektir. MD hedef sıcaklığın artması ile DD ve sıvı çKOI derişimi yükselmektedir. Ancak, MD'da çalışılan iki farklı hedef sıcaklıkta çKOI derişim farkı ihmal edilebilir düzeyde olduğu görülmektedir. Ancak, spesifik enerji değeri 90 °C hedef sıcaklıkta çalışılan tüm tutulma sürelerinde 110 °C'den daha düşük olduğu belirlenmiştir (Görsel 3). 90 °C hedef sıcaklıkta spesifik enerji değeri 50- 91 kj/kg TKM'ken 110 °C'de 65-112 kj/kg TKM aralığında, tutulma süresine göre değişme göstermiştir. Düşük spesifik enerji seviyeleri atık çamurun dezentegrasyonunda MD uygulandığında gerekli enerji seviyesinin azalmasını sağlamaktadır.



Görsel 1. Farklı MD Hedef Sıcaklıkları ve Tutulma Sürelerinde çKOI Derişimi



Görsel 2. Farklı MD Hedef Sıcaklıkları ve Tutulma Dürelerinde DD



Görsel 3. Farklı MD Hedef Sıcaklıkları ve Tutulma Sürelerinde Spesifik Enerji Değişimi

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Biyolojik atık çamurların AÇ'si ile CH_4 gazı elde edilmektedir. AÇ öncesi atıkların dezentegrasyonu biyokütlenin parçalanmasını sağlamakta, çürütmede gerekli reaksiyon süresini kısaltmakta ve sıvı ortama salınan organik madde derişimini yükseltmektedir. İşletmede tüketilen enerji gereksinmesini azaltmak ve biyogaz hacmini arttırmak, uygulanan dezentegrasyon yöntemlerinin daha ekonomik olmasını sağlayacaktır.

Farklı hedef sıcaklık ve tutulma süresinde gerçekleştirilen deneysel çalışmada, hedef sıcaklıklarda çKOI derişiminde önemli farklılık gözlenmemesine rağmen yüksek DD seviyeleri, MD dezentegrasyonun biyoçamur parçalanmasında etkin bir yöntem olduğunu göstermektedir. Düşük hedef sıcaklıkta MD dezentegrasyonunun gerçekleştirilmesi, spesifik enerji gereksinmesini azalttığı belirlenmiştir. Sıcaklık ve tutulma süresinin en iyi koşullarının

tanımlanması ve dezentegre çamurun AÇ'si ile CH_4 hacminin belirlenmesi ile en uygun MD işletim koşulları tanımlanabilir.

Teşekkür: Bu çalışma Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (CÜBAP) tarafından M-2022-838 proje numarası ile desteklenmiştir

KAYNAKÇA

Akgul, D., Cella, M., A., Eskicioglu, C. Influences of low-energy input microwave and ultrasonic pretreatments on single-stage and temperature-phased anaerobic digestion (TPAD) of municipal wastewater sludge, Energy, March, 123, 271-282, 2017.

APHA, Standard methods for the examination of water and wastewater, 20th ed. American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington, DC, USA, 1998.

Capuano, L. International energy outlook 2018 (IEO2018). US Energy Information Administration (EIA): Washington, DC, USA, 21, 2018.

Cesaro, A., Belgiorno, V. Pretreatment methods to improve anaerobic biodegradability of organic municipal solid waste fractions. Chemical Engineering Journal, March, 240, 24-37, 2014.

Chandra, R., Takeuchi, H., Hasegawa, T., Kumar, R. Improving biodegradability and biogas production of wheat straw substrates using sodium hydroxide and hydrothermal pretreatments. Energy, July, 43(1), 273–82, 2012.

Christy, P., M., Gopinath, L., R., Divya, D. A review on anaerobic decomposition and enhancement of biogas production through enzymes and microorganisms. Renewable and Sustainable Energy Reviews, June, 34, 167-173, 2014.

Den, W., Sharma, V., K., Lee, M., Nadadur, G., Varma, R., S. Lignocellulosic biomass transformations via greener oxidative pretreatment processes: access to energy and value-added chemicals, Frontiers in chemistry, April, 6, 141, 2018.

Ebenezer, A., V., Kaliappan, S., Kumar, S., A., Yeom, I., T., Banu, J., R. Influence of deflocculation on microwave disintegration and anaerobic biodegradability of waste activated sludge. Bioresource technology, June, 185, 194-201, 2015.

Edwiges, T., Frare, L., Mayer, B., Lins, L., Triolo, J., M., Flotats, X., de Mendonça Costa, M., S., S. Influence of chemical composition on biochemical methane potential of fruit and vegetable waste. Waste Management, January, 71, 618-625, 2018.

Eskicioglu, C., Kennedy, K., J., Droste, R., L. Enhancement of Batch Waste Activated Sludge Digestion by Microwave Pretreatment, Water Environment Research, October, 79(11), 2304-2317, 2007.

Eskicioglu, C., Kennedy, K., J., Droste, R., L. Initial Examination of Microwave Pretreatment on Primary, Secondary and Mixed Sludges Before and After Anaerobic Digestion. Water Science and Technology, February, 57(3), 311-317, 2008.

Harris, P., W., McCabe, B., K. Review of pre-treatments used in anaerobic digestion and their potential application in high-fat cattle slaughterhouse wastewater. Applied Energy, October, 155, 560-575, 2015.

Karuppiah, T., Azariah, V., E. Biomass pretreatment for enhancement of biogas production. Anaerobic Digestion, January, 150, 111509, 2019.

Kor-Bicakci, G., Ubay-Cokgor, E., Eskicioglu, C. Effect of dewatered sludge microwave pretreatment temperature and duration on net energy generation and biosolids quality from anaerobic digestion. Energy, February, 168, 782-795, 2019.

Koupaie, E., H., Eskicioglu, C. Below and above boiling point comparison of microwave irradiation and conductive heating for municipal sludge digestion under identical heating/cooling profiles. Bioresource Technology, July, 187, 235-245, 2015.

Labuza, T., P. The Kinetics of Nonenzymatic Browning, Physical Chemistry of Foods, 1992.

Muller, J A. Prospects and Problems of Sludge Pre-Treatment Processes, Water Science and Technology, 44(10), 121-28, 2001.

Park, B., Ahn, J., H., Kim, J., Hwang, S. Use of microwave pretreatment for enhanced anaerobiosis of secondary sludge. Water Science and Technology, November, 50(9), 17-23, 2004.

Park, W., J., Ahn, J., H., Lee, C., K. Effect of Temperature-Increase Rate and Terminal Temperature on the Solubilization of Sewage Sludge Using Microwave Irradiation. Environmental Engineering Research, March, 14(1), 48-52, 2009.

Pinnekamp, J. Effects of Thermal Pretreatment of Sewage Sludge on Anaerobic Digestion. Water Science and Technology, July, 97-108, 1988.

Passos, F., Ortega, V., Donoso-Bravo, A. Thermochemical pretreatment and anaerobic digestion of dairy cow manure: experimental and economic evaluation. Bioresource technology, March, 227, 239-246, 2017.

Singh, R., P., Heldman, D., R. Introduction to Food Engineering Academic Press. New York, 2001.

Şahinkaya, S., Sevimli, M. F. Sono-thermal pre-treatment of waste activated sludge before anaerobic digestion. Ultrasonics sonochemistry, January, 20(1), 587-594, 2013.

Tang, J., Feng, H., Lau, M. Microwave heating in food processing. Advances in bioprocessing engineering, 1, 1-43, 2002.

The World B. The World Population, Total|Data; 221. Available from: https://data.worldbank.org/indicator/sp.pop.totl [Accessed 08 Ocak 2023].

Toreci, I., Droste, R., L., Kennedy, K., J. Mesophilic Anaerobic Digestion with High-Temperature Microwave Pretreatment and Importance of Inoculum Acclimation. Water Environment Research, June, 83(6), 549-559, 2011.

Toreci, I., Kennedy, K., J., Droste, R., L. Evaluation of Continuous Mesophilic Anaerobic Sludge Digestion After High Temperature Microwave Pretreatment. Water Research, March, 43(5), 1273–1284, 2009.

Toreci, I., Kennedy, K. J.,Droste, R. L., Effect of High-Temperature Microwave Irradiation on Municipal Thickened Waste Activated Sludge Solubilization. Heat Transfer Engineering, 31(9), 766-773, 2010.

TÜİK, Https://Data.Tuik.Gov.Tr/Bulten/Index?P=Adrese-Dayal%C4%B1-N%C3%Bcfus-Kay%C4%B1t-Sistemi-Sonu%C3%A7lar%C4%B1-2020-37210&Dil=1, 2021.

BİYOLOJİK DENİTRİFİKASYONA ARSENİK ETKİSİ

ŞÜKRÜ ASLAN[1*] SENA KUŞTARCI[2] HABİBE KUTLU[3]

[1]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Böl. 58140, Turkiye,
saslan@cumhuriyet.edu.tr - 0000-0001-8735-8029
[2]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi uygulama ve Araştırma hastanesi Kampüs/Sivas
sena_kstrc@hotmail.com
[3]Devecioglu Metal Plastik Ev Gereçleri İnşaat Sanayi ve Ticaret A.Ş Organize Sanayi Bölgesi
21. Cad. No: 2-H Kayseri/TÜRKİYE
habibe.kutlu@hotmail.com

ÖZET

Bazı ülkelerde, yeraltısuyu kaynaklarında nitrat ve arsenik derişiminin yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapay veya doğal azot ve arsenik bileşik kaynakları, tarımsal gübreler, septik tank atıkları vb.'leridir. Nitrat ve arsenikle kirlenmiş suların arıtımı için deneysel çalışmalar yapılmaktadır. Bu deneysel çalışmada kesikli ünitelerde biyolojik nitrat giderimine arsenik etkisi araştırılmıştır. Deneyler, gelecekteki çalışmalarımız için ön veri elde etmek amacıyla planlanmıştır. Deneysel sonuçlar, çalışılan arsenik derişimlerinde, nitrat giderim hızının engellendiğini göstermektedir. Kesikli ünitelerde, reaksiyonun ilk gününde en yüksek NO_3^- giderme verimi % 60, şahit ünitede belirlenirken, en yüksek arsenik derişimi 5 mg/L için verim % 46,7 olarak gerçekleşmiştir. Ancak reaksiyon süresi sonunda, uygulanan arsenik derişimlerinde NO_3^- giderim verimi yaklaşık %99' a yaklaşmıştır. Reaksiyonun ilk gününde kısmi denitrifikasyon nedeniyle reaktörlerde NO_2^- birikimi gözlenmiş, ancak süreç sonunda NO_2^- derişimi azalmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arsenik, Nitrat, Denitrifikasyon

ARSENIC EFFECT ON BIOLOGICAL DENITRIFICATION

ABSTRACT

In some countries, nitrate and arsenic concentrations in groundwater sources have been determined to be high. Artificial or natural sources of nitrogen and arsenic compounds include agricultural fertilizers, septic tank effluent etc. enter to the water body. Experimental studies are carried out for the treatment of nitrate and arsenic contaminated waters. In this experimental study, the effect of arsenic on biological nitrate removal in batch units was investigated. Experiment was planned to in order to obtain preliminary data for our future studies. Results indicated that the studied arsenic concentrations inhibited the nitrate removal rates. While the highest $NO3^-$ removal efficiency in the first day of operation was determined in the 60% blank unit, efficiency was 46.7% at the for the highest arsenic concentration of 5 mg/L. However, at

the end of reaction period, NO_3^- removal efficiency was reached close to about 99% in the applied arsenic concentrations. Because of incomplete denitrification on the first day of the reaction, NO_2^- accumulation was observed in the reactors, but NO_2^- concentration decreased at the end of the process.

Keywords: Arsenic, Nitrate, Denitrification

1. GİRİŞ

Tarımsal veya endüstriyel faaliyetler sonucu kirlenen su kaynaklarında azot formu kirlenme niteliğinin bir göstergesi olarak kabul edilir. Azot formlarından nitratın, insanlarda oluşturduğu sağlık sorunları nedeniyle içme sularında izin verilebilir derişimi, 50 mg NO_3/L (11,3 mg NO^-_3-N/L) olarak sınırlandırılmıştır. İçme sularında NO^-_3, canlı sağlığı üzerinde on beş farklı kanser türüne, kalıtsal bozukluğa, yetişkinlerde yüksek tansiyona ve özellikle altı aydan küçük bebeklerde mavi bebek hastalığına sebep olmaktadır (Mirvish, 1991; Varela vd., 1995; Fan ve Steinbeck, 1996).

NO^-_3, su kaynaklarından iyon değiştirme, ters osmoz, elekrodiyaliz, distilasyon, kimyasal ve biyolojik yöntemler ile giderilebilmektedir. Bu yöntemler arasında biyolojik süreçler, verimlilik ve maliyet açısından daha uygun görülmektedir (Rittman, 1989). Biyolojik NO^-_3 gideriminde, anoksik ortam koşullarında denitrifikasyon bakterileri, NO^-_3 veya NO^-_2'i çözünmüş oksijen yerine elektron alıcısı olarak kullanarak NO^-_3'ı zararsız azot gazına dönüştürür (Mohseni vd., 1999). Denitrifikasyon bakterilerinin çoğu fakültatif anaeroblardır ve elektron alıcısı olarak oksijen ya da NO_3^- / NO_2^- kullanırlar, ancak oksijen olduğu sürece oksijeni tercih ederler (Reboleiro-Rivas vd., 2015). Heterotrofik denitrifikasyon sürecinde genel eşitlik 1'de sunulmuştur (Biradar vd., 2010).

$$NO_3^- + \text{Organik karbon kaynağı} \rightarrow N_2 + CO_2 + H_2O + OH^- + \text{yeni hücre} \quad (1)$$

Heterotrofik denitrifikasyon sürecinde bakteriler büyümek ve gelişmek için organik substrata gereksinim duyar. Biyolojik süreç, NO^-_3 giderimini gerçekleştirmek için yeterli organik karbon (elektron verici olarak) gerektirir (Bodík vd., 2009; Kesserű vd., 2002). Metanol, etanol ve asetik asit, nitrat giderimi için yaygın olarak kullanılan organik substratlardır (Kesserű vd., 2002). Organik karbon kaynağı olarak, doğal organik atık maddeler; odun talaşı, buğday samanı, mısır koçanı ve yeşil atıklar, kurutulmuş mısır sapı deneysel çalışmalarda kullanılmıştır (Aslan ve Türkman, 2005; Cameron ve Schipper, 2010; Gibert vd., 2008; Greenan vd., 2006; Ovez., 2006; Warneke vd., 2011).

Karbon kaynağı ve C/N oranı, denitrifikasyon sistemlerinin hem teknik hem de ekonomik açıdan optimum koşullarda işletilmesinde önemli parametrelerdir (Andalib vd., 2011). Son yıllarda çözünmeyen yeni organik karbonlar geliştirilmiştir.

Doğada en bol bulunan elementlerden biri olan arsenik (As), doğal sularda, toprakta ve kayalarda, atmosferde ve organizmalarda yaygın olarak görülmektedir. Yer kabuğunda 20. sırada, deniz suyunda 14. sırada ve insan vücudunda 12. sırada yer alan As, bazı türleri metale benzemekle birlikte metal ile ametal arasında bir özelliğe sahip, metaloid olarak sınıflandırılır (Mandal ve Suzuki, 2002; Mutlu, 2010; Öztürk, 2009).

As'ye genellikle dünyanın farklı bölgelerinde, yeraltısularında doğal süreçlerin yanı sıra, antropojenik (yapay) kaynaklı faaliyetler sonucu da rastlanmaktadır (Caporale vd., 2013; Mohan ve Pittman, 2007; Smedley ve Kinniburgh, 2002). As'nin doğal kaynakları arasında kaplıcalar, ılıcalar, volkanik kayalar, çöküntü kayaları (organik/inorganik killer), başkalaşım kayaları, deniz suyu ve mineral çökeller yer alır. Ayrıca volkanik hareketler, kaya erozyonu ve orman yangınları da As'nin doğal kaynakları arasındadır (USEPA, 2003). Oluşan kirliliğin ana kaynağı, doğal As olmasına rağmen, madencilik, elektrolitik süreç, fosil yakıtların yakılması, kentsel atıklar, tıbbi kullanım, arıtma çamuru, gübreler, pigmentler, biyosidler, bitki kurutucular, cam ve alaşımlar gibi çeşitli süreçler antropojenik olarak As'nin yayıldığını göstermektedir (Bajpai ve Upreti, 2012; Mutlu, 2010; Smedley ve Kinniburgh, 2002; Terlecka, 2005).

As, toksik, mutajenik ve kanserojenik olarak bilindiğinden bu bileşik ile kirlenmiş doğal sular, önemli bir çevre sorunudur (Kobya vd., 2014). Yeraltı ve yüzey sularında As derişimi, geniş bir aralıktadır ve bölgesel olarak farklılık gösterir (Sorg vd., 2014). Yeraltı ve yüzey sularında As derişimi, ABD, Arjantin, Bangladeş, Şili, Hindistan, Meksika, Çin, Moğolistan, Myanmar, Nepal, Yeni Zelanda, Tayland, Tayvan, Türkiye ve Vietnam gibi dünyanın bir çok ülkesinde ulusal ve uluslararası içme suyu standardı olan 10 µg/L'yi aşmaktadır (Chakraborti vd., 2009; Kobya vd., 2011; Mutlu, 2010).

Ayrıca As ile kirlenmiş yeraltısuyu, içme suyu için bir kaynak olmasının yanı sıra, yaygın olarak bitki sulamasında kullanılmaktadır. As ile kirlenmiş suları içen ve/veya uzun süreli dönemlerde As ile kirlenmiş gıdalarla beslenen insanlarda lezyonlar (benekli keratoz, melanozis, dolsal keratoz, hiper pigmentasyon, hiper keratoz ve kangren) gibi tipik As zehirlenmesi belirtileri görülür (Aslan, 2018).

Türkiye'de maksimum kirletici seviyesinden daha yüksek derişimde As içeren bazı su kaynakları ve buralarda ölçülen derişimler Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Türkiye'de ölçülen arsenik derişimleri (Başkan ve Pala, 2009)

Yerleşim Bölgesi	Derişim (µg As/L)
Emet-Kütahya İçme suyu kaynağı	448
Hisarcık-Kütahya Çeşme suyu, Kuyu suyu, Yüzeysel su	380, 50, 510
İğdeköy-Emet-Kütahya Yüzeysel su, Yeraltısuyu	10-20, 10-7754
Bursa İçme suyu kaynağı	0.051-21.423
Bigadiç-Balıkesir Yeraltısuyu	30-900
Eşme-Uşak Yeraltısuyu	50

Biyolojik denitrifikasyon araştırmalarında akışkan yataklı (Green vd, 1994a), dönen biyolojik diskler (Mohseni-Bandpi, 1996), membran biyoreaktörler (Delanghe vd., 1994; Wasih vd., 2001), yukarı akışlı biyoreaktörler (Green vd., 1994b) kullanılmıştır.

NO^-_3, denitrifikasyon süreci ile giderilirken As, demir sülfürler üzerinde yüzey çökeltmesiyle giderilmektedir. Bununla birlikte, As ve NO^-_3 mikrobiyal tür tarafından aynı anda uzaklaştırılmasına yönelik çalışma sayısı oldukça azdır (Li vd., 2016). Bazı mikroorganizmalar, anoksik koşullar altında elektron vericisi olarak Fe(II) ve elektron alıcısı olarak NO^-_3 kullanarak organik substratları metabolize edebilir (Battaglia-Brunet vd., 2006; Schadler vd., 2009).

Bu deneysel çalışmada, su kaynaklarında yaygın olarak birlikte görülen NO^-_3 ve As kirleticilerinin biyolojik denitrifikasyon yöntemi ile giderimi farklı As derişimlerinde test edilmiştir. Denitrifikasyon sürecini As sınırlaması, kesikli ünitelerde araştırılmıştır. Deneyler, daha sonra yapılacak çalışmalarımız için ön araştırma verilerini sağlamak üzere gerçekleştirilmiştir.

2. MATERYAL METOD

2.1. Aşı biyokütle

Sivas atıksu arıtma tesisi havalandırma havuzu ünitesinden aşı çamur, 2 adet 5L'lik reaktörde laboratuvar koşullarında 3 ay süresince denitrifikasyon bakterileri baskın hale getirilene kadar Çizelge 2' de içeriği verilen sentetik atıksu ile beslenmiştir. Sentetik atıksu ile besleme işlemleri yapıldıktan sonra her 2 reaktör pH'ı, 1 M NaOH ve 1 M H_2SO_4 kullanılarak 7.0-7,5'aralığına ayarlanmıştır.

Heterotrofik denitrifikasyon için gerekli organik karbon kaynağı olarak glikoz ($C_6H_{12}O_6$) eklenmiş ve NO^-_3 derişimi 150 mg/L olarak belirlenmiştir. Besleme suyu C/N oranı 3 olarak daha önceki çalışmalar ile belirlenmiştir. Diğer bileşenler NO^-_3 derişimi esas alınarak aynı oranlar kullanılmak suretiyle değiştirilmiştir. Besleme suyu her döngü için distile su kullanılarak hazırlanmış ve ünitelere beslenmiştir.

Çizelge 2. Sentetik Atık Su Bileşimi (Aslan ve Dahab, 2008)

Kimyasal	Derişim (mg/L)
KH_2PO_4	4000
K_2HPO_4	5300
$NaHCO_3$	32,5
$FeSO_4.7H_20$	0,816
$Na_2MoO_4.2H_2O$	0,237
$MnSO_4.7H_2O$	0,157
$CaCl_2.6H_2O$	0,526
Na_2SO_3	20

3 ay organizma geliştirme süresi tamamlandıktan sonra biyolojik denitrifikasyona As etkisini belirlemek amacıyla Şahit-1-3-5 mg/L As derişimlerinde, 30 °C sıcaklıkta ve pH=7-7,5 aralığında, M 420 P Elektro–Mag marka etüvde, 5 gün süresince kesikli deneysel çalışmalar ≥ %90 NO^-_3 giderme verimine ulaşılıncaya kadar sürdürülmüştür.

2.2. Analiz Yöntemi

Örneklerde pH, HANNA marka pH metre kullanılarak günlük olarak ölçülmüş ve 1 M H_2SO_4 ve 1 M NaOH çözeltileri ile kesikli sistemde pH değerleri ayarlanmıştır. Günlük olarak NO_3-N (Merck, 1.09713), NO_2-N (1.14776) ölçümleri hazır kit ile MERCK PHARO 100 cihaz ile ölçülmüştür. KOI ve MLSS ölçümü ise standart metoda göre gerçekleştirilmiştir (APHA, 1998). Kontrol ve ön işleme tabi tutulmuş çamur numuneleri Standart Yöntemlere göre (APHA, 1998) dayalı olarak oda sıcaklığında, 4100 rpm'de 10 dk santrifüjlenmesi ve 0.45 µm (Sartorius) membran filtre kâğıdından süzülmesi ile elde edilen filtrat kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

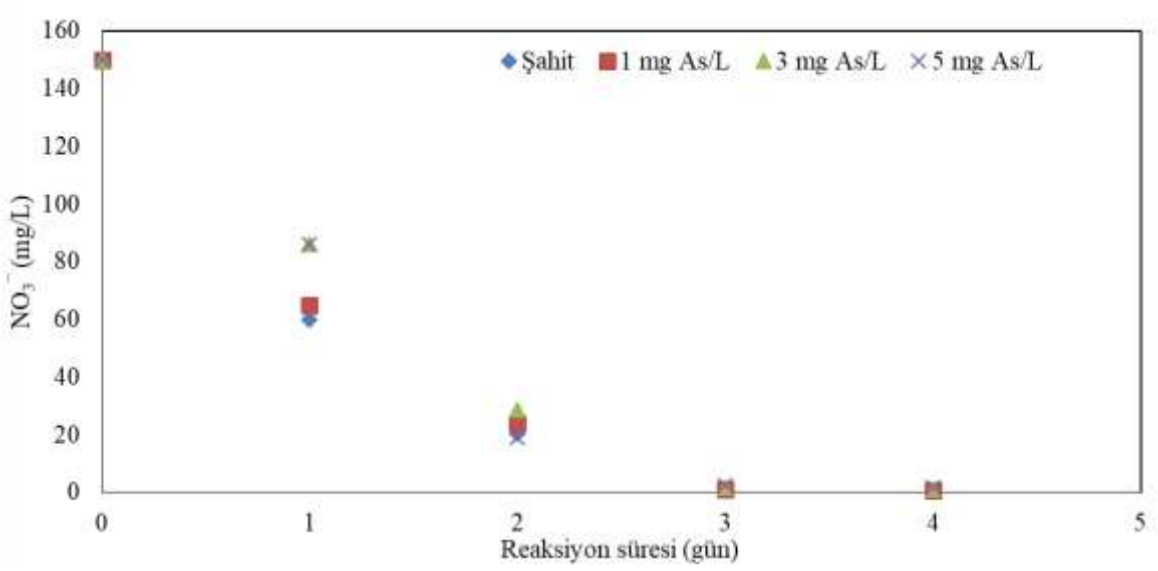
3. DENEYSEL BULGULAR

Kesikli deneyler sonucunda çalışılan şahit, 1, 3 ve 5 mg As/L için derişim arttıkça NO^-_3 gideriminin azaldığı, As'nin çalışılan tüm derişimlerinde denitrifikasyonu sınırlama etkisinin olduğu belirlenmiştir (Görsel 1). 1 ve 3 mg As/L derişimlerinde, NO^-_3 giderimi 3 günlük reaksiyon süresinde tamamlanırken, 5 mg As/L için reaksiyon 4 günde tamamlanmıştır. Şahit ünitede NO^-_3 giderme verimi %99 olarak belirlenirken, 5 mg As/L derişiminde NO^-_3 giderme verimi %97 olarak hesaplanmıştır. 1 ve 3 mg As/L derişimlerinde NO^-_3 giderme verimi 2 günde %99' a ulaşırken, 5 mg As/L derişiminde, giderme verimi 4 günlük reaksiyon süresi sonucunda ulaşılmıştır.

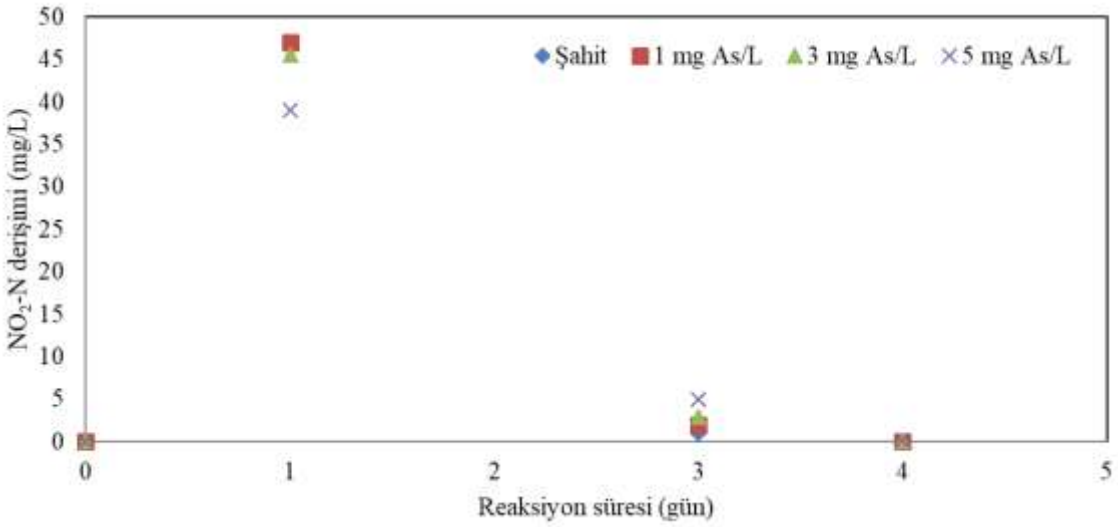
As derişiminin yükselmesi ile NO_2-N derişimi Görsel 2'de sunulmuştur. Deneysel çalışmanın başlangıcında en yüksek NO_2-N derişimi gözlenirken deney süresince NO_2-N azalması tespit edilmiştir.

Şahit için denitrifikasyon hızı 0,87 mg NO^-_3/mg MLSS, 5 mg As/L derişiminde 0,62 mg NO^-_3/mg MLSS.gün olarak hesaplanmıştır. Panthi vd (2008)' de yapmış oldukları kesikli reaktör çalışmasında şahit için 0,340 g NO_3-N/g VSS.gün ve 25 mg As/L için ise 0,047 g NO_3-N/g VSS.gün olarak açıklamaktadır. Yüksek As derişimlerinde denitrifikasyon hızı düşmektedir.

Şahit için biyokütle verimi 0,34 mg MLSS/mgKOI olarak belirlenirken, 5 mg As/L derişiminde verim katsayısı 0,46 mg MLSS/mg KOI olarak belirlenmiştir.



Görsel 1. Farklı As derişimlerinde NO^-_3 derişimi



Görsel 2. Farklı As derişimlerinde NO_2-N değişimi

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

5 günlük işletim süresince yapılan NO_3^- ölçümlerinde As'nin tüm derişimlerinde, denitrifikasyon sürecini sınırladığı belirlenmesine rağmen uygulanan As derişimlerinde NO_3^- gideriminin gerçekleştiği belirlenmiştir. Reaksiyon başlangıcı ile en yüksek NO_3^- giderimi % 60 şahit reaktöründe belirlenirken, uygulanan en yüksek As derişimi 5 mg/L için 1. gün NO_3^- giderme verimi % 46,7 olarak gerçekleşmiştir. Ancak reaksiyon süresi sonunda tüm çalışılan As derişimlerinde %99' a yakın NO_3^- giderme verimine ulaşılmıştır. Reaksiyonun ilk gününde denitrifikasyonun tam gerçekleşmemesi sonucu reaktörlerde NO_2^- birikimi gözlenmiş ancak süreç sonunda NO_2^- derişimi azalmıştır.

KAYNAKLAR

APHA, Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. Twentieth ed. American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington, DC, USA, 1998.

Aslan, S. 2018, Sulama Sularındaki Arseniğin Yonca (Medicago sativa) ve Fiğ (Vicia sativa) Bitkilerinde Birikimi ve Bitki Gelişimine Etkisi, TÜBİTAK 115Y630, Proje Yürütücüsü, (2018).

Aslan, Ş. ve Dahab, M. Nitritation and Denitritation of Ammonium-Rich Wastewater Using Fluidized-Bed Biofilm Reactors. Journal of Hazardous Materials, 156, 56-63, 2008.

Aslan, Ş. ve Türkman, A. Combined Biological Removal of Nitrate and Pesticides Using Wheat Straw as Substrates. Process Biochemistry, 40, 935–943, 2005.

Başkan, M.B., Pala, A. İçme Sularında Arsenik Kirliliği: Ülkemiz Açısından Bir Değerlendirme, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15, 1, 69-79, 2009.

Bajpai, R, Upreti, D.K. Accumulation and Toxic Effect of Arsenic and Other Heavymetals in a Contaminated Area of West Bengal, India, Inthelichen Pyxine Cocoes (sw.) Nyl, Ecotoxicology and Environmental Safety, 83, 63–70, 2012.

Battaglia-Brunet F, Itard Y, Garrido F, Delorme F, Crouzet C, Greffi_e C, Joulian C. A simple biogeochemical process removing arsenic from a mine drainage water, Geomicrobiology Journal, 23:201–211, 2006.

Biradar, P. M., Roy, S. B., D' Souza, S. F. ve Pandit, A.B. Excess Cell Mass as an Internal Carbon Source for Biological Denitrification. Bioresource Technology, 101, 1787-1791, 2010.

Bodík, I., Blštáková, Sedláček, S., Hutňan, M. Biodisel Waste as Source of Organic Carbon for Municipal WWTP Denitrification. Bioresource Techonology, 100, 2452-2456, 2009.

Cameron, S. G. ve Schipper, L. A. Nitrate Removal and Hydraulic Performance of Organic Carbon for Use in Denitrification Beds. Ecological Engineering, 36, 1588-1595, 2010.

Caporale, A.G., Pigna, M., Sommella, A., Dynes, J.J., Cozzolino, V., Violante, A. Influence of compost on the mobility of arsenic in soil and its uptake by bean plants (Phaseolus vulgaris L.) irrigated with arsenite contaminated water, Journal of Environmental Management, 128, 837-843, 2013.

Chakraborti, D., Das, B., Rahman, M. M., Chowdhury, U. K., Biswas, B., Goswami, A. B., Nayak, B., Pal, A., Sengupta, M.K., Ahamed, S., Hossain, A., Basu, G., Roychowdhury, T., Das, D. Status of groundwater arsenic contamination in the state of West Bengal, India: A 20-year study report, Molecular nutrition & food research, 53(5), 542-551, 2009.

Delange, B., Nakamura, F., Myoga, H., Magarat, Y., and Guibal, E. Drinking Water Denitrification in a Membrane Bioreactor, Water Science and Technology, 30, 6, 157-160, 1994.

Fan, A., M. And Steinberk, V., E. Health Implication of Nitrate and Nitrite in Drinking Water: an update on methamoglobinemia occurence and reproductive and development toxicity, Regulatory Toxicology and Pharmacology, 23, part1, 25-43, 1996.

Gibert, O., Pomierny, S., Rowe, I., Kalin, R. M. Selection of Organic Substrates as Potential Reactive Materials for Use in a Denitrification Permeable Reactive Barrier (PRB). Bioresource Techonology, 99 (16) 7587-7596, 2008.

Green, M., Schnizer, M., Tarre, S., Bogdan, B., Shelef, G. and Sorden,C. J. Groundwater Denitrification Using an Upflow Sludge Blanket Reactor, Water Research, 28, 3, 631-637, 1994a.

Greenan, C.M., Moorman, T.B., Kaspar, T.C., Parkin, T.B. ve Jaynes, D.B. Comparing Carbon Substrates for Denitrification of Subsurface Drainage Water. Journal of Environmental Quality, 35, 824-829, 2006.

Green, M., Schnizer, M., Tarre, S., Bogdan, B., Shelef, G. and Sorden,C. J. Fluidized Bed Reactor Operation for Groundwater Denitrification, Water Science Technology, 29, 10-11, 509-515, 1994b.

Kesserű, P., Kiss, I., Bihari, Z. ve Polyák, B. Investigation of the Denitrification Activity of Immobilized Pseudomonas butanovora Cells in the Presence of Different Organic Substrates. Water Research 36, 1565-1571, 2002.

Kobya, M., Akyol, A., Demirbas, E., Oncel, M.S. Removal of Arsenic from Drinking Water by Batch and Continuous Electrocoagulation Processes Using Hybrid Al-Fe Plate Electrodes", Environmental Progress & Sustainable Energy, 33, 1, 131–140, 2014.

Kobya, M., Gebologlu, U., Ulu, F., Oncel, S., Demirbas, E. Removal of Arsenic from Drinking Water by the Electrocoagulation Using Fe and Al Electrodes, Electrochimica Acta, 56, 5060–5070, 2011.

Li, B., Deng, C., Zhang, D., Pan, X., Al-misned, F. A., Mortuza, M. G. Bioremediation of Nitrate- and Arsenic-Contaminated Groundwater Using Nitrate-Dependent Fe(II) Oxidizing Clostridium sp. Strain pxl2, Geomicrobiology Journal, 33, 3-4, 185-193, 2016.

Mandal, B.K., Suzuki, K.T.Arsenic Round the World: A Review, Talanta, 58, 1, 201–235, 2002.

Mohan, D., Pittman, Jr., C.U. Arsenic Removal from Water/Wastewater Using Adsorbents-A Critical Review", Journal of Hazardous Materials, 142, 1-53, 2007.

Mohsani-Bandpi, A. and Elliott, D., J., and Memeny-Mazdek, A. Denitrification of Groundwater Using Acetic Acid as a Carbon Source, Water Science and Technology, 40, 2, 53-59, 1999.

Mirvish, S., S. The Significance for Human Health Nitrate, Nitrite and n-nitroso compounds ın Nitrate Contamination: Exposure, Consequences, and Control. Nato ASI Series, 30, 253-266, 1991.

Mutlu, M. Arsenic Pollution and Health Risk Assessment in the Groundwater of Simav Plain, Kütahya, Graduate School of Natural And Applied Sciences Dokuz Eylül University, İzmir, 2010.

Ovez, B. Batch Biological Denitrification Using Arundo donax , Glycyrrhiza glabra and Gracilaria verrucosa as Carbon Source. Process Biochemistry, 41, (6), 1289-1295, 2006.

Öztürk, R. Manisa ve Bazı İlçelerin Yeraltı ve İçme Sularında Arsenik Miktarının Tayini, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Manisa, 2009.

Panthi SR, Wareham DG. The effect of arsenite on denitrification using volatile fatty acids (VFAs) as a carbon source, Journal of Environmental Science and Health, Part A. Toxic/hazardous substances and environmental engineering, 43, 10,1192-7, 2008.

Rittman, B., E. and Huck, P., M. Biological Treatment of Public Water Supplies, Critical Reviews in Environmetal Control, 19, 119-184, 1989.

Reboleiro-Rivas, P., Martín-Pascual, J., Juárez-Jiménez, B., Poyatos, J. M., Vílchez-Vargas, R., Vlaeminck, S.E., Rodelas, B. ve González- López, J. Nitrogen Removal in a Moving Bed Membrane Bioreactor for Municipal Sewage Treatment: Community Differentiation in Attached Biofilm and Suspended Biomass. Chemical Engineering Journal, 277, 209-218, 2007.

Schadler S, Burkhardt C, Hegler F, Straub KL, Miot J, Benzerara K, Kappler A. Formation of cell-iron-mineral aggregates by phototrophic and nitrate-reducing anaerobic Fe(II)-oxidizing bacteria. Geomicrobiology Journal, 26, 93–103, 2009.

Smedley, P.L., Kinniburgh, D.G. A Review of the Sources, Behavior and Distribution of Arsenic in Natural Waters", Appleid Geochemistry, 17, 517-568, 2002.

Sorg, T.J., Chen, A.S.C., Wanga, L.. Arsenic Species in Drinking Water Wells in the USA with High Arsenic Concentrations, Water Research, 48, 156-169, 2014.

Terlecka, E. Arsenic Speciation Analysis in Water Samples: A review of the Hyphenated Techniques, Environmental Monitoring and Assessment, 107, 259-284, 2005.

USEPA. Workshop on Managing Arsenic risks to the Environment: Characterization of Waste, Chemistry, and Treatment and Disposal, 2003.

Varela, M., S., L.lopis, G., A., and Perez, T. Impact of Nitrates in Drinking Water on Cancer Mortality in Valencia, Spain, Eur, Journal of Epidemiology, 11(1), 15-21, 1995.

Warneke, S., Schipper, L. A., Matiasek, M. G., Scow, K. M., Stewart, C., Bruesewitz, D., A. ve McDonald, I. R. Nitrate Removal, Communities of Denitrifiers and Adverse Effects in Different Carbon Substrates for Use in Denitrification Beds. Water Research, 45, 5463-5475, 2011.

Wasih, E., Bahdziewicz, J., and Blasszczyk, M. Removal of Nitrate Ions from natural Water Using a Membrane Bioreactor, Seperation Purification Technology, 22-23, 383-392, 2001.

NÖTRON DEDEKSİYONU İÇİN KULLANILAN BİR PARILDAYICIDAN ALFA PARÇACIK TESPİTİNDE YARARLANILMASI

Dr. GÖZDE TEKTAŞ [1], Dr. CÜNEYT ÇELİKTAŞ [2]

[1] İzmir Ekonomi Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, 0000-0003-3360-5236

[2] Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, 0000-0001-8608-066X

ÖZET

Bu çalışmada, hızlı nötronların dedeksiyonu ve ilgili ölçümleri için kullanılan Eljen marka EJ-428 model bir parıldayıcının (sintilatör) alfa parçacıklarının tespiti için de kullanılıp kullanılamayacağının bir araştırması yapılmıştır. Yapılan çalışmada gama radyasyonunun dedeksiyonu ve ölçümü için kullanılan bir çok pikselli foton sayacından (Multi pixel photon counter, MPPC) yararlanılmıştır. Bu cihaz yarı iletken bir dedektörden ibaret olup literatürde Si foto çoğaltıcı (SiPM) olarak da anılmaktadır. Bu cihaz, bir gama sayıcısı olduğundan dedektör penceresi önünde gama fotonlarının üretilmesi gereklidir. Bunun için de yukarıda söz edilen parıldayıcı malzeme kullanılmıştır. Bu parıldayıcı normalde nötron dedeksiyonu için kullanılmaktadır. Fakat bu çalışmada normal işlevinin dışında alfa parçacık tespiti için de kullanılabileceği gösterilmeye çalışılmıştır. Alfa parçacık kaynağı olarak nötron yerine alfa radyasyon üreteci ^{226}Ra radyoaktif kaynağı kullanılmıştır. Dedektör penceresi önüne parıldayıcı malzeme konulmuş, daha sonra alfa kaynağı var iken ve yok iken cihaz çalıştırılmış ve her iki durum için enerji spektrumları kaydedilmiştir. Bunu yapmak için de radyasyon tespit ve ölçüm modüllerinden oluşturulan bir devre oluşturulmuştur. Bu devrede bir nükleer zaman ölçüm yöntemi (sabit kesir ayırımı zaman ölçüm yöntemi) uygulanmış ve yukarıda söz edilen her iki durum için devreden elde edilen spektrum sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda; parıldayıcı önünde alfa kaynağı var iken elde edilen spektrumdaki toplam sayım sayısının kaynak bulunmadığı zaman kaydedilen enerji spektrumundaki sayım sayısından daha fazla olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, bir çok pikselli foton sayacı kullanılarak tasarlanan devre ve uygulanan yöntem vasıtasıyla nötron dedeksiyonu için kullanılan bir parıldayıcının alfa parçacık tespiti için de kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Böylece, bu çalışma vasıtasıyla EJ-428 parıldayıcı ve tasarlanan devre kullanılarak hem nötronların hem de alfa parçacıklarının deneysel olarak tespiti ve dedeksiyonu mümkün olabilmiştir.

Anahtar Kelimeler: EJ-428 nötron parıldayıcısı, alfa radyasyonu tespiti, çok pikselli foton sayacı.

1. GİRİŞ

Si fotoçoğaltıcı (SiPM) olarak isimlendirilen bir yarı iletken dedektör, çok pikselli foton sayacı (Multi pixel photon counter, MPPC) olarak da isimlendirilir. Bu dedektör çeşidi, gama fotonlarının dedeksiyonu için kullanılan yeni nesil yarı iletken bir cihazdır. Bu cihaz, bir modül halinde bir elektronik kart üzerine tasarlanmış olup, sensör, yüksek voltaj kaynağı, yükseltici gibi gerekli olan tüm elektronik devre elamanları bu kart üzerine montajlanmıştır [1].

Sintilatörler veya parıldayıcılar, içlerinden iyonlaştırıcı bir radyasyon geçtiğinde ışık parıltıları üreten malzemelerdir. Bu çalışmada kullanılan Eljen EJ-428 model bir malzeme de hızlı nötron dedeksiyonu için kullanılmaktadır. Bu parıldayıcı, Eljen EJ-426 model sintilatöre benzer özelliklere sahiptir. EJ-426, gama radyasyonuna karşı düşük hassasiyete sahip termal nötronlar için verimli bir parıldayıcı malzemedir. Bu malzeme, renksiz bir bağlayıcıda kompakt bir şekilde dağılmış ^{6}LiF ve ZnS:Ag bileşenlerinin ince parçacıklarının homojen bir matrisinden oluşan düz, beyaz, ince bir levha biçimine sahiptir [2].

Bir radyasyon spektrometresinde enerji spektrumları çok kanallı analizör (MCA) denilen cihazlar tarafından kaydedilirler. Bir enerji spektrumunda ortaya çıkan yatay eksendeki değerler gelen parçacıkların dedektörde oluşturdukları sinyal genliklerine bağlı olarak sıralanan kanal numaralarını, düşey eksen de bu kanal numaralarına karşılık gelen sayım sayılarını gösterir. Bu nedenle bu cihaza çok kanallı analizör denilmiştir.

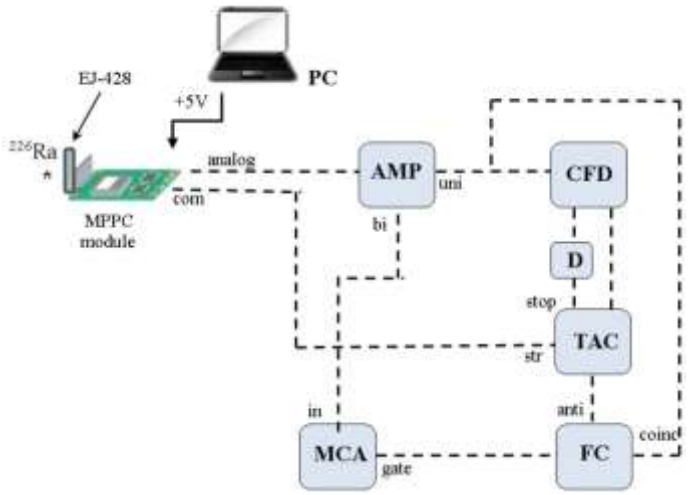
Bu çalışmada, nötron dedeksiyonu için kullanılan bir parıldayıcının alfa parçacıklarının dedeksiyonu için de kullanılıp kullanılamayacağı, bir enerji spektrumunun alınıp alınamayacağı ve elde edilecek enerji spektrumunun literatüre uygun olup olmayacağı incelenerek alternatif bir alfa parçacık belirleyicisinin ortaya çıkarılması hedeflenmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMA

Bu çalışmada hızlı nötronların dedeksiyonu için kullanılan Eljen marka EJ-428 model bir parıldayıcı (sintilatör) kullanılmıştır. Parıldayıcı malzeme yine aynı üretici firmanın başka bir modeli olan EJ-426 model sintilatör ile benzer özelliğe sahip olup, bundan farkı daha az miktarda (^{6}LiF) bileşiği içermesidir. Bu haliyle EJ-428 malzemesi hızlı nötron sintilatörü olarak anılmaktadır [2]. Kullanılan malzeme (seri no: 9843-01-01) 1 mm x 20 mm x 20 mm ebatlarına sahip olup, dedektör penceresini kapatabilecek büyüklüktedir. Rutin işlemlerde; bu malzeme içine nötron girdiğinde içerikte yer alan Li atomlarıyla etkileşerek alfa parçacıklarının yayımlanmasına neden olurlar. Bu alfa parçacıkları da yine malzeme içinde yer alan ZnS:Ag bileşiği ile etkileşerek parıldama sonucunda gama fotonlarının yayımlanması mümkün olur. Bu

çalışmada ise söz edilen sintilatörün normal işlevinin dışında doğrudan alfa parçacık tespiti için de kullanılıp kullanılamayacağının belirlenmesi amacıyla deneyler yapılmıştır. Bunun için, 9 µCi aktiviteye sahip katı, nokta tip bir ^{226}Ra alfa kaynağından yararlanılmıştır.

Deneyde, sintilatörün bir yüzeyine radyoaktif kaynak yaslanmış, diğer yüzeyi de detektör penceresinin tam önüne yerleştirilmiştir. Böylelikle kaynaktan gelen tüm alfaların malzeme içinde etkileşerek gama fotonu salınımı mümkün kılınmıştır. Yukarıda da belirtildiği gibi, kullanılan MPPC dedektörü gama ışınlarına hassas olup, dedektörün sintilatörden gelen gamaları dedekte etmesi sağlanmıştır. Dedektörün çevre ışıktan etkilenmemesi için de elektronik modül tümüyle ışıktan arındırılmış kapalı bir kutuya konulmuştur. Bunun için kullanılan devre şeması Görsel 1'de verilmiştir.

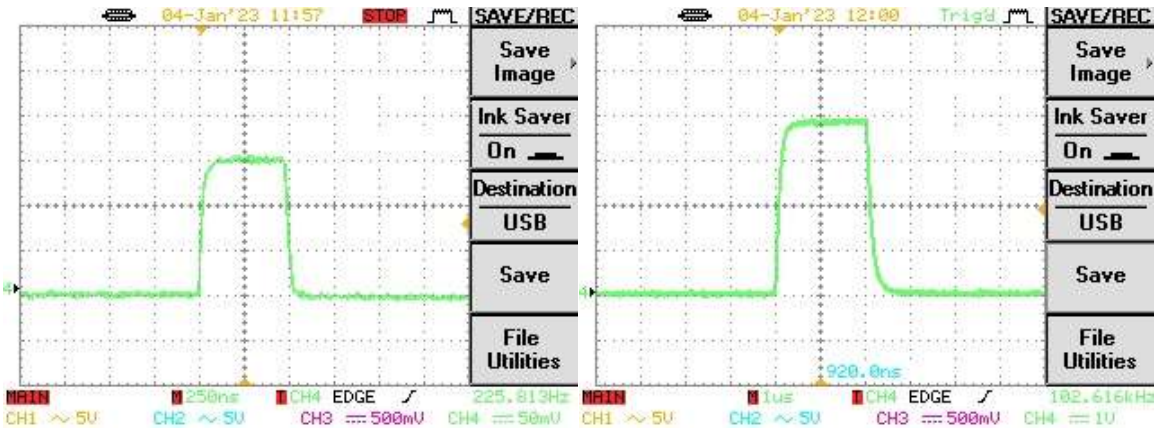


Görsel 1. Çalışmada kullanılan devre şeması

Devrede HAMAMATSU marka, C10507-11-100U model MPPC dedektörü kullanılmıştır. Bir bilgisayarın USB bağlantısı üzerinden dedektör modülü beslenmiş, modülün analog ve com çıkışları kullanılmıştır. Ayrıca, Ortec 671 ana yükseltici (AMP), Ortec 584 sabit kesir ayırıcı (CFD), Ortec 425A geciktirici (D), Ortec 566 zamanı genliğe dönüştürücü (TAC), Ortec 414A hızlı koinsidens (FC), Ortec Easy MCA 2k çok kanallı analizör (MCA) cihazları da deneyde kullanılmıştır. Söz edilen bu cihazların kullanılma sebebi MPPC dedektörünün sinyal çıkışına sabit kesir ayırımı zaman ölçüm yönteminin uygulanmasıdır. Bu yöntem vasıtasıyla dedektörün sadece parıldayıcıdan yayımlanan gama fotonlarını dedekte etmesi amaçlanmıştır. Bu yöntemde kısaca; gelen puls belirli bir kesirde azaltılır, orijinal puls ters çevirilerek belirli bir süre geciktirilir, geciktirilen ve ters çevrilen pulslar birbirleriyle toplanır, bu şekilde gelen pulsun genliğinden bağımsız orijinal pulsdan farklı bir puls oluşturulur. Bu da

her iki puls arasında bir fark meydana getirir. Konuyla ilgili ayrıntılı bilgi literatürden bulunabilir [3-5].

Fikir vermesi amacıyla Görsel 2(a) ve 2(b)'de sırasıyla hızlı konsidens ve zamanı genliğe çevirici cihazların çıkış sinyal şekillerinin osiloskop görüntüleri verilmiştir.



(a) (b)

Görsel 2. Hızlı konsidens (a) ve zamanı genliğe çevirici (b) cihazların çıkış sinyal şekilleri

Sintilatör malzemesinin emisyon spektrumu incelendiğinde 450 nm de en yüksek dalga boylu ışıma yaptığı bildirilmiştir. Bu dalga boyu da MPPC dedektörünün hassasiyet bölgesi içindedir [6], dolayısıyla yayımlanan gama fotonları rahatlıkla dedekte edilebilecektir.

Çözünürlük kavramı bir dedeksiyon sisteminin performansını belirleyen en önemli faktörlerden biridir. Çözünürlük (Ç), enerji spektrumundan yararlanılarak tespit edilir. Şöyle ki; enerji spektrumunda yer alan bir sayım pikinin en yüksek değeri bulunarak bu sayımın yarı değeri pikin sağ ve solunda belirlenerek bu iki nokta arasındaki pik genişliği (PG) kanal numarası cinsinden tespit edilir. En yüksek sayımın bulunduğu kanal numarası (M) da belirlenmek suretiyle çözünürlük yüzde cinsinden şu formül ile hesaplanır [3-5].

$$Ç = (PG/M).100$$

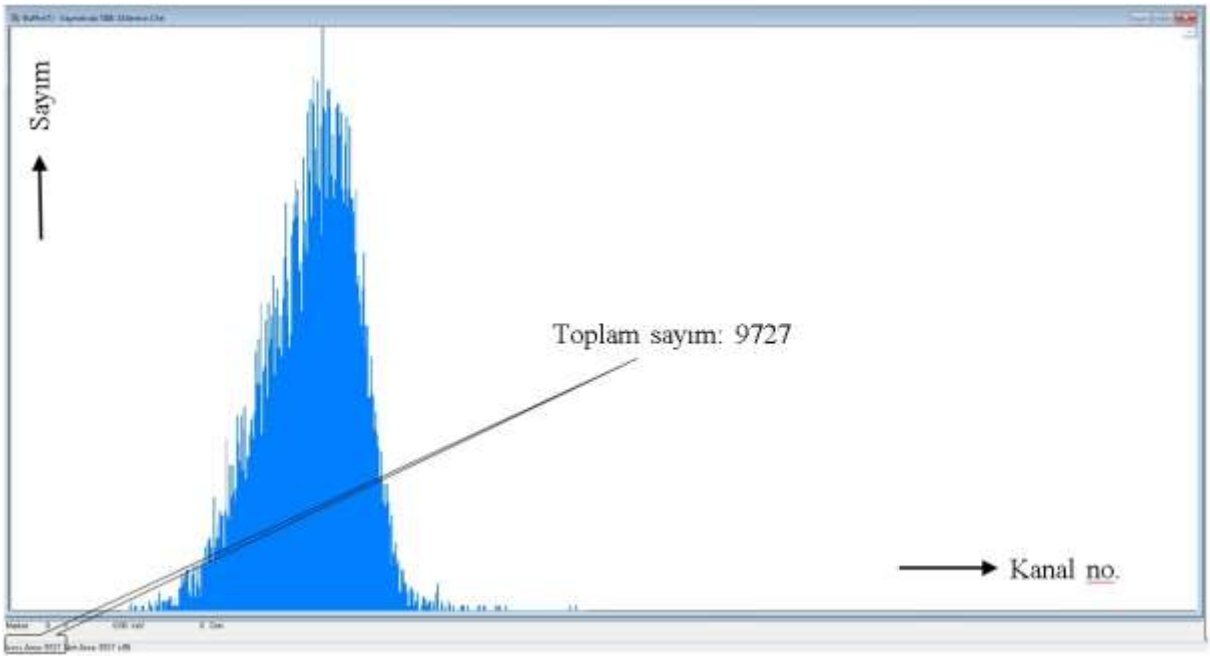
Enerji çözünürlük değerinin küçük olması spektrometrenin daha hassas olduğunu ve daha küçük enerjilerdeki gelen parçacıkları da spektrumda sayabildiğini gösterir. Bu nedenle düşük çözünürlük değeri her zaman tercih edilir.

Deneylerde, kaynak bulunmuyorken ve kaynak bulunuyorken dedektör cevapları alfa enerji spektrumu halinde 300 s zaman aralıkları için çok kanallı analizörde kaydedilmiştir. MPPC dedektörü yarı iletken bir malzemeden yapıldığından ortam sıcaklık değişiminden etkilenmektedir. Bunun önüne geçmek ve spektrum sonuçlarına sıcaklık değişiminin etkisini

azaltmak için ortam sıcaklığı sürekli takip edilmiş ve 23^0C'de sabit tutulmuştur. Sıcaklığı sabit tutmak için de elektronik modül bir soğutucu içine konulmuştur.

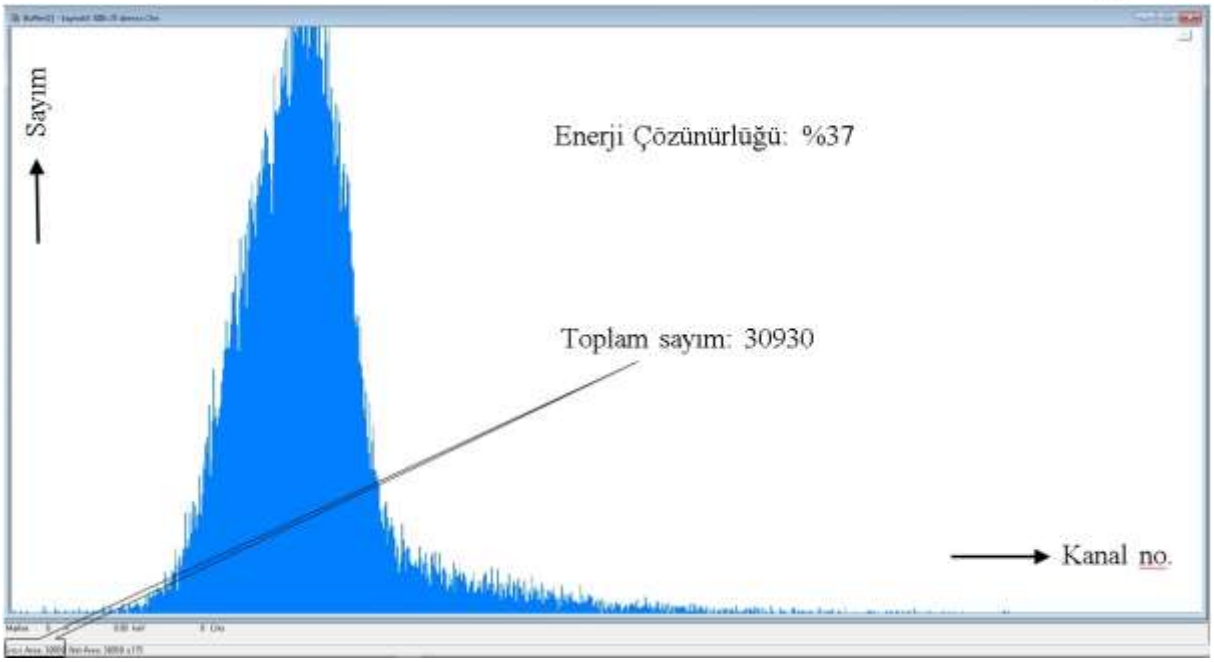
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yukarıda da belirtildiği gibi; öncelikle dedektör penceresi önüne sadece parıldayıcı malzeme konulmuş, ancak radyoaktif kaynak konulmamıştır. Bu durumda çok kanallı analizörden alınan enerji spektrumu Görsel 3'te gösterilmiştir.



Görsel 3. Kaynak bulunmuyorken elde edilen alfa spektrumu (tabii fon) (MCA'nın dönüşüm kazancı: 256)

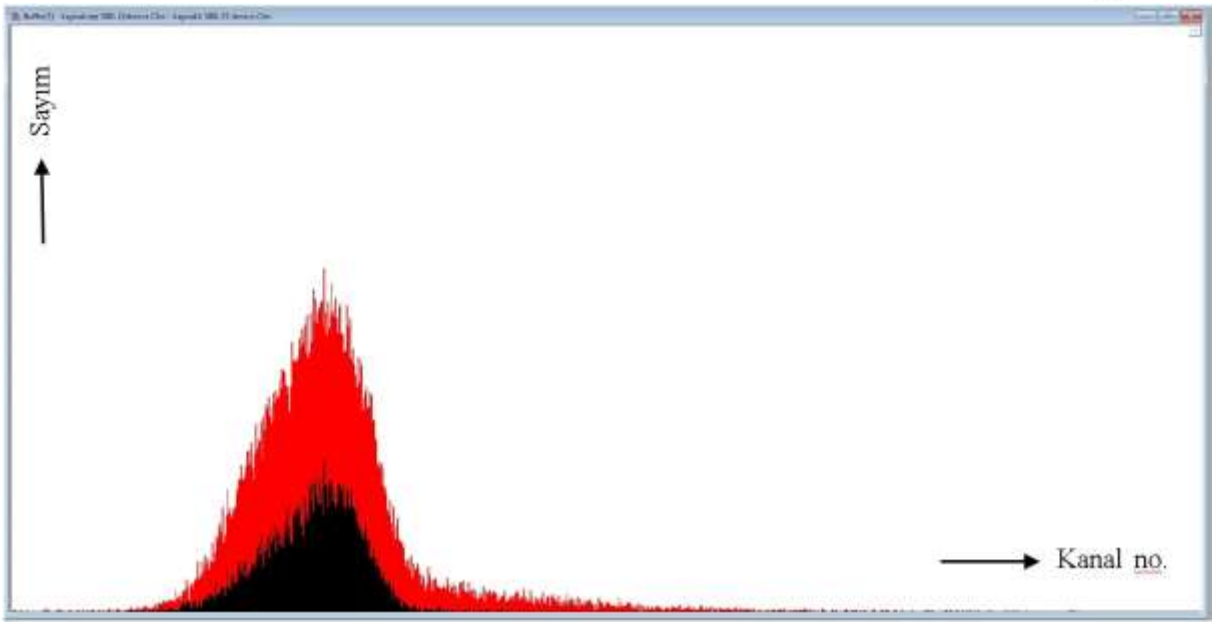
Parıldayıcı malzemenin önüne radyoaktif kaynak konulduğunda elde edilen enerji spektrumu da Görsel 4'te verilmiştir.



Görsel 4. Kaynak var iken elde edilen alfa spektrumu (MCA'nın dönüşüm kazancı: 512)

Yukarıda verilen çözünürlük denklemi kullanılarak yapılan hesaplamada, Görsel 4'te sunulan spektrum için enerji çözünürlüğü % 37 olarak bulunmuştur.

Görsel 3 ve 4'te verilen spektrumlarda alınan spektrumun tamamı analizör penceresi içinde kalabilmesi amacıyla dönüşüm kazanç değerleri farklı seçilmiştir. Görsel 4'te verilen spektrumdaki sayım sayısı Görsel 3'tekine göre daha fazla olduğundan kazanç değeri artırılmıştır. Bu iki spektrum arasındaki farkın daha kolay görülebilmesi için her iki spektrumun karşılaştırması Görsel 5'te verilmiştir. Kazanç değerleri 2 sayısının katlarına bağlı olarak değiştirilebildiğinden spektrum altlarında yazılan değerler sabittirler, yani istenen kazanç değeri belirlenememektedir. Spektrumların analizör penceresinden biraz dışarıya taşması veya küçük görünmesinin sebebi budur.



Görsel 5. Görsel 3(siyah) ve Görsel 4'te (kırmızı) verilen spektrumların karşılaştırması

Görsel 3-5'te verilen spektrum şekilleri orijinal analizör penceresi ekran görüntüleri olup, bu görüntüler olduğu gibi metin içine yansıtılmıştır. Orijinalinde eksenlerde tanımlama yazmadığı için şekil üzerinde bu eksen tanımlamaları tarafımızdan eklenmiştir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Görsel 4'ten görüleceği gibi kaynak var iken alınan spektrumdaki toplam sayım sayısının kaynak yok iken alınan spektrumdaki sayım sayısından üç kat daha fazla bulunmuştur. Bu sonuç, sintilatörden gama fotonlarının yayımlandığını ve yayımlanan bu fotonları da dedektörün zaman ölçüm metodu yardımıyla başarılı bir şekilde algıladığı anlamına gelmektedir.

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde; Morishita ve ark. [7] tarafından yapılan bir çalışmada ZnS(Ag) tip bir sintilatör kullanarak ^{241}Am alfa kaynağı için fotoçoğaltıcı tüp kullanarak % 42,8 ve SiPM kullanarak ise % 43,6 değerinde çözünürlük elde edildiği bildirilmiştir. Ayrıca Yamamoto ve Tomita [8] aynı şekilde fotoçoğaltıcı tüp, ZnS(Ag) tip bir sintilatör ve ^{241}Am alfa kaynağı kullanarak çözünürlük değeri için yaklaşık % 80 değerini bildirmişlerdir. Literatürde bildirilen bu enerji çözünürlük değerleri ile bu çalışmada elde edilen çözünürlük değeri karşılaştırıldığında; bu çalışmada literatüre göre daha iyi bir sonuç elde edildiği ortaya çıkmıştır. Bu durum, özellikle nötron dedeksiyonu için kulanılan EJ-428 tip parıldayıcı malzemesinin aynı zamanda alfa parçacıklarının sayımı için de kullanılabileceğini

ve bu amaç için yararlanılan MPPC cihazının da literatüre göre gayet uyumlu ve hatta daha iyi bir çözünürlük değerini verebileceği sonucunu ortaya koymuştur.

KAYNAKÇA

[1] https://www.hamamatsu.com/jp/en/product/optical-sensors/mppc.html. (Erişim tarihi: 12.01.2023)

[2] https://eljentechnology.com/products/neutron-detectors/ej-426. (Erişim tarihi: 12.01.2023)

[3] Knoll, G.F., *Radiation Detection and Measurements*, John Wiley& Sons Inc. New York, 2000.

[4] Leo, W.R., *Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments*, Springer-Verlag, Berlin, 1994.

[5] Tsoulfanidis, N., *Measurements and Detection of Radiation*, Taylor & Francis, USA, 1995.

[6] https://www.electronicsdatasheets.com/manufacturers/hamamatsu/parts/c1050711100u (Erişim tarihi: 12.01.2023)

[7] Morishita, Y., Yamamoto, S., Izaki, K., Kaneko J.H., Toui, K., Tsubota, Y., Higuchi, M., Performance comparison of scintillators for alpha particle detectors, Nucl. Instrum. Meth., A764, 383–386, 2014.

[8] Yamamoto, S., Tomita, H., Development of a high-resolution alpha-particle imaging system for detection of plutonium particles from the Fukushima Daiichi nuclear power plant, Radiat. Meas., 115, 13-19, 2018.

SYNTHESIS, CHARACTERIZATION, SPECTROSCOPIC AND COLORIMETRIC SENSOR PROPERTIES OF SCHIFF BASE COMPOUND CONTAINING NAPHTHALENE AND CARBOXYL GROUPS

Dr. MUSTAFA BAL[1], Dr. AYŞEGÜL KÖSE[2],

[1]KAHRAMANMARAS SUTCU IMAM UNIVERSITY, Department of Materials Science and Engineering, Kahramanmaraş - 0000-0003-2576-3947
[2]KAHRAMANMARAS ISTIKLAL UNIVERSITY, Elbistan Vocational School Department of Property Protection and Safety, -0000-0003-3323-8149

Abstract

In this study, a new fluorescent Schiff base type containing naphthalene group was synthesized. Methods such as FTIR, ^{1}H-NMR, ^{13}C-NMR, UV-vis, and Photoluminescence spectroscopy were used to gather information about the molecular structure of the compound and its interaction with light. Emission variation of the synthesized Schiff base compound under three different light sources was investigated in three different solvent environments. In order to determine the colorimetric sensor property, solutions of the same concentrations of Al^{3+}, Mn^{2+}, Zn^{2+}, Co^{2+}, Pb^{2+}, Ni^{2+} Hg^{2+} and Cu^{2+} metal ions were added to the $1x10^{-3}$ M concentration solution of the compound. Color changes were observed at the end of the interaction. As a result of the interaction of the compound with the determined metal ions, it was observed that it did not interact with the Hg^{2+} ion under daylight, short and long wavelength light sources. It has been observed that the compound emits blue emission under the long and short wavelength light source in the presence of determined metal ions, except for the Hg^{2+} ion. In addition to this study, using the emission data of compound **A**, CIE factors were calculated, and it was concluded that it was in the blue region.

Keywords: Schiff base, Emission, Colorimetric sensor, CIE standards.

1. INTRODUCTION

Detection of metal ions is very important because of its effects on the environment and human life. There are detection methods such as colorimetric and fluorescent chemosensors (Ghaedi et al., 2015; Gupta et al., 2013; Liu et al., 2015; Park et al., 2014; Sperling et al., 1992) made to detect metal ions. Fluorescent chemosensors have factors that make them preferable such as selectivity, sensitivity, and simple use (Cao et al., 2014; Vuki et al., 2012). Among the metal ions, mercury attracts the most attention due to its toxicity (Harris et al., 2003; Tchounwou et al., 2003). In addition to the damage to the environment, mercury causes serious damage to the nervous, kidney and endocrine systems in the human body (Boening, 2000; Mahaffey, 2004; Schoeny, 1996). Therefore, it must be determined precisely. Numerous studies of chemosensors, including Schiff base types, have been carried out to detect the Hg^{2+} ion (Chemate & Sekar, 2015; Jiang et al., 2014; Niu et al., 2016; Su et al., 2016; F.-H. Wang et al., 2015; X. Wang et al., 2014; Wu et al., 2016; Zhang et al., 2015). The use of Schiff bases as chemosensors in the detection of metal ions is quite common (Torawane et al., 2016; Zhou et

al., 2015; Zhu et al., 2016). It is known that complexes of Schiff base compounds containing azomethine (-CH=N) group with transition metals have remarkable structural properties (Atakol et al., 1997; Majumdar et al., 2017). Many of the metal complexes formed with Schiff base compounds are used as models in many fields such as metal bioactive field modeling, metalloenzyme reaction centers, nonlinear optical materials, homogeneous or heterogeneous catalysts for most reactions (Basak et al., 2008; Germain et al., 2007; Mahmoud et al., 2016; Saghatforoush et al., 2008).

In our study, a new type of Schiff base containing naphthalene structure was synthesized. The behavior of the synthesized compound against some selected metal ions (**Al^{3+}, Mn^{2+}, Zn^{2+}, Co^{2+}, Pb^{2+}, Ni^{2+} Hg^{2+} and Cu^{2+}**) was investigated by methods such as UV-vis and Photoluminescence spectroscopy. In addition, color changes were recorded under three different light sources: short wavelength (254 nm), long wavelength (365 nm) and daylight.

2. EXPERIMENTAL STUDIES

The chemicals used during the research were obtained from certain companies (Aldrich or Merck). The structure of the synthesis product, which is the basis of the research, was characterized by spectroscopic methods such as FTIR, ^{1}H-NMR and ^{13}C-NMR. For structural analysis of the compound, FTIR (ATR) measurements, Perkin Elmer Spectrum 400 Spectrophotometer for structural determination, (^{1}H magnetic and ^{13}C-NMR) Bruker Avansa III 400 MHz NMR spectrophotometer, for light absorption properties, Hitachi U3900h UV-vis spectrophotometer HORIBA Jobin Yvon Triax 550 CCD Photoluminescence Spectrophotometer was used to determine the emission characteristics.

2.1. Synthesis of Schiff base materials

In the synthesis study of the compound **(E)-5-(((1-hydroxynaphthalen-2-yl)methylene) amino)isophthalic acid** (**A**) containing naphthalene ring and imine bond (Stilinović et al., 2012; Sun et al., 2017); 5 mmol of 1-hydroxy-2-naphthaldehyde was dissolved in ethanol in a flask. It was kept in a magnetic stirrer until the dissolution of the substance was complete. 5 mmol of 5-aminoisophthalic acid was added to the formed solution and the mixture was refluxed for 1 day. The resulting yellow precipitate was filtered off and left to dry at room conditions (**Fig. 1**).

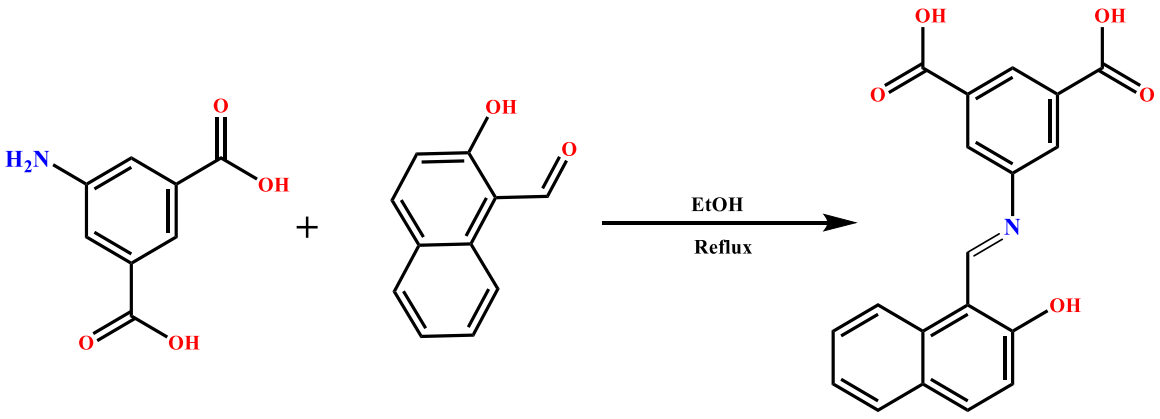


Figure 1 Synthesis of Schiff base material (**A**).

3. RESULTS AND DİSCUSSİON

3.1. FTIR spectrum of compound A

In the FTIR spectrum, the vibrational band of the azomethine ν(-C=N-) group of the Schiff base is 1615 cm^{-1}, and the ν(-C=O) vibrational band of the carbonyl group is 1689 cm^{-1}. ν(-C=C) vibration band of aromatic structures is around 1500-1600 cm^{-1}. There is a ν(-OH) vibration band in the range of 2800-3110 cm^{-1}. The FTIR spectrum of compound **A** is given in **Fig. 2**.

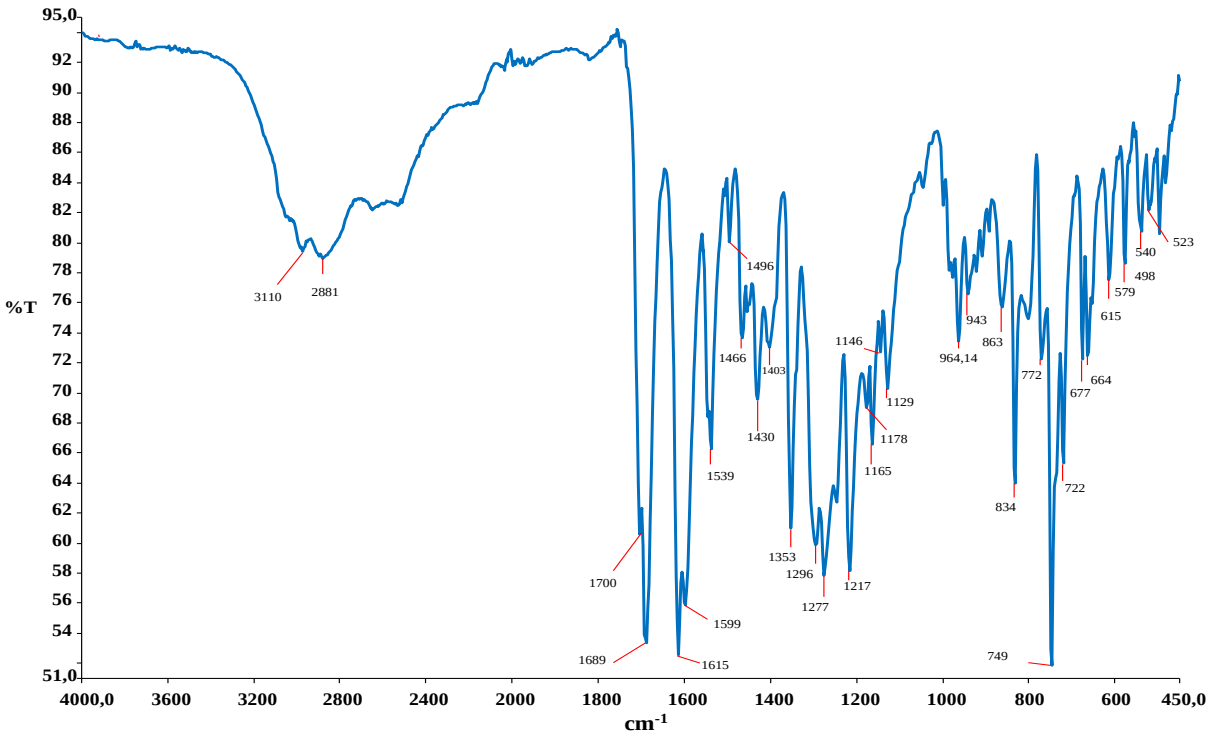


Figure 2 FTIR spectrum of compound A.

3.2. ^{1}H-NMR and ^{13}C-NMR spectra of compound A

In the ^{1}H-NMR spectrum (^{1}H-NMR (400 MHz, DMSO) δ 15.47, 13.45, 9.78, 8.59, 8.57, 8.38, 8.28, 7.98, 7.97, 7.95, 7.80, 7.56, 7.54, 7.39, 7.38, 7.09, 7.09.); Signals observed in the δ67.09-8.59 ppm range are signals of ring protons. The signal of the proton of the azomethine (-HC=N-) group is observed at δ9.78 ppm. The signal of the protons of the carboxyl (-COOH) group is at δ13.45 ppm. The signal of the proton of the (-OH) group attached to the naphthalene ring is at δ15.47 ppm (**Fig. 3**).

^{13}C-NMR spectrum (^{13}C-NMR (101 MHz, DMSO) δ 168.81, 167.69, 166.76, 159.08, 146.41, 137.38, 133.44, 133.17, 132.15, 129.43, 128.58, 127.92, 127.42, 125.97, 124.17, 121.68, 121.34, 118.67, 109.52.); Signals for the Carbon of the carbonyl (-C=O) group are seen at δ168.81ppm. The signal of the carbon atom to which the (-OH) group on the naphthalene ring is attached is located at δ167.69 ppm. The signal of the azomethine (-HC=N-) group carbon is observed at δ166.76 ppm. The signal of the carbon with which the azomethine (-HC=N-) group is attached to the 5-aminoisophthalic acid is seen at δ159.08 ppm. The signal of the carbon with which the azomethine (-HC=N-) group is attached to the naphthalene ring is seen at δ109.52 ppm. Signals of ring carbons are seen in the range of δ121.34-137.38 ppm (**Fig. 3**).

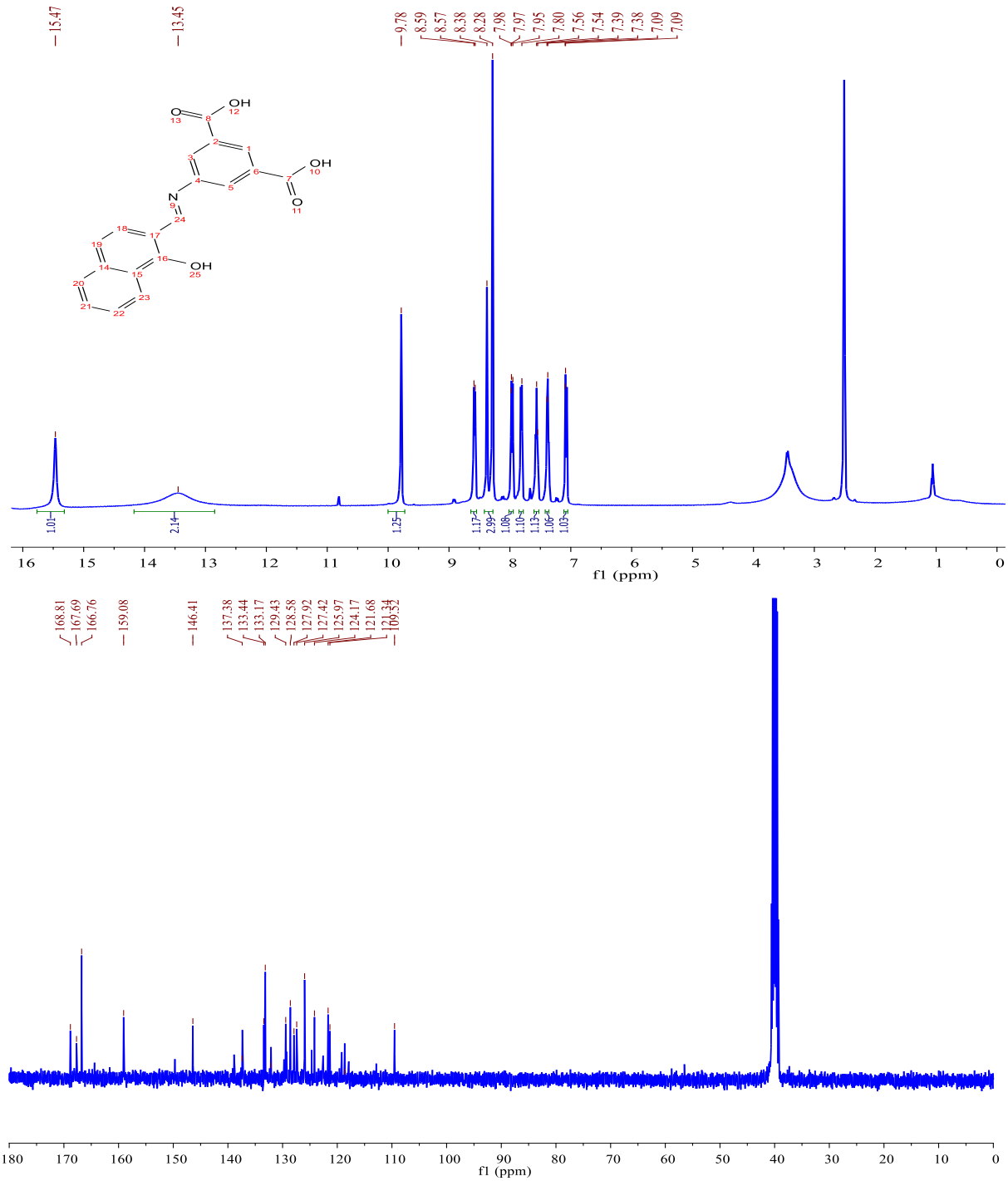
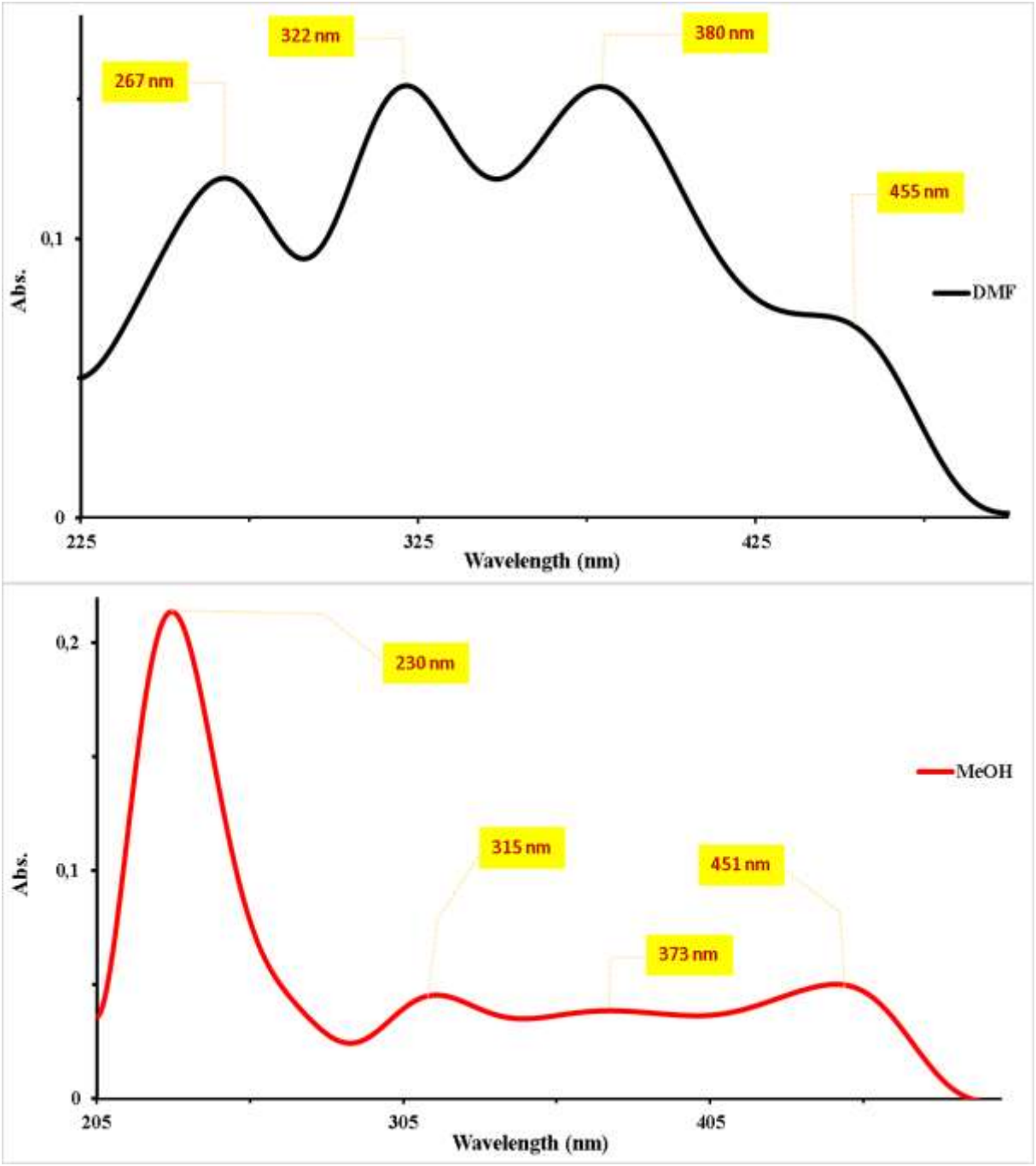


Figure 3 ^{1}H-NMR and ^{13}C-NMR spectra of compound **A**

3.3. UV-vis Spectrum of compound **A**

In different solvents, differences in the absorption bands of the compound emerged with the solvent type and dissolution effect. For compound **A** dissolved in DMF, MeOH and DMSO, four absorption bands appeared, attributed to π-π* and n-π* electronic transitions (Sun et al., 2017). It was observed that there were blue and red shifts in the absorption bands of the compound according to the solvent type. The absorbance band of the compound at 267 nm in DMF medium was observed at 266 nm in DMSO and 230 nm in MeOH, showing a blue shift, mostly in MeOH. The absorbance band at 322 nm was observed at 320 nm in DMSO and 315

nm in MeOH with a blue shift, mostly in MeOH. Absorbance bands of compound A at 380 and 455 nm in DMF medium did not change in DMSO but showed a blue shift in MeOH. The absorbance spectrum graphs of Compound **A** in different solvent environments are given in **Fig. 4**. In addition, the peak values of the UV-vis spectra of the compound are given in **Chart 1**.



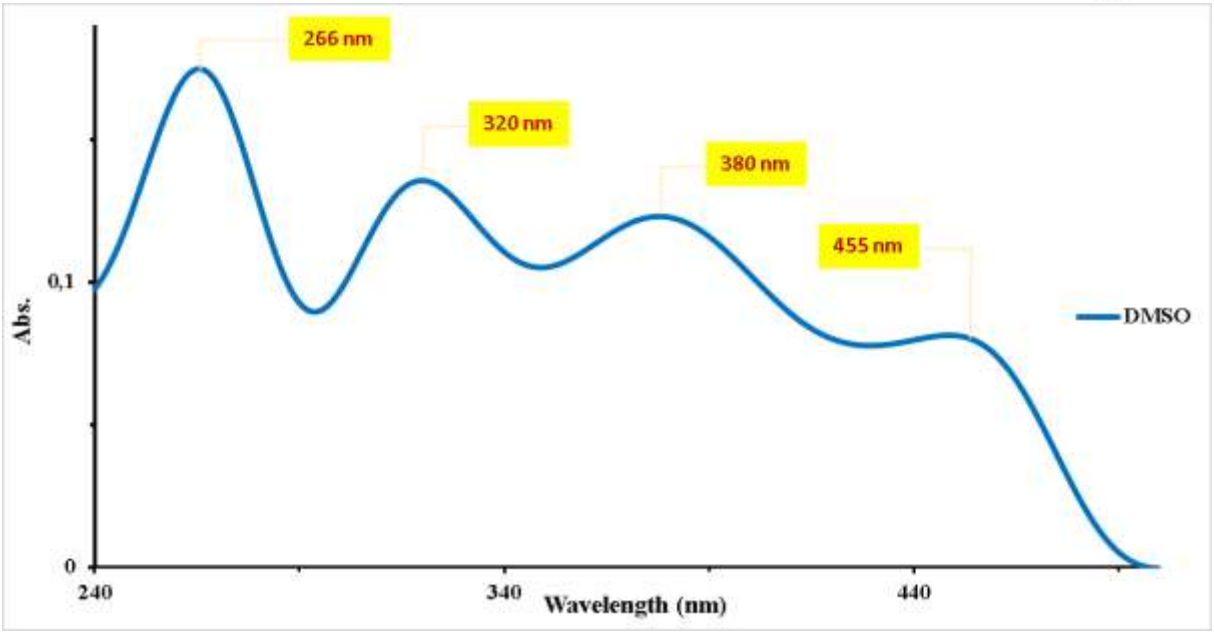
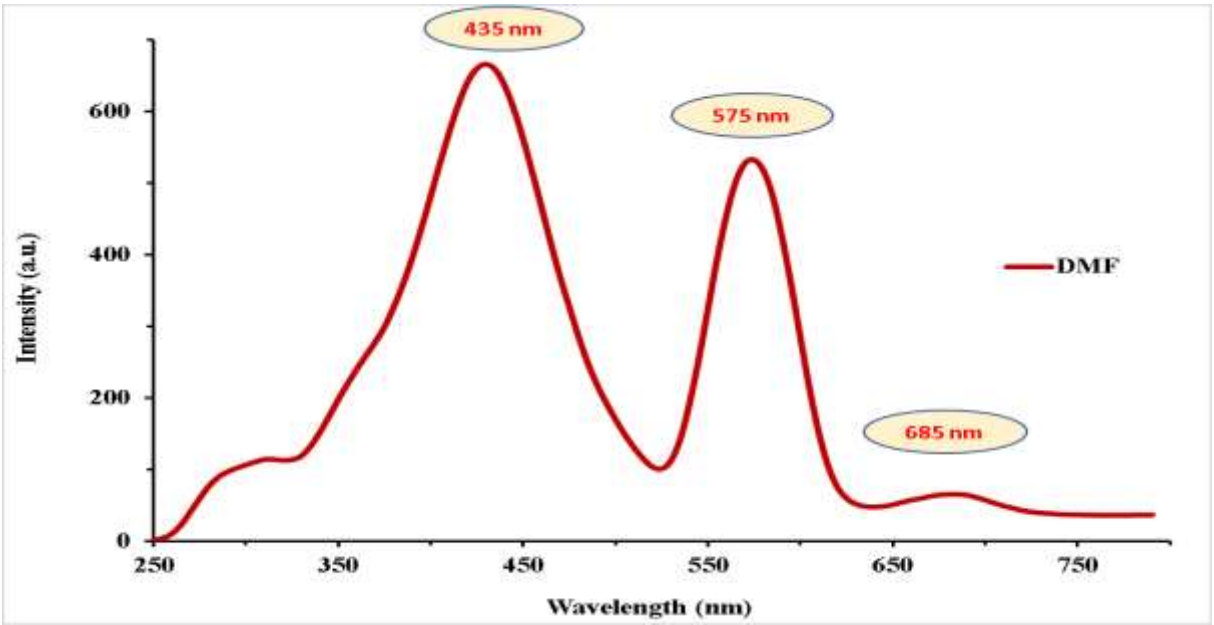


Figure 4 UV-vis spectra of compound **A** (in MeOH, DMF and DMSO).

3.4. Photoluminescence Spectrum of compound A

In different solvents, differences in the emission bands of the compound emerged with the solvent type and dissolution effect. For compound A dissolved in DMF, MeOH and DMSO, four emission bands appeared, attributed to π-π* and n-π* electronic transitions. It was observed that there were blue and red shifts in the emission bands of the compound according to the solvent type. The emission band of the compound at 400 nm in DMF medium was observed at 435 nm with a red shift in MeOH and DMSO medium. The emission band at 645 nm was observed at 575 nm in MeOH and 565 nm in DMSO, with a more blue shift in DMSO medium. The emission band at 735 nm was observed at 685 nm in MeOH and 650 nm in DMSO, with a more blueshift in the DMSO medium. Emission spectrum plots of Compound **A** in different solvent environments are given in **Fig. 5**. In addition, the peak values of the Emission spectra of the compound are given in **Chart 1**.



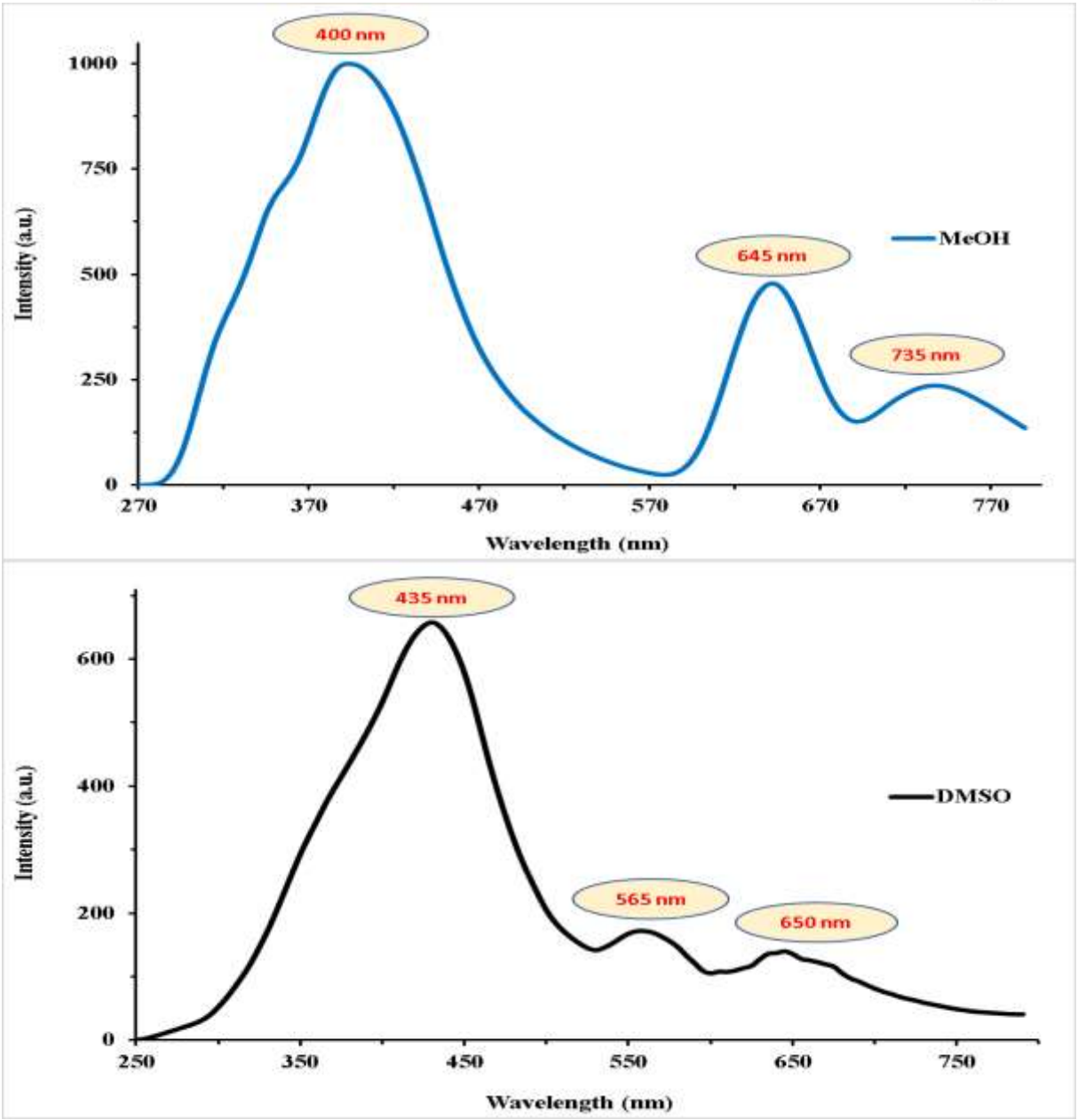


Figure 5 Emission spectra of compound **A** (in DMF, MeOH and DMSO).

Chart 1 Absorption, Emission and Stokes shift data of compound A.

(Compound A) Solvents	λmax, nm						
	Absorption				Emission		
DMF	267	322	380	455	400	645	735
MeOH	230	315	373	451	435	575	685
DMSO	266	320	380	455	435	565	650

3.5. Chemosensor properties of compound **A**

Compound A was mixed with some metal ions in certain proportions and effected, and color changes were observed under three different light sources: daylight, long and short wavelength. Under sunlight, the yellow color of the compound turned colorless with the addition of metal

ions other than Hg^{2+} ion. Under the short wavelength light source, the blue-violet color of the compound emitted blue emission light with the addition of metal ions other than Hg^{2+} ion. Under the long wavelength light source, the green emission of the compound emitted intense blue emission with the addition of metal ions other than the Hg^{2+} ion. It was observed that the compound did not interact in the presence of Hg^{2+} metal ion under three different light sources. The fact that compound A does not exhibit similar behavior for the Hg^{2+} ion against all determined metals reveals that this compound can be used in the detection of this ion (**Fig. 6**).

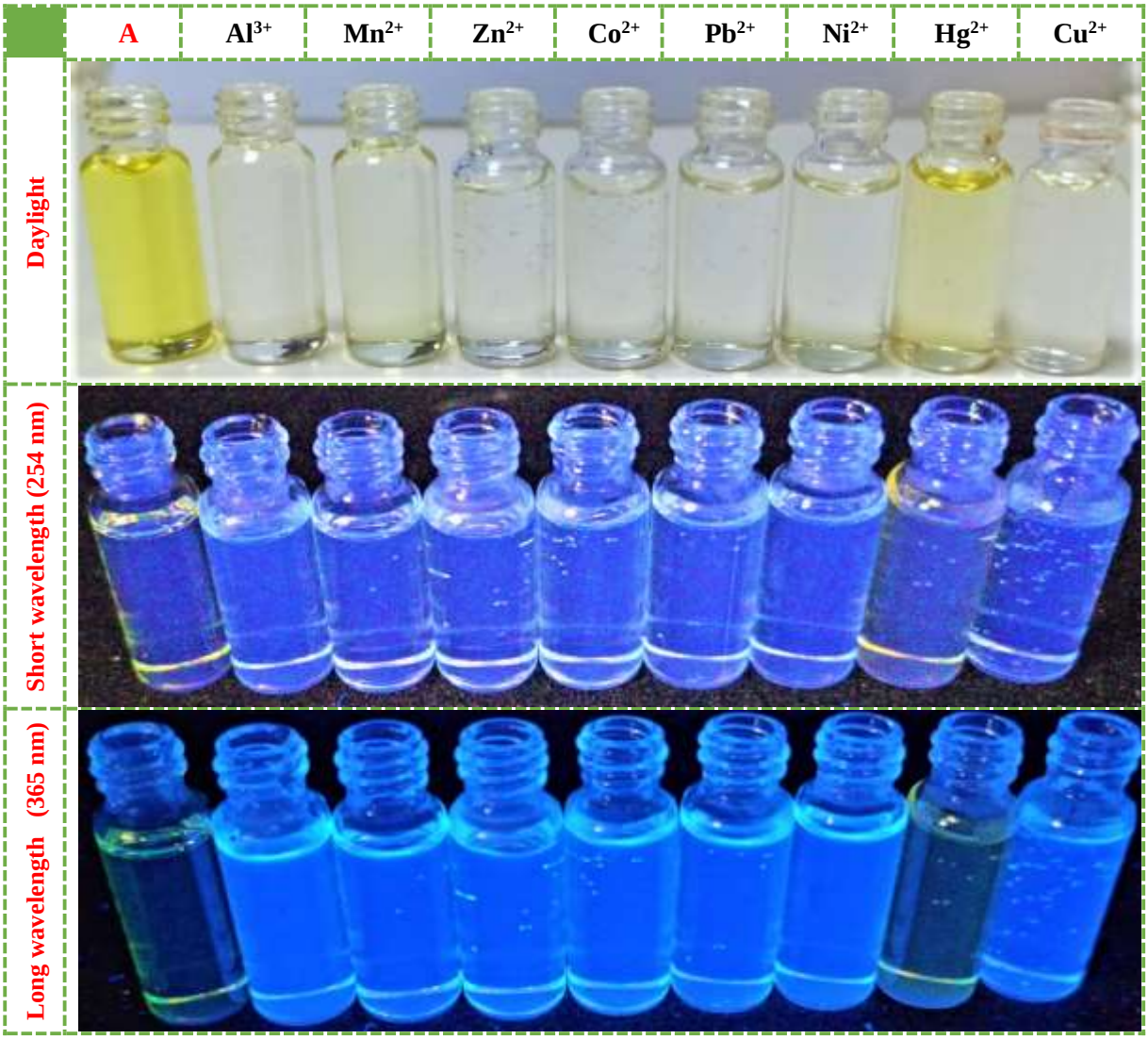


Figure 6 Sensor properties (10^{-3}M) in the presence of metal ions (Al^{3+}, Mn^{2+}, Zn^{2+}, Co^{2+}, Pb^{2+}, Ni^{2+} Hg^{2+} and Cu^{2+}) of compound A dissolved in DMSO.

Since the color change of the Hg^{2+} ion does not occur in the interaction of the Schiff base compound with the metal ions, the interaction of this ion with the compound has been extensively studied. The stoichiometric ratio of Schiff base to metal ion was determined by Job's method (Kim et al., 2002; Sun et al., 2018). The total concentration (0.1 mM) and volume (10 mL) of Compound and metal ion were kept constant, and the molar ratio of Compound was changed from 0.0 to 1.0. During the complexation of the Schiff base and the metal ion, the N and O atoms of the compound coordinate to the metal ion (Köse et al., 2015). Comparisons

were made over the absorbance values at 360 nm of the trials made to determine this interaction rate (**Fig.7**).

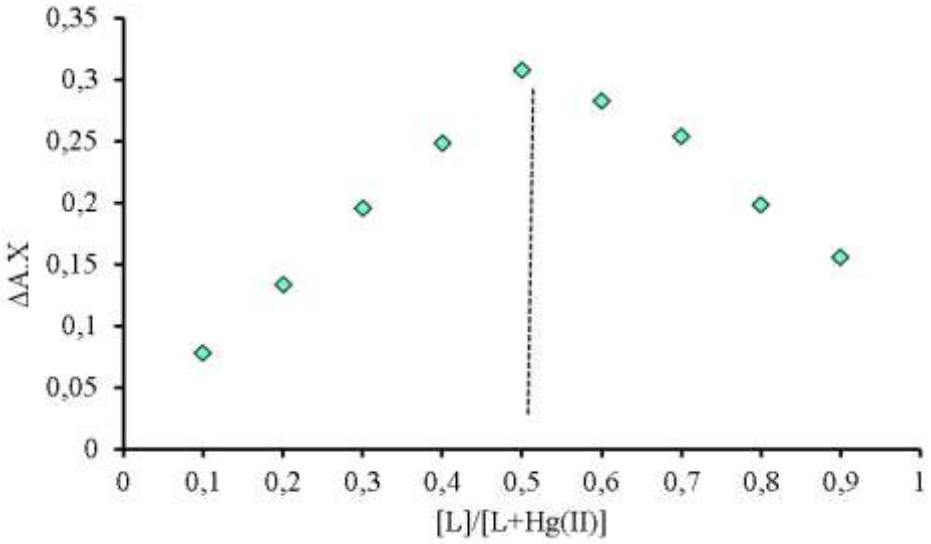


Figure 7 Job's plot of the L-Hg^{2+} complex (X: mole fraction)

3.6. Color properties of the compound **A**

Several methods have been developed to measure the color seen in the emission emission resulting from matter-light interaction. The method introduced in 1931 by the International Commission on Illumination (CIE), which was established in 1913, was accepted as a standard in color measurement. In this system, there is a xenon lamp as a radiation source in color measuring devices. If this light source is held on the material to be color measured, the light reflected back from the material must pass through the red, green, and blue colored X, Y and Z filters before reaching the detector. The light value reaching the detector after passing through these filters is called tristimulus values. The emission color is determined by using the CIE color scale of the substance whose x and y values are determined. According to the data obtained, all the colors in the chromaticity diagram are in a spectral region that is directly proportional to the visual angle of the eye. These values define a color in the CIE XYZ space (Westland, 2003). CIE proposes different values to determine the color of the emission light reflected from the material (Broadbent, 2004). The recommended values include the color coordinates (x, y) of the radiation and the luminous efficiency (LER). LER is defined as the ratio of luminous flux to input electrical power (lumen/watt) (Gondia & Sharma, 2017).

The color values of compound A synthesized in this study were calculated with the CIE (1931) chromaticity coordinates software. The CIE chromaticity diagram of compound A is given in **Fig. 8**.

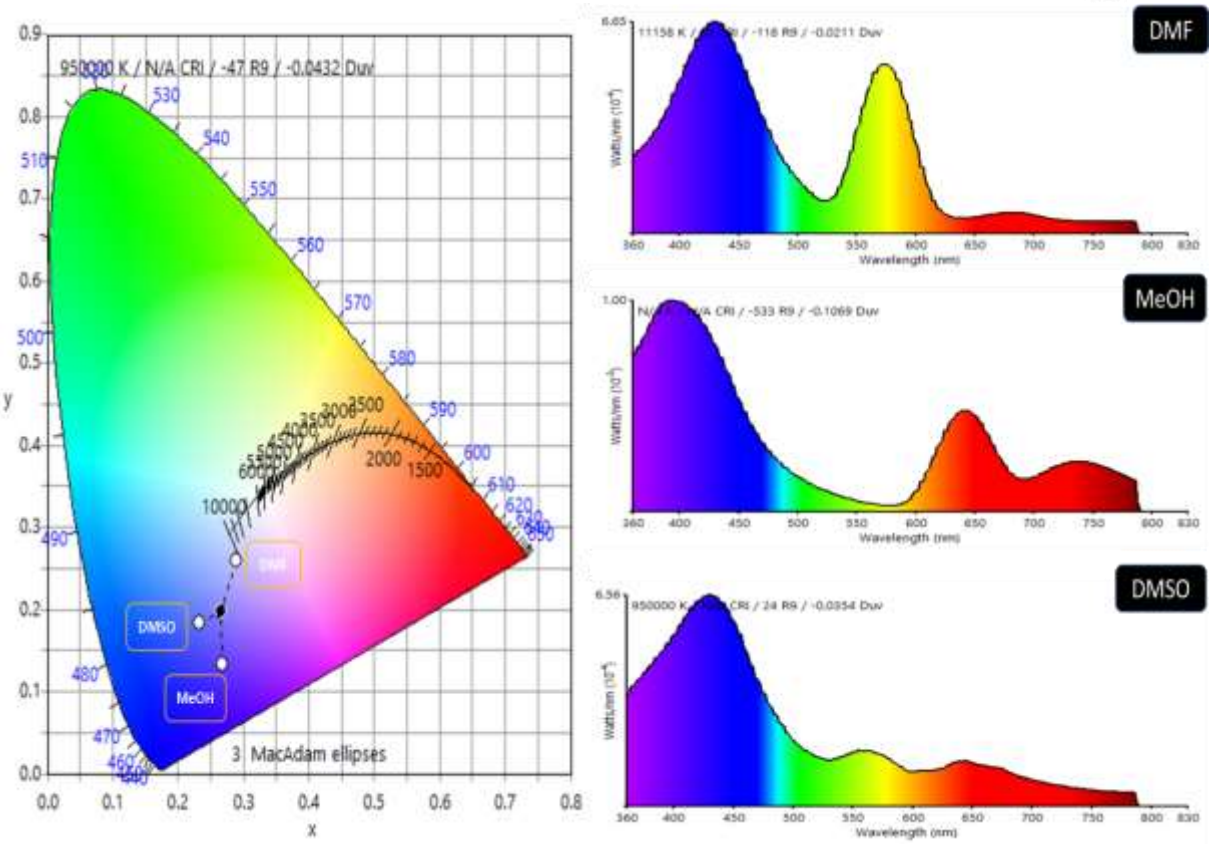


Figure 8 CIE chromaticity diagram of compound A.

The CIE factors of compound A were calculated and are given in **Chart 2**. According to these data and **Fig 8**, it is seen that compound **A** dissolved in MeOH and DMSO is in the blue region, but when dissolved in DMF it shifts to the red region.

Chart 2 CIE parameters of compound A.

	x	y
MeOH	0.2680	0.1335
DMF	0.2882	0.2598
DMSO	0.2324	0.1833

4. CONCLUSION

In the research, a new Schiff base compound containing naphthalene and isophthalic acid group was synthesized. Information on compound structure was gathered using methods such as FTIR, ^{1}H,^{13}C-NMR, UV-vis, and Photoluminescence spectroscopy. The shifts in absorbance and emission wavelengths of the compound in three different solvent media, DMF, MeOH and DMSO, were investigated. Compared to the absorbance and emission bands of the DMF solution, it was observed that there were blue and red shifts in the absorbance and emission bands of DMSO and MeOH solutions, with the highest shift being in MeOH. In order to determine the colorimetric properties of the synthesized compound, it was combined with some metal ions in certain proportions and the color changes were observed under three different light sources: daylight, long and short wavelength. All selected metal ions except the Hg^{2+} ion emitted when interacting with the compound. The Hg^{2+} ion did not emit color-changing

emission under all three different light sources. In addition, the emission values of the compound, CIE parameters and chromaticity properties were determined.

As a result, it is evaluated that the synthesized compound **A** can be a determinant for the Hg^{2+} metal ion.

REFERENCES

Atakol, O., Kenar, A., & Kabak, M. (1997). Some complexes of Nickel(II) with Ono Type Schiff Bases and their Monoligand Adducts. Part II. *Synthesis and Reactivity in Inorganic and Metal-Organic Chemistry*, *27*(1), 29–40. https://doi.org/10.1080/00945719708000179

Basak, S., Sen, S., Marschner, C., Baumgartner, J., Batten, S. R., Turner, D. R., & Mitra, S. (2008). Synthesis, crystal structures and fluorescence properties of two new di- and polynuclear Cd(II) complexes with N2O donor set of a tridentate Schiff base ligand. *Polyhedron*, *27*(4), 1193–1200. https://doi.org/10.1016/j.poly.2007.12.005

Boening, D. W. (2000). Ecological effects, transport, and fate of mercury: a general review. *Chemosphere*, *40*(12), 1335–1351. https://doi.org/10.1016/S0045-6535(99)00283-0

Broadbent, A. D. (2004). A critical review of the development of the CIE1931 RGB color-matching functions. *Color Research & Application*, *29*(4), 267–272. https://doi.org/10.1002/col.20020

Cao, W., Zheng, X.-J., Sun, J.-P., Wong, W.-T., Fang, D.-C., Zhang, J.-X., & Jin, L.-P. (2014). A Highly Selective Chemosensor for Al(III) and Zn(II) and Its Coordination with Metal Ions. *Inorganic Chemistry*, *53*(6), 3012–3021. https://doi.org/10.1021/ic402811x

Chemate, S., & Sekar, N. (2015). A new rhodamine based OFF–ON fluorescent chemosensors for selective detection of Hg2+ and Al3+ in aqueous media. *Sensors and Actuators B: Chemical*, *220*, 1196–1204. https://doi.org/10.1016/j.snb.2015.06.061

Germain, M. E., Vargo, T. R., Khalifah, P. G., & Knapp, M. J. (2007). Fluorescent detection of nitroaromatics and 2,3-dimethyl-2,3-dinitrobutane (DMNB) by a zinc complex: (salophen)Zn. *Inorganic Chemistry*, *46*(11), 4422–4429. https://doi.org/10.1021/ic062012c

Ghaedi, M., Jaberi, S. Y. S., Hajati, S., Montazerozohori, M., Zarr, M., Asfaram, A., Kumawat, L. K., & Gupta, V. K. (2015). Preparation of Iodide Selective Carbon Paste Electrode with Modified Carbon Nanotubes by Potentiometric Method and Effect of CuS-NPs on Its Response. *Electroanalysis*, *27*(6), 1516–1522. https://doi.org/10.1002/elan.201400686

Gondia, N. K., & Sharma, S. K. (2017). Quantum yield and photometric parameters of some transition metal ion schiff base complexes. *Optical and Quantum Electronics*, *49*(9), 1–12. https://doi.org/10.1007/s11082-017-1138-9

Gupta, V. K., Singh, A. K., Ganjali, M. R., Norouzi, P., Faridbod, F., & Mergu, N. (2013). Comparative study of colorimetric sensors based on newly synthesized Schiff bases. *Sensors and Actuators B: Chemical*, *182*, 642–651. https://doi.org/10.1016/j.snb.2013.03.062

Harris, H. H., Pickering, I. J., & George, G. N. (2003). The Chemical Form of Mercury in Fish. *Science*, *301*(5637), 1203–1203. https://doi.org/10.1126/science.1085941

Jiang, X.-J., Fu, Y., Tang, H., Zang, S.-Q., Hou, H.-W., Mak, T. C. W., & Zhang, H.-Y. (2014). A new highly selective fluorescent sensor for detection of Cd2+ and Hg2+ based on two different approaches in aqueous solution. *Sensors and Actuators B: Chemical*, *190*, 844–850. https://doi.org/10.1016/j.snb.2013.08.105

Kim, J. S., Shon, O. J., Yang, S. H., Kim, J. Y., & Kim, M. J. (2002). Chromogenic Indoaniline Armed-Calix[4]azacrowns. *The Journal of Organic Chemistry*, *67*(18), 6514–6518. https://doi.org/10.1021/jo0201169

Köse, M., Ceyhan, G., Tümer, M., Demirtaş, İ., Gönül, İ., & McKee, V. (2015). Monodentate Schiff base ligands: Their structural characterization, photoluminescence, anticancer, electrochemical and sensor properties. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, *137*, 477–485. https://doi.org/10.1016/j.saa.2014.08.088

Liu, Z., Xu, H., Chen, S., Sheng, L., Zhang, H., Hao, F., Su, P., & Wang, W. (2015). Solvent-dependent "turn-on" fluorescence chemosensor for Mg2+ based on combination of CN isomerization and inhibition of ESIPT mechanisms. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, *149*, 83–89. https://doi.org/10.1016/j.saa.2015.04.030

Mahaffey, K. R. (2004). Fish and shellfish as dietary sources of methylmercury and the ω-3 fatty acids, eicosahexaenoic acid and docosahexaenoic acid: risks and benefits. *Environmental Research*, *95*(3), 414–428. https://doi.org/10.1016/j.envres.2004.02.006

Mahmoud, W. H., Deghadi, R. G., & Mohamed, G. G. (2016). Novel Schiff base ligand and its metal complexes with some transition elements. Synthesis, spectroscopic, thermal analysis, antimicrobial and in vitro anticancer activity. *Applied Organometallic Chemistry*, *30*(4), 221–230. https://doi.org/10.1002/aoc.3420

Majumdar, D., Baugh, N., & Bhattacharya, S. K. (2017). Ultrasound assisted formation of reduced graphene oxide-copper (II) oxide nanocomposite for energy storage applications. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, *512*, 158–170. https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2016.10.010

Niu, Q., Wu, X., Li, T., Cui, Y., Zhang, S., & Li, X. (2016). Highly selective, sensitive and fast-responsive fluorescent sensor for Hg2+. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, *163*, 45–48. https://doi.org/10.1016/j.saa.2016.03.029

Park, G. J., Jo, H. Y., Ryu, K. Y., & Kim, C. (2014). A new coumarin-based chromogenic chemosensor for the detection of dual analytes Al 3+ and F −. *RSC Adv.*, *4*(109), 63882–63890. https://doi.org/10.1039/C4RA11913D

Saghatforoush, L. A., Aminkhani, A., Ershad, S., Karimnezhad, G., Ghammamy, S., & Kabiri, R. (2008). Preparation of zinc (II) and cadmium (II) complexes of the tetradentate Schiff base ligand 2-((E)-(2-(2-(pyridine-2-yl)-ethylthio)ethylimino)methyl)-4- bromophenol (PytBrsalH). *Molecules*, *13*(4), 804–811. https://doi.org/10.3390/molecules13040804

Schoeny, R. (1996). Use of genetic toxicology data in U.S. EPA risk assessment: the mercury study report as an example. *Environmental Health Perspectives*, *104*(suppl 3), 663–673. https://doi.org/10.1289/ehp.96104s3663

Sperling, M., Xu, S., & Welz, B. (1992). Determination of chromium(III) and chromium(VI) in water using flow injection on-line preconcentration with selective adsorption on

activated alumina and flame atomic absorption spectrometric detection. *Analytical Chemistry*, *64*(24), 3101–3108. https://doi.org/10.1021/ac00048a007

Stilinović, V., Cinčić, D., Zbačnik, M., & Kaitner, B. (2012). Controlling Solvate Formation of a Schiff Base by Combining Mechano-chemistry with Solution Synthesis. *Croatica Chemica Acta*, *85*(4), 485–493. https://doi.org/10.5562/cca2111

Su, Q., Niu, Q., Sun, T., & Li, T. (2016). A simple fluorescence turn-on chemosensor based on Schiff-base for Hg2+-selective detection. *Tetrahedron Letters*, *57*(38), 4297–4301. https://doi.org/10.1016/j.tetlet.2016.08.031

Sun, C., Sun, J., Che, P., Chang, Z., Li, W., & Qiu, F. (2017). The design, synthesis and fluorescence chemosensor property of a Schiff base derivative. *Journal of Luminescence*, *188*, 246–251. https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2017.04.005

Sun, C., Sun, J., Qiu, F., Li, W., Chang, Z., & Zhang, L. (2018). The fluorescent property of 3-[(2-hydroxy-1-naphthyl) methylideneamino]benzoic acid and its application as fluorescent chemosensor for Hg2+ and Al3+ ions. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, *188*, 1–7. https://doi.org/10.1016/j.saa.2017.06.061

Tchounwou, P. B., Ayensu, W. K., Ninashvili, N., & Sutton, D. (2003). Review: Environmental exposure to mercury and its toxicopathologic implications for public health. *Environmental Toxicology*, *18*(3), 149–175. https://doi.org/10.1002/tox.10116

Torawane, P., Tayade, K., Bothra, S., Sahoo, S. K., Singh, N., Borse, A., & Kuwar, A. (2016). A highly selective and sensitive fluorescent 'turn-on' chemosensor for Al3+ based on C N isomerisation mechanism with nanomolar detection. *Sensors and Actuators B: Chemical*, *222*, 562–566. https://doi.org/10.1016/j.snb.2015.08.104

Vuki, M., Shiu, K.-K., Galik, M., O'Mahony, A. M., & Wang, J. (2012). Simultaneous electrochemical measurement of metal and organic propellant constituents of gunshot residues. *The Analyst*, *137*(14), 3265. https://doi.org/10.1039/c2an35379b

Wang, F.-H., Cheng, C.-W., Duan, L.-C., Lei, W., Xia, M.-Z., & Wang, F.-Y. (2015). Highly selective fluorescent sensor for Hg2+ ion based on a novel rhodamine B derivative. *Sensors and Actuators B: Chemical*, *206*, 679–683. https://doi.org/10.1016/j.snb.2014.10.008

Wang, X., Zhao, J., Guo, C., Pei, M., & Zhang, G. (2014). Simple hydrazide-based fluorescent sensors for highly sensitive and selective optical signaling of Cu2+ and Hg2+ in aqueous solution. *Sensors and Actuators B: Chemical*, *193*, 157–165. https://doi.org/10.1016/j.snb.2013.11.111

Westland, S. (2003). Review of the CIE System of Colorimetry and Its Use in Dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, *15*(s1), S5–S12. https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2003.tb00313.x

Wu, J., Jiang, W., Deng, A., Shen, Y., Jiang, W., & Tian, R. (2016). Facile synthesis of magnetic fluorescence probe for recyclable displacement detection of Hg2+ in aqueous solutions and living cells. *Sensors and Actuators B: Chemical*, *234*, 691–702. https://doi.org/10.1016/j.snb.2016.05.041

Zhang, Z., Lu, S., Sha, C., & Xu, D. (2015). A single thiourea-appended 1,8-naphthalimide chemosensor for three heavy metal ions: Fe3+, Pb2+, and Hg2+. *Sensors and Actuators B: Chemical*, *208*, 258–266. https://doi.org/10.1016/j.snb.2014.10.136

Zhou, D., Sun, C., Chen, C., Cui, X., & Li, W. (2015). Research of a highly selective fluorescent

chemosensor for aluminum(III) ions based on photoinduced electron transfer. *Journal of Molecular Structure*, *1079*, 315–320. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2014.09.050

Zhu, J., Zhang, Y., Wang, L., Sun, T., Wang, M., Wang, Y., Ma, D., Yang, Q., & Tang, Y. (2016). A simple turn-on Schiff base fluorescence sensor for aluminum ion. *Tetrahedron Letters*, *57*(31), 3535–3539. https://doi.org/10.1016/j.tetlet.2016.06.112

SEISMIC EVALUATION OF EXISTING STEEL ELEVATED SILOS ACCORDING TO EUROCODE

DR. SAMET KILIÇ [1]

[1] USKA Engineering Ltd., - 0000-0001-8089-9738

ABSTRACT

Steel elevated silos are non-building structures that contain granular material. They are used in a variety of industrial facilities. They could be made of concrete or metals such as steel. Steel silos are discussed in this paper. The steel elevated silos are made up of a steel wall, ring, hopper, and steel structure. Silos' walls are normally exposed to normal pressure and vertical frictional shear. They are called: filling and discharge. Significant damage occurred in the steel silos during previous earthquakes. Buckling of the tank wall, overturning, corrosion of the steel plates, and damage to the anchorage system are the most common failure modes., Silos' existing structural durability is debatable. Because most of the silos were constructed prior to the most recent seismic design code updates. Their seismic performance should ensure life safety while minimizing material loss. The material load calculation procedure of a steel silo with a cylindrical steel plate hopper is investigated in this study. It is a pre-existing cement silo with a capacity of approximately 1700 m^3. The steel structure performance-based design procedure is neglected, and this paper will only focus on steel metal sheet parts. Eurocode 8 and ASCE 7-16 are widely used structural design codes for silos. Eurocode was used for material and seismic parameters. The filling and discharge loads are calculated in accordance with Eurocode conditions. SAP 2000 finite element software was used to perform the calculations. The elevated steel silo's structural performance was evaluated using Von Mises stresses, story drifts, and buckling modes.

Key Words: Elevated Silo, Eurocode Seismic Design, Filling and Discharge Loads.

1. INTRODUCTION

Containers have different types: bins, bunkers, silos, or tanks. In this study, silos used in many industries are examined. The design of silos is governed by properties of the material inside the

silo. **[7]** The loads acting on silos are seismic, wind, temperature, material loads. The definition of this loads is defined in a very detailed way in design codes like ASCE 7-16 **[1]** and Eurocode 8 **[4]**. Silos are crucial components of industrial plants. They should be intact after strong ground motions. To prevent damages like overturning, buckling etc. in silos, seismic devices like base isolation have been considered in recent studies **[8]**. Seismic vulnerability of an silos has been investigated with fragility curves from incremental dynamic analysis. **[3]** Kılıç et al. **[10-12]** searched various seismic isolation techniques in industrial structures. This study's primary target is to develop a method to check the earthquake performance of steel silo walls. To determine the possible damage level of existing silos, the structure must be divided into two: upper silo wall parts and building type steel support structure part. For steel support structure, the ordinary procedure of the performance-based design criteria in the codes should be used **[9]**. For this reason, Von Mises stresses, story drifts, and buckling modes are control parameters. SAP 2000 was used to get those results especially nonlinear buckling cases. In figure 1 below, silo model and real views are presented.



Figure 1. Silo Model and Real Views, [6], 2023.

2. NUMERICAL CALCULATIONS

2.1. Silo's Properties and Earthquake Load

The silo stands 32.523 meters tall. The cylindrical part is 26.8 m tall, and the hopper is 5.723 m tall. The diameter of the silo's cylindrical vertical wall is 8.75 m. The diameter of the hopper part gradually varies. SAP2000 automatically calculates the structure's self-weight in the dead load case. The top platform's live load is 500kg/m2. The accepted live load participation factor is 0.8. Ring girders, stiffener plates, and steel I, U sections, in addition to the steel plates used for the cylindrical and hopper parts, are basic structural elements. Material quality is S235JR. For S235, σ_a = 235 N/mm^2, modulus of elasticity, E=206182 N/mm^2 and allowable shear stress τ_{em} = 82 N/mm^2, Maximum allowable bending stress value = 0.6*f_y = 141 MPa was obtained. Body-cone joints in σ_{all} as the maximum allowable stress values for the analysis taking into account secondary stress = 0.9*f_y = 211.5 MPa were taken. Shell elements used in the FEA model were defined as having a thickness of 2 mm when corroded. From top to bottom, the thickness of the silo wall varies with height. Table 1 shows the thicknesses of the segments considered for corrosion tolerance.

Table 1. The Thickness of the Silo Wall

	Plate Thickness	Corrosion Tolerance	Suggested Thickness
0-9 m	25 mm	2 mm	23 mm
9-17 m	20 mm	2 mm	18 mm
17-27 m	15 mm	2 mm	13 mm
Hopper-1	25 mm	2 mm	23 mm
Hopper-2	20 mm	2 mm	18 mm

Earthquake loads are calculated in accordance with Eurocode. Since the structure is in the earthquake zone 1, horizontal ground acceleration A_g is accepted as 0.41. Ground class is C-S. Soil factor is 1.15. Structural behavior factor for silo is q_x=1.5 and q_y=1.5.

2.2. Material Load Calculations

Material Load Calculations were done by taking particulate solid properties. Cement unit weight was taken as 1.3 t/m^2 and 1.6 t/m^2 for lower and upper limits. Mean lateral pressure was accepted as 0.54 whereas factor lateral pressure was 1.2. Wall friction coefficient and factor friction coefficient were taken as 0.46 and 1.07 successively. Angle of internal friction was 30° for cement. On the other hand, angle of repose was 36°. This silo can be accepted as thin walled, slender silo. Assessment class is 2. Half angle of hopper with the vertical axis is 35°. Shallow, conical hopper was used for this silo. Bottom load magnifier is 1. According to Eurocode1-Actions on Structures Part4 patch loading were neglected. Because only a uniform increase in the filling and discharge processes are applied, in this silo.

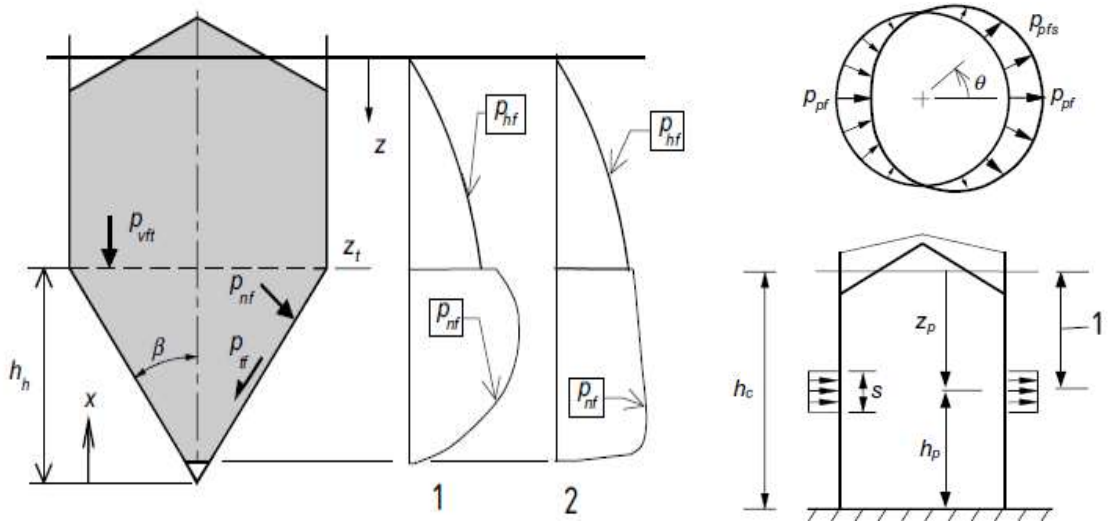


Figure 2. Material Loading Patterns of Silo Wall and Hopper, [5], 2023.

Figure 2 depicts material loading patterns of silo wall and hopper. Figure 3 shows filling and discharge load coefficients of material.

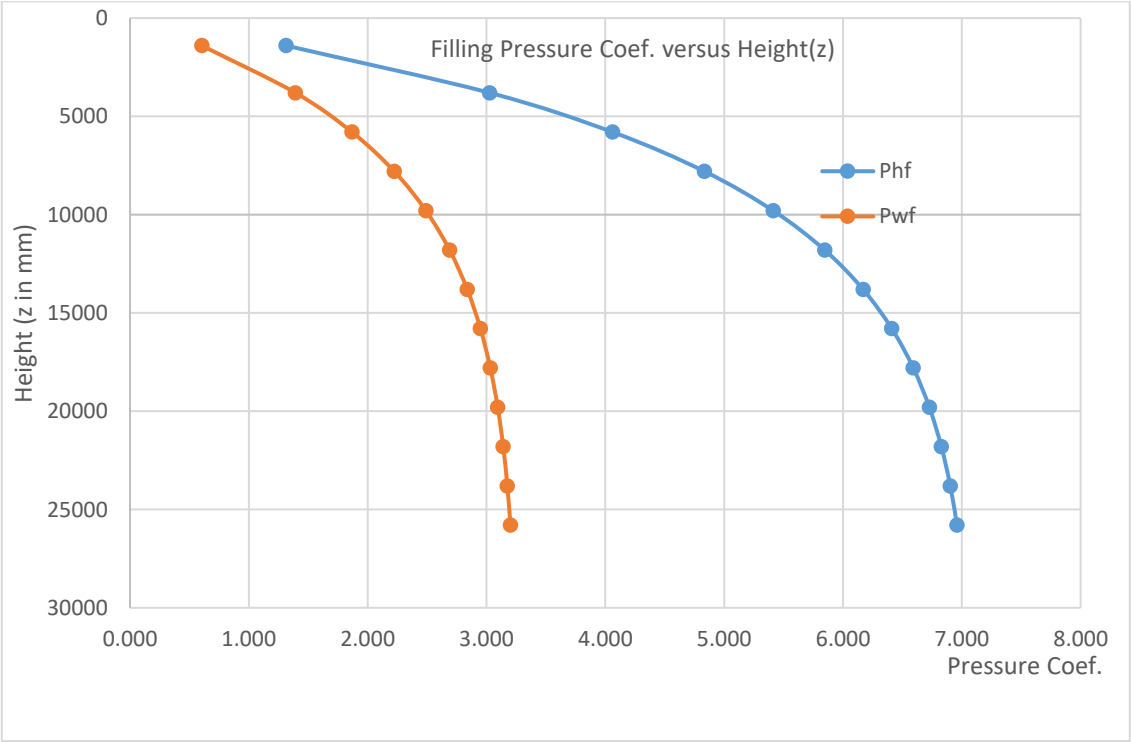


Figure 3. Filling and Discharge Load Coefficients of Material, [5], 2023.

Figure 3 illustrates fill and discharge loading of silo wall and hopper separately for silo wall and hopper part.

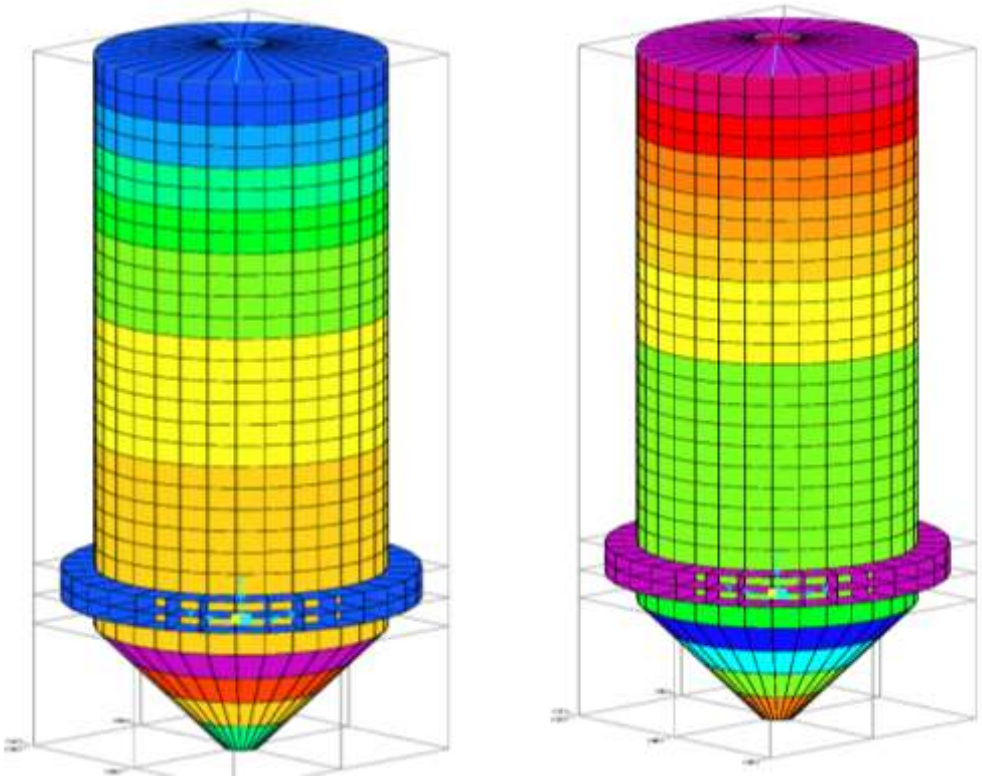


Figure 4. Fill and Discharge Loading of Silo Wall and Hopper, [2], 2023.

3. RESULTS

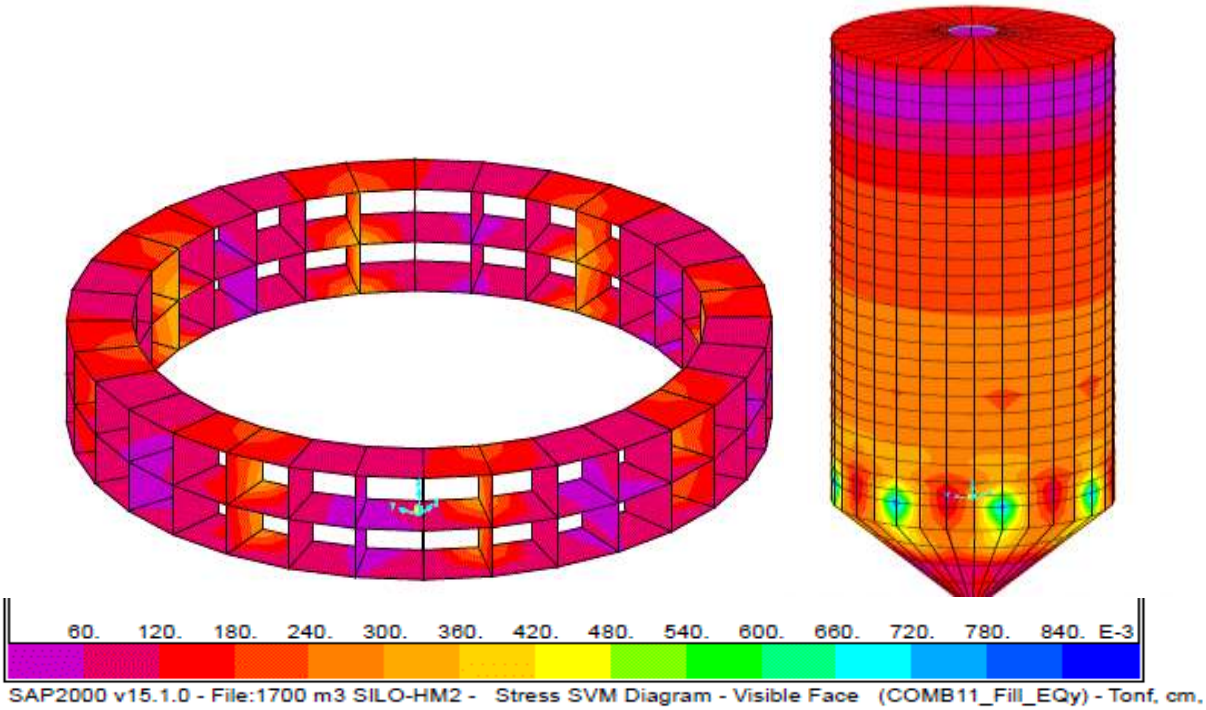


Figure 5. Von Mises Stresses of Silo Wall and Ring, [2], 2023.

First of all, Von Mises shell stresses are checked. In the figure 5, Von Mises Stresses of Silo Wall and Ring are shown. This controls were done for most unfavorable design combinations in accordance with the Eurocode. All stresses are below the allowable limits.

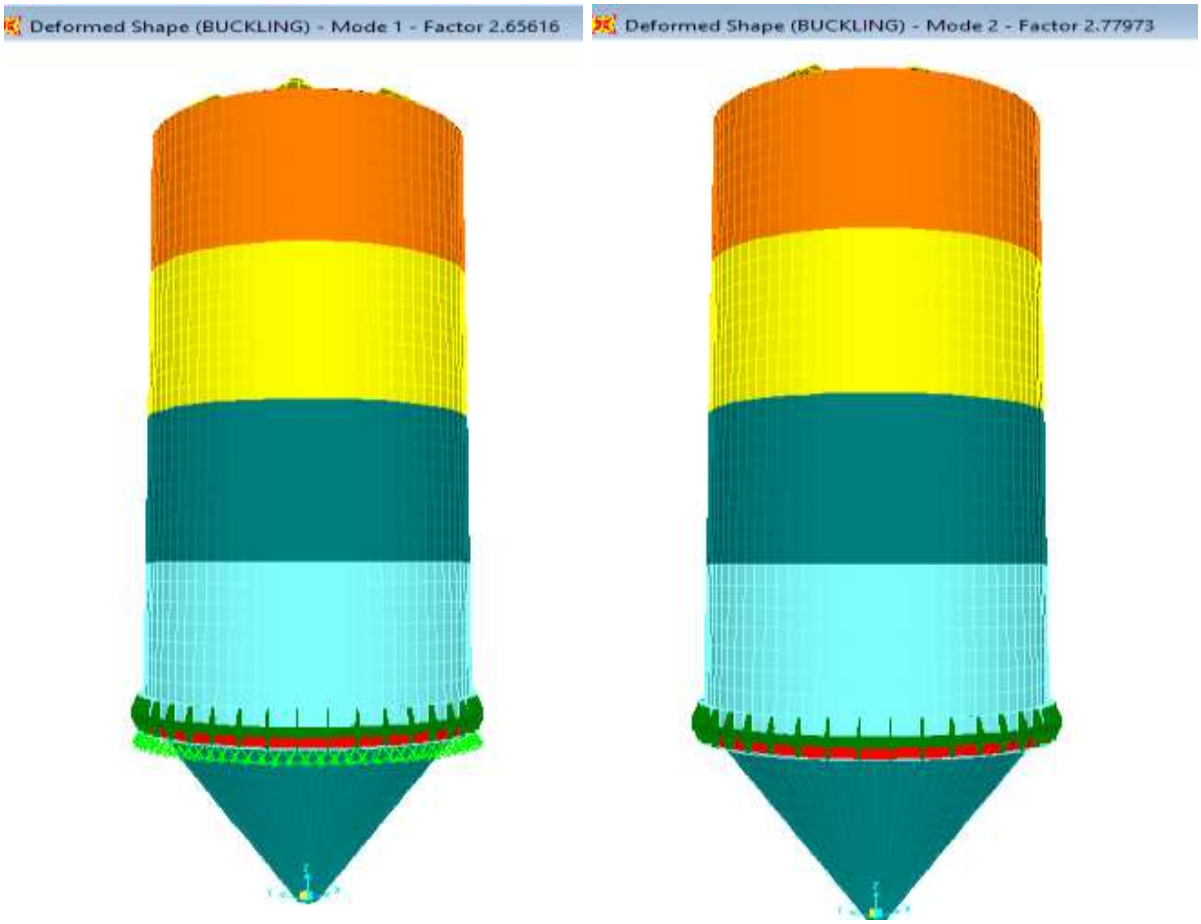


Figure 6. 1st and 2nd Buckling Modes of Silo, [2], 2023.

To Silo, the non-linear P-delta stress analysis was applied to the shells. Then, buckling analysis was carried out under various loading conditions. From analysis "buckling modes" were obtained. Structure results showed that the structure is resistant against the buckling. In the shell stress's part, also the first two modes, which are the most critical, of buckling cases are illustrated. Figure 6 shows 1st and 2nd Buckling modes of silo. Buckling situation is not critical for this silo because buckling factors are greater than 1. In the figure 7, lateral displacement value of the steel silo under earthquake load is illustrated. Since structural behavior factor for silo is q=1.5 and for both directions displacement values and q factor are same, calculation was done for once. Inelastic displacement Δ_d=0.5137 cm was multiplied with q factor and elastic displacement value was obtained. ($\delta = \Delta_d * q = 0.5137*1.5 = 0.77055$ cm) Then this value was divided to the height of the structure: $\delta/H = 0.77055 / 2680 = 0.00288 < 0.02$. The drift ratio satisfied the limit value.

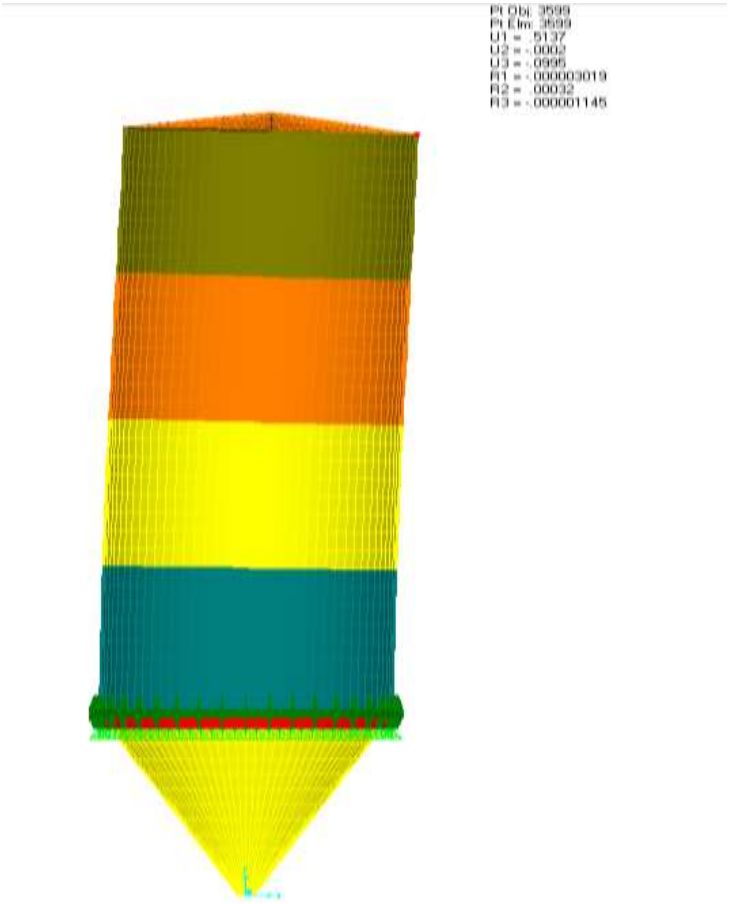


Figure 7. Drift Check of Silo, [2], 2023.

4. GENERAL REVIEW AND CONCLUSIONS

Discussions include silo corrosion and loadings for filling and discharging. While the horizontal seismic loads can be more important for massive and long silos, the wind loads can often be beneficial for empty and light silos. **[7]** Due to the silo's dimensions, only earthquake loads with fill and discharge loads are considered in this silo. Steel silo walls are treated separately from steel braces and columns. Through nonlinear time-history analysis, their seismic performance may be tested with lumped plastic hinges. Lateral drift is a serious problem for silo parts, and the 2% limit is strictly adhered to. At the outset of this work, the primary causes of deterioration in silos are reviewed. One of the most significant failure modes is buckling. Thus, buckling modes are calculated and they are greater than 1. This proves that buckling is not a thread for this silo. And finally, Von Mises stresses of all parts are checked. Although corrosion tolerance was considered, steel plate thicknesses are enough to carry all forces.

REFERENCES

[1] American Society of Civil Engineers, ASCE*7-16 Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*, Virginia, United States, 2016.

[2] Computers and Structures, Inc. (CSI), SAP *2000 Analysis Reference Manual Version 17,* Berkeley, CA, USA, 2014.

[3] Doğangün A., Karaca Z., Durmuş A., & Sezen H., Cause of Damage and Failures in Silo Structures, J. Perform. Constr. Facil, 2009, 23(2): 65-71.

[4] European Committee for Standardization, Eurocode *1, Actions on structures*, Brussels, Belgium, 1991.

[5] European Committee for Standardization, Eurocode *8, Design of structures for earthquake resistance, Part 4: Silos, tanks and pipelines*, Brussels, Belgium, 2003.

[6] http://uskamuhendislik.com/projelerimiz/
(Erişim tarihi: 28.01.2023)

[7] Kanyılmaz A. & Castiglioni C. A., Reducing the seismic vulnerability of existing elevated silos by means of base isolation devices, Engineering Structures, 143(2017) 477–497.

[8] Kılıç, S., *Endüstriyel Yapılarda Yatay Geniş Tanklar ile Dikey Narin Siloların Deprem Esnasındaki Davranışlarının ve Farklı İzolatör Tipleriyle Güçlendirilmesinin İrdelenmesi,* Doktora Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Kocaeli, 2022.

[9] Kılıç, S., *The Investigation of the 25 Percent Rule in Concentrically Brace Frame Dual System with Special Moment Frame,* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2015.

[10] Kılıç, S., Akbas, B., Paolacci, F., & Shen, J., Seismic Behavior of Liquid Storage Tanks with 2D and 3D Base Isolation Systems, Structural Engineering and Mechanics, September, 10,9, 2022.

[11] Kılıç, S., Akbas, B., & Zülfikar, A.C., *The evaluation of Seismic Behavior of Broad Tanks Subject to Strong Ground Motions Scaled with Different Approaches,* 6th International Conference on Earthquake Engineering and Seismology, 42-51, Gebze, 2021.

[12] Kılıç, S., Akbas, B., Uckan, E., & Çakır, F., *Endüstriyel Yapılarda Yatay Geniş Tanklar ile Dikey Narin Tankların Deprem Esnasındaki Davranışlarının ve Farklı Sismik Yalıtım Sistemleriyle Tasarımlarının İrdelenmesi,* 9.Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 345-352, İstanbul, 2021.

SEISMIC DESIGN PRINCIPLES COMPARISON OF EUROCODE 8 AND TBDY-18

DR. SAMET KILIÇ [1]

[1] USKA Engineering Ltd., 0000-0001-8089-9738

ABSTRACT

In recent decades, many moderate size earthquakes have occurred in Europe: Italy, Albania, Croatia, Greece etc. In those events, there were some casualties. Even though North Anatolian Fault have much possibility to produce stronger motions, there are several seismic-prone zones in Europe like Balkans. Thus, seismic design is crucial for European countries. Reinforced concrete buildings are the most common structures used in residential, public, infrastructure and industrial facilities. Their survival after a strong ground motion is vital. The most common damage types seen after events were story mechanisms, brittle collapses. In order to prevent these failures, ductility principals are very important for earthquake resistant buildings. In this paper, reinforced concrete structures are discussed. Rather than choosing multi-story building, single-story building is examined. The aim is only comparing the seismic design codes of Turkey and Europe. In the study, a concrete structure was designed according to Eurocode 8 and additionally the seismic design principals defined in Eurocode 8 were compared the ones in TBDY-18. In recent studies, the differences between codes in terms of non-linear analysis procedures have been investigated commonly. However, there are some absences in searching linear analysis terms. For this reason, this paper will only focus on linear analysis approaches. The conditions like spectrum, combination definitions, minimum reinforcement rules, response modification factors and importance classes are compared. In addition to this, nonlinear p-delta analysis was considered. SAP 2000 finite element software was used to perform the calculations. The structure was evaluated by using PMM ratios, story drifts, reinforcement ratios, and member stress limits.

Key Words: Reinforced Concrete Structure, Eurocode Seismic Design, TBDY-18 Seismic Design.

2. INTRODUCTION

South-Eastern countries of Europe are under higher tectonic risks. In Italy, Albania, Croatia, Greece, a few moderate size earthquakes have occurred. As a result, there were both material losses and loss of life. To minimize those risks, earthquake resistant buildings are necessary. To supply this, in European countries, for seismic design Eurocodes **[3]** are used, in Türkiye TBDY-18 **[9]** is used. There are some differences in assumptions in these codes. Kılıç et al. **[5-7]** compared various seismic design codes including Eurocodes **[3]** and TBDY-18 **[9]** in term of damping, spectrum definitions, nonlinear time history principles etc. Tola investigated in her thesis steel design approach differences between these two codes **[8].** But in this study, reinforced concrete structures are the main concern. They are one of the most common used structures in this region. SAP 2000 **[2]** was used to get those results. In figure 1 below, finite element model view is presented. One of the most important differences between codes is combination difference and checking members principles. In Eurocode **[3]**, reinforced concrete members are also evaluated under service combinations for allowable stress limits. For this reason, a special software Gala Reinforcement developed by Alashki **[1]** was used to verify results. PMM ratios, story drifts, reinforcement ratios, and member stress limits are control parameters.

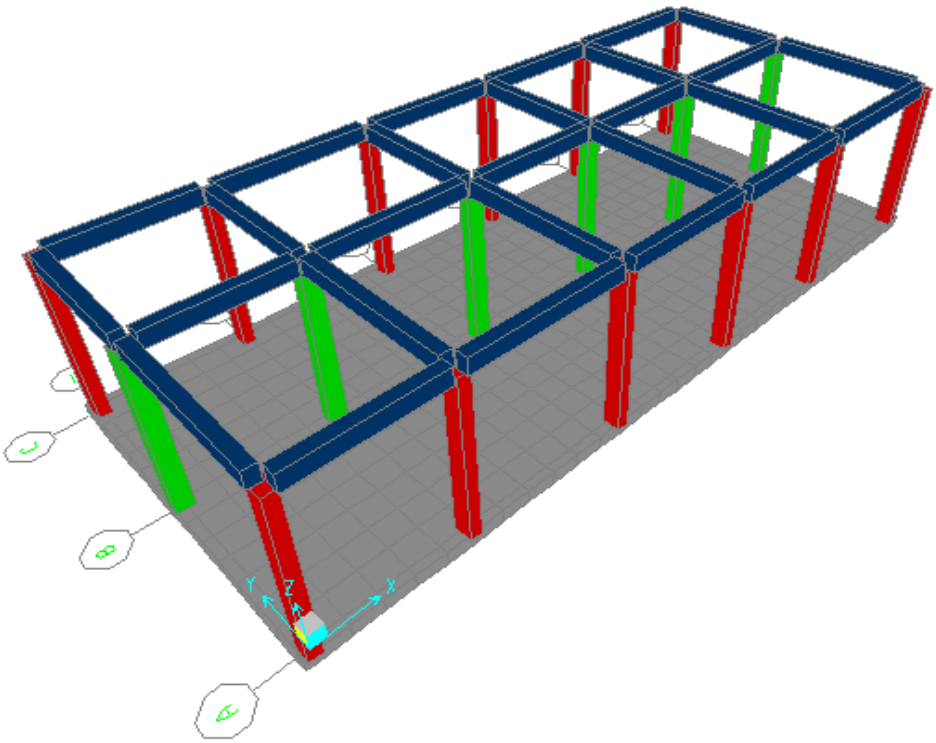


Figure 1. FEM Model View, [2], 2023.

2. NUMERICAL CALCULATIONS

2.1. Dead, Live and Earthquake Loads

As a structural concrete, Fc28 was used. Cylindrical characteristic strength of concrete at 28 days is 27 MPa. Partial safety factor on the concrete is 1.15 and partial safety factor on steels is 1. Self-weight of all permanent construction parts, all materials and equipment permanently fastened. Material safety factors are same in TBDY-18 **[9]**. On the other hand, concrete quality classification is different. Cover load is 300 kg/m^2 for roof, 200 kg/m^2 for foundation. Live loads uniformly distributed on floors are 500 kg/m^2.
The seismic design will be carried out according to Eurocode **[3]**. Figure 2 depicts PGA distribution in Europe and Mediterranean Area.

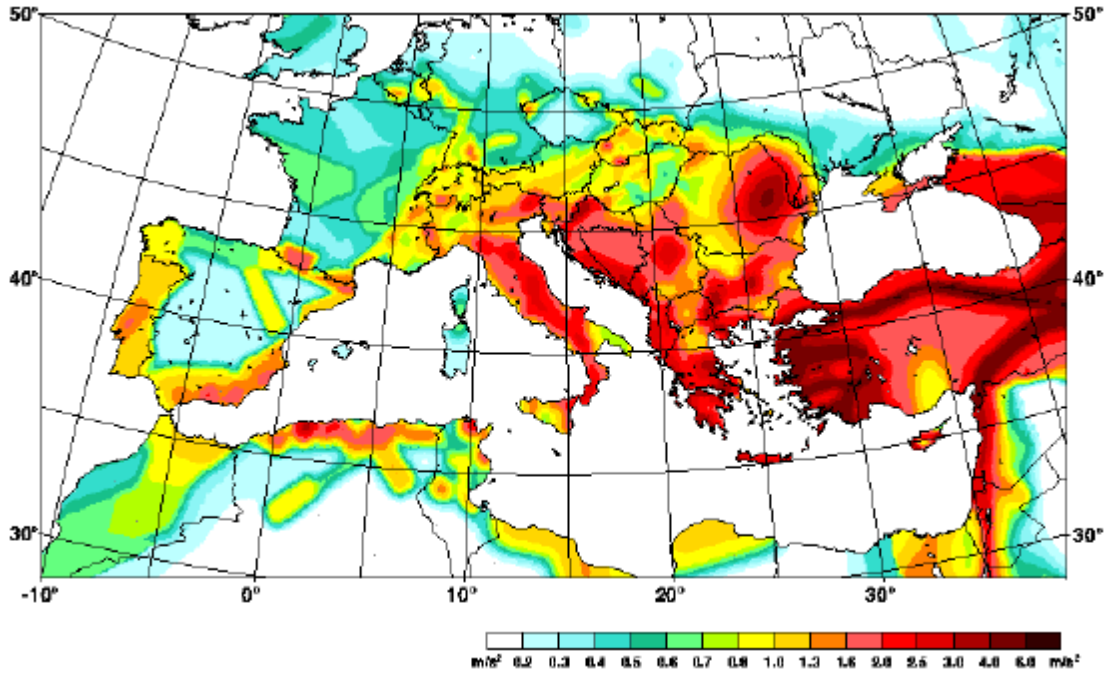


Figure 2. The PGA Distribution in Europe and Mediterranean Area, [5], 2023.

Earthquake loads are calculated in accordance with Eurocode **[3]**. The structure is in the earthquake zone III, importance class is II for ordinary buildings. A_0 is chosen as 0.25. For this reason, importance factor is accepted as 1. There are four different importance class in Eurocode **[3]** and the factors are 0.8, 1, 1.2 and 1.4. On the contrary, In TBDY-18 **[9]** there are three classes, and the importance factors are 1, 1.2 and 1.5. Also, rather than defining earthquake zones like Eurocode 8 **[3]**, there are short period and 1.0 period acceleration definitions depending on geographical coordinates. C ground class is selected from four different choices. In TBDY-18 **[9]**, six soil classes are defined. Moment resisting space frames with rigid masonry infill walls (1.b) are chosen as lateral load bearing system. Structural behavior factor for structure is q_x=3.5 and q_y=3.5 from Eurocode **[3]**. In TBDY **[9]**, the behavior factor is independent from masonry walls, but the wall construction method influences drift ratio calculation. Two different approaches supply same ductility indirectly. Average dynamic amplification factor is 2.2 for structure used in this paper. For non-sway reinforced concrete

structures, average dynamic amplification factor can be 2-2.5 and response modification factor could be 4 in TBDY **[9]**. Another different definition is critical damping value. In TBDY **[9]**, this value is constant and 5%, in Eurocode **[3]**, there is a calculation method containing damping correction factor. For this paper, "η" correction factor is calculated as 0.88 and "ξ" critical damping ratio is selected 7%. Figure 3 shows Eurocode-based spectrum curve.

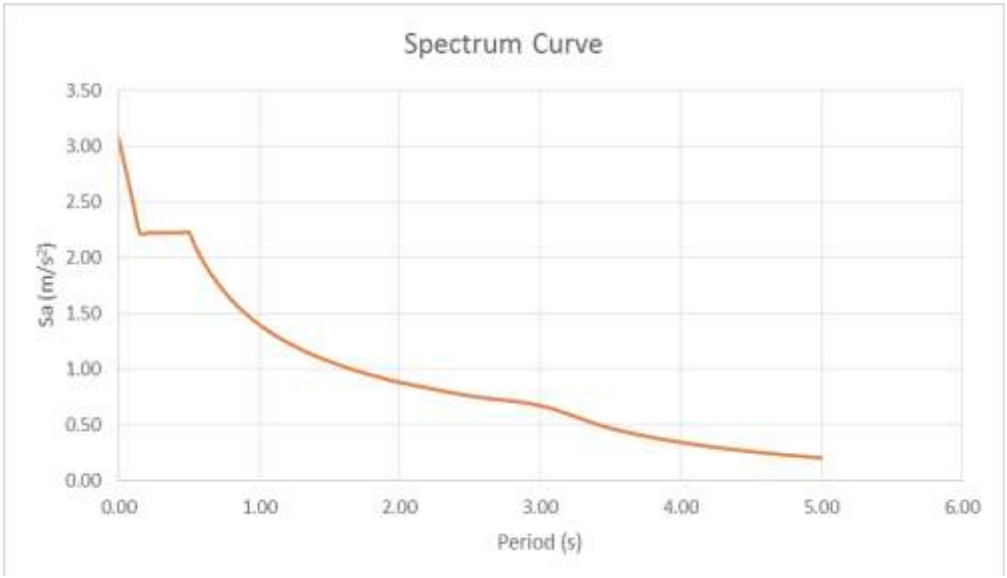


Figure 3. Spectrum Curve, [3], 2023.

2.2. Load Combinations and Other Definitions

The method of spectral modal analysis was used in analysis. For the structures represented by planes models in two orthogonal directions, the number of vibration modes to be adopted in each of the two directions of excitation must be such that: The sum of the effective modal masses for the selected modes is equal to at least 90% of the total mass of the structure; or that all modes having an effective modal mass greater than 5% of the total mass of the structure are used to determine the total response of the structure **[3]**. The minimum modes to remember is three in each direction considered. In TBDY-18 **[9]**, 95% participation of modes is expected and all modes having an effective modal mass greater than 3% of the total mass of the structure should be considered. There are five building description for live load participation of mass source in Eurocode **[3]**, this is indicated with a coefficient β. For the β coefficient, depending on nature and duration of the general-purpose load it adopted the coefficient 0.6. Because its category is another building no special aimed. This therefore implies that during seismic action, the mobilized overload general use is 60%. In TBDY-18 **[9]**, there are three different coefficients for mass source: 0.3, 0.6 and 0.8. There are some extra explanations for the specific live loads like crane loads and special equipment loads. Table 1 shows load combination according to Eurocode **[3]**. Dead, Live and Temperature load coefficients are different from Turkish codes. Also, there are some action variables: Ψ_0=1, Ψ_1=0.9 and Ψ_2=0.8. Irregularity in plan and elevation is same.

Table 1. Load Combinations

No	G	Q1	Q2	Qi	Ex	Ey	T	SLS	ULS	GEO	
1	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	■	■	■	← G+ Q1 + ψo Qi
2	1.35	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		■	■	← 1.35 G+ 1.5 Q1 + 1.5 ψo Qi (%100 DYN)
3	1.35	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00		■	■	← 1.35 G+ 1.5 Q2 + 1.5 ψo Qi (%50 DYN)
4	1.00	0.00	0.00	No	1.00	0.30	0.00	■	■	■	← G+ ψ1 Q1 + ψ2 Qi + E
5	1.00	0.00	0.00	No	-1.00	0.30	0.00	■	■	■	
6	1.00	0.00	0.00	No	1.00	-0.30	0.00	■	■	■	
7	1.00	0.00	0.00	No	-1.00	-0.30	0.00	■	■	■	
8	1.00	0.00	0.00	No	0.30	1.00	0.00	■	■	■	
9	1.00	0.00	0.00	No	-0.30	3.00	0.00	■	■	■	
10	1.00	0.00	0.00	No	0.30	-1.00	0.00	■	■	■	
11	1.00	0.00	0.00	No	-0.30	-1.00	0.00	■	■	■	
12	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	■	■		← G+ Q1 + ψo T
13	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.60	■	■		
14	1.35	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90		■		← 1.35 G+ 1.5 Q1 + 1.5 ψo T (%100 DYN)
15	1.35	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.90		■		
16	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	■	■		← G+ T + ψo Q1
17	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	■	■		
18	1.00	0.00	0.00	No	0.00	0.00	0.00	■		■	← G+ ψ1 Q1 + ψ2 Qi
19	1.00	No	0.00	No	0.00	0.00	0.00	■		■	← G+ ψ2 Q1 + ψ2 Qi

Estimation of the fundamental period of the structure is another difference between two codes. This calculation depends on the height of the structure and a coefficient C_T. In Eurocode **[3]**, there is a table given for different structural systems. C_T coefficient is taken 0.075. If TBDY-18 **[9]** was used instead this coefficient would be 0.1.

3. RESULTS

Table 2. Modal Results

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.312313	0.99441	0.00281	0.99441	0.00281
MODAL	Mode	2	0.30952	0.00312	0.99167	0.99753	0.99448
MODAL	Mode	3	0.266775	0.00212	0.00359	0.99965	0.99807
MODAL	Mode	4	0.074616	0.0000506	0.00054	0.9997	0.99861
MODAL	Mode	50	0.017486	3.152E-08	0.00001075	0.99992	0.99987

In table 2 modal results are presented. **[2]** According to this result, mass sum conditions defined in codes are supplied. Inter-story drifts are relevant with non-structural elements in both codes however Eurocode **[3]** defined three different cases: ductile, brittle and no interfering while there are two cases: interfering and no interfering in TBDY-18 **[9]**. In x direction story drift is 0.00257 and 0.000123 in y direction and they are below than allowable limits. The resulting seismic forces obtained by combination of the modal values should not be less than 80% of the

resultant of the seismic forces determined by the equivalent static method. In TBDY **[9]** this coefficient depends on torsional irregularity and can be 0.8 or 0.9. Table 3 shows base reactions **[2]**.

Table 3. Base Reactions

OutputCase	Case Type	StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	GlobalMX	GlobalMY
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
EX	LinStatic		-1519.29	0.00	0.00	0.00	-9465.17
EY	LinStatic		0.00	-1519.29	0.00	9465.17	0.00
SPECX	LinRespSpec	Max	1704.33	12.12	6.28	88.91	10449.41
SPECY	LinRespSpec	Max	12.12	1700.01	25.59	10487.33	353.91

Spec X / EX=1.12>0.8 √ Spec Y / EY=1.12>0.8 √

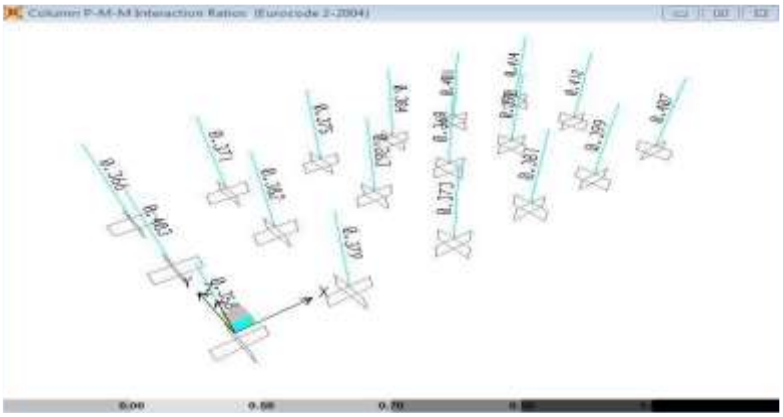


Figure 4. Column PMM Ratios, [2], 2023.

Figure 4 illustrates Column PMM Ratios. Minimum reinforcement for columns in Eurocode **[5]** is 0.9. This ratio is 2.09% for the columns in this paper. It is 1% in TBDY **[10].** There is a limitation for normalized axial compression forces in columns in all codes. It is $0.65*A_c*f_{cd}$ in Eurocode **[5]** and $0.4*A_c*f_{cd}$ in TBDY-18 In figure 5, beam longitudinal reinforcement area information is presented.

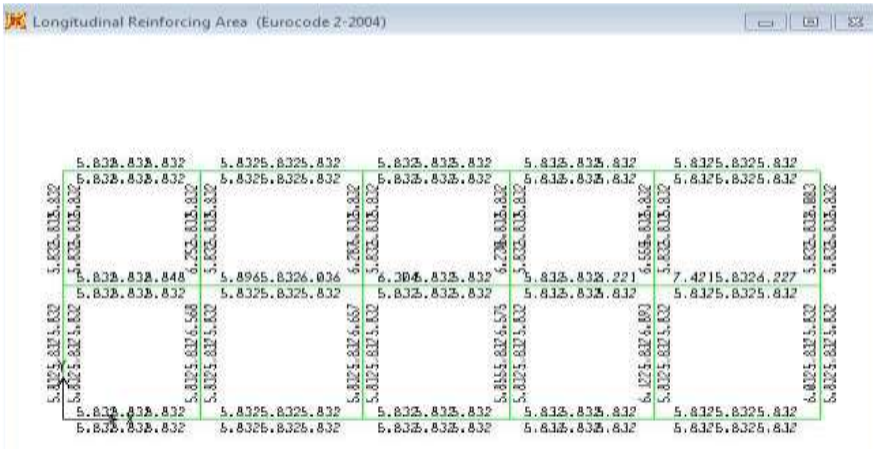


Figure 5. Beam Longitudinal Reinforcement Area, [2], 2023.

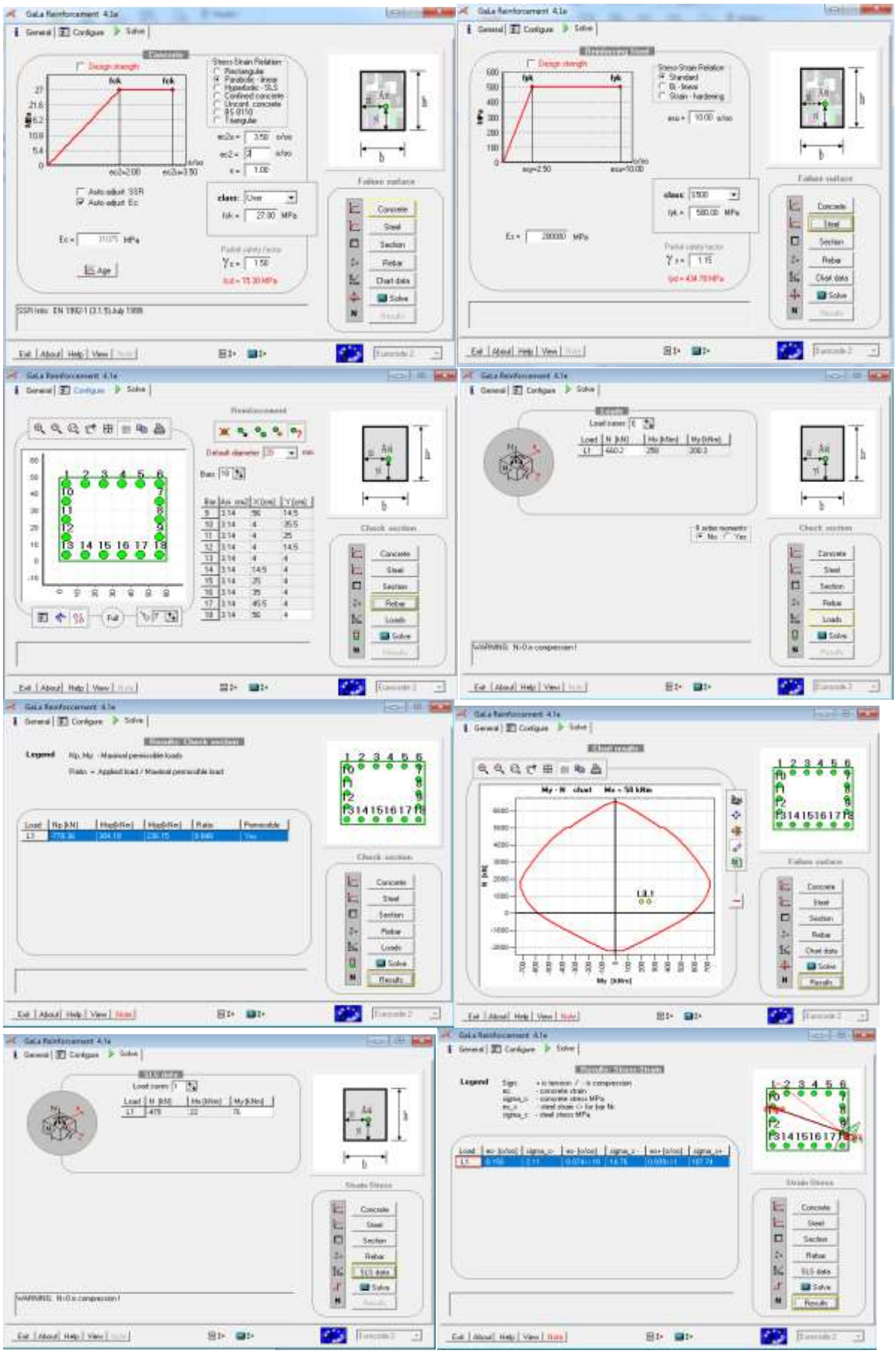


Figure 6. Gala Reinforcement Calculations, [1], 2023.

In figure 6, Gala Reinforcement **[1]** calculations are shown. Although, all the ultimate limit state (ULS) calculations were done in SAP 2000 finite element software **[2]**, according to Eurocode **[3]**, these member checks should be repeated under the serviceability (SLS) limit combinations to justify results and control the concrete compression and steel rebar tension strain limits. For one column, SLS concrete control example is given: $\sigma_c = 2.11$ N/mm^2 $\leq 0.6 * f_{cj} = 0.6 * 27 = 16.2$ N/mm^2. Also, a steel rebar control example is given: $\sigma_s \leq$ min (2/3 * f_e; 110*(η*f_{tj})1/2) = (333 N/mm^2; 207 N/mm^2) $f_e = 500$ N/mm^2, $\eta = 1.6$, $f_{cj} = 27$ N/mm2, $f_{tj} = 0.6 + 0.06\ f_{cj} = 2.22$ N/mm^2, $\sigma_s = 187.74$ N/mm^2 ≤ 215 N/mm^2. σ_c, σ_s, f_e and f_{cj} represent allowable concrete compression stress, allowable steel tension stress, steel rebar quality and allowable concrete tensile stress successively. Slab and mat foundation design are neglected for this study. While making these calculations, the non-linear P-delta analysis was applied to the model.

4. GENERAL REVIEW AND CONCLUSIONS

If we compare the two codes in general, we see that ductile design principles are taken into account in both codes. In Eurocode **[3]**, structural importance class, structural behavior coefficient, critical damping etc. The coefficients are given by with more detailed classification. In addition, the coefficients given in TBDY 18 **[9]** seem more conservative. While elastic spectrum definition is made locally in Eurocode **[3]** for a few types of seismic zones, in TBDY 18 **[9]** it is created with 1 second and short period accelerations depending on geographical coordinates. Soil class numbers are also different from each other in the two codes. Loading combinations and related checks are done in Eurocode **[3]** for both SLS and ULS and suitable load combinations, whereas it is done only for one condition in TBDY 18 **[9]**. Modal analysis conditions are very similar. Turkish code is more conservative for this case. As a result, both regulations are arranged to prevent problems that can cause brittle collapses. However, there are some minor changes in calculations and most of the controls like inter-story drift check leads structural engineers to reach same results either explicitly or implicitly.

REFERENCES

[1] Alashki, I., Gala *Reinforcement v 4.1.e*, Sofia, Bulgaria, 2002.

[2] Computers and Structures, Inc. (CSI), SAP *2000 Analysis Reference Manual Version 17*, Berkeley, CA, USA, 2014.

[3] European Committee for Standardization, Eurocode *1, Actions on structures*, Brussels, Belgium, 1991.

[4] https://www.google.com/search?q=avrupa+sismik+haritas
(Erişim tarihi: 29.01.2023)

[5] Kılıç, S., *Endüstriyel Yapılarda Yatay Geniş Tanklar ile Dikey Narin Siloların Deprem Esnasındaki Davranışlarının ve Farklı İzolatör Tipleriyle Güçlendirilmesinin*

İrdelenmesi, Doktora Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Kocaeli, 2022.

[6] Kılıç, S., Akbas, B., & Zülfikar, A.C., *The evaluation of Seismic Behavior of Broad Tanks Subject to Strong Ground Motions Scaled with Different Approaches,* 6th International Conference on Earthquake Engineering and Seismology, 42-51, Gebze, 2021.

[7] Kılıç, S., Akbas, B., Paolacci, F., & Shen, J., Seismic Behavior of Liquid Storage Tanks with 2D and 3D Base Isolation Systems, Structural Engineering and Mechanics, September, 10,9, 2022.

[8] Tola, S., *Türk ve Avrupa standartları uyarınca mevcut çelik bir yapının zaman tanım aralığında deprem kayıtları da kullanılarak deprem analizlerinin değerlendirilmesi,* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2015.

[9] Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, TBDY, Ankara, Türkiye, 2019.

A NOVEL NONLINEAR CONTROL DESIGN FOR SHOOT-THE-MOON GAME TABLE

UĞUR HASIRCI [1], ÇAĞDAŞ TUNCEROĞLU [2]

[1]Düzce University, Engineering Faculty,– 0000-0001-5419-5083

[2]Düzce University, Engineering Faculty, - 0000-0001-8503-7694

ABSTRACT

Shoot-the-Moon Game Table attracts researchers' attention due to its interesting dynamical model. It consists of a ball Rolling between two rods and this structure brings a number of interesting dynamic behavior properties. Its model is nonlinear and also exhibits nonholonomic behavior. This study concerns a nonlinear position controller design for the Shoot-the-Moon Game Table. The controller aims to keep the position of the ball tracking a desired trajectory. Stability of the controller has been analyzed by using Lyapunov Stability Theory. Some future prospects, especially on the nonholonomic behavior of the system, have been also presented.

Keywords : Shoot-the-Moon Game Table, Nonlinear Control, Backstepping.

1. INTRODUCTION

Shoot-the-Moon Game Table is a wooden game board. It has many producer but a single and simple structure: two rods and ball moving between them. Figure 1 shows structure of the game table, which is taken from Grand Rapids Public Museum's digital collections [1]. Main aim of the game is to control the ball's position and speed by using two rods to drop it to largest hole at the base of board, which is Moon.

Even if it is a globally popular game table, it also attracts attention of many researchers due to its interesting dynamic properties. A very useful dynamic model proposed in [2] reveals three important aspects of the system; its dynamical model is

- Nonlinear,
- Nonholonomic, and
- Underactuated.

A very detailed discussion of these properties is also given in [3]. Modeling approach mentioned here is based on Lagrangian approach for nonholonomic systems described in [4-6].



Figure 1. Shoot-the-Moon Game Table [1].

This game table provides a very useful tool for researchers to design and implement some controllers for nonlinear and nonholonomic systems. Instead of using complex and high cost tools, the Shoot-the-Moon game table allows researchers to study on performance investigation of various control and estimation schemes for nonlinear and nonholonomic systems. It is also a perfect engineering education tool for mechanical, electrical and computer engineering students. Indeed, its importance for engineering students is well defined in [7] but no dynamical model has been proposed. The first dynamical model is given in [2].

In this study, a simplified model of the Shoot-the-Moon game table is presented based on the detailed model given in [2]. The dynamical model described in the following section focuses on the functions and dynamic properties of the system instead of Euler-Lagrangian approach. After that, design of a nonlinear position and velocity tracking controller for this system is presented. This study concerns a nonlinear position controller design for the Shoot-the-Moon Game Table. The controller aims to keep the position of the ball tracking a desired trajectory. Stability of the controller has been analyzed by using Lyapunov Stability Theory. Some future prospects, especially on the nonholonomic behavior of the system, have been also presented at the last section of the paper.

2. SYSTEM MODEL

To provide a state-space model of the system, a 3D sketch of the system provided by [8] is given in Figure 2, and also, based on Figure 2, a sketch that shows the principal parameters of the system is given in Figure 3.



Figure 2. A 3D sketch of the system [8].

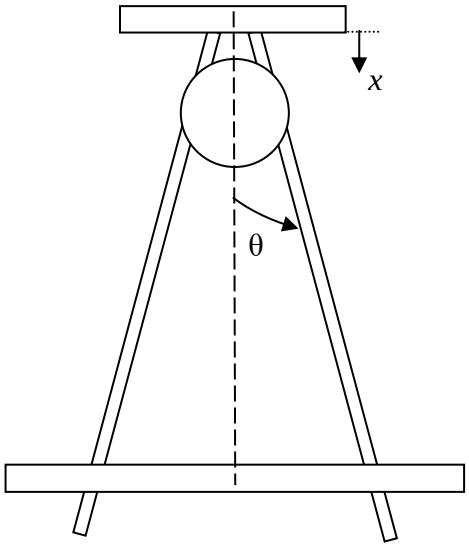


Figure 3. Top view of the system.

As illustrated in Figure 3, x is the displacement (position) of the ball, and θ is the angle between any of rods and x-axis. Based on the model presented in detail in [2] and [3], the system model can be simply expressed as

$$\ddot{x} = g(x,\theta) \tag{1}$$

where the function $g(\bullet)$ is is a function of measurable variables x and θ, and also some known parameters. Explicit form of the function $g(\bullet)$ and also the assumptions of the model are given in [2] and [3]. Since the Euler-Lagrangian modeling of the system is beyond the scope of this study, its simplest form is given here. The function $g(\bullet)$ contains nonlinear and nonholonomic components. So the system is a nonlinear dynamical system.

To get a state-space model of this second-order system, state variable can be defined as follows.

$$\begin{aligned} x_1 &= x \\ x_2 &= \dot{x} \end{aligned} \tag{2}$$

where their first derivatives are

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= g\left(x_1, \theta\right) \end{aligned} \tag{3}$$

Equation (3) defines the state-space model of the system.

3. CONTROL PROBLEM DEFINITION

Physical definition of the control problem for the Shoot-the-Moon game table is to drive the ball to a certain point or trajectory by using rods, i.e., by regulating the angle between any of roads and x-axis. Mathematical definition of the control problem can be expressed as "drive x_1 to a desired trajectory, x_{1d}, by using the control input signal, θ".

To evaluate the performance of the controller to be designed in the following section, an error signal can be defined as

$$e = x_1 - x_{1d} \tag{4}$$

From the definition given in (4), the error signal defines the difference between the desired value of position of the ball and its actual value at any time instant. The controller tries to drive this error signal to zero as time goes infinity. In that way, the actual position will follow the desired position.

4. CONTROL DESIGN

The challenge of the control design for the system given in Equation (3) is that the control input signal appears in the second state equation while control objective is to stabilize the first state equation. In such cases, Backstepping Technique [9] provide a useful design tool for a control designer. The controller to be designed here is an exact model knowledge controller. This means

that during controller design it is assumed that all the system parameters are known and all the states are measurable. Many estimation and control schemes are available in the literature for the systems with some unknown parameters [10-14] for many types of systems.

Time derivation of the error signal given in Equation (4) is

$$\begin{aligned} \dot{e} &= \dot{x}_1 - \dot{x}_{1d} \\ &= x_2 - \dot{x}_{1d} \end{aligned} \tag{5}$$

To be able to apply the Backstepping Technique to the system, adding and subtracting a virtual control input, ϕ, to the right-hand side of Equation (5) yields

$$\dot{e} = x_2 - \dot{x}_{1d} - \phi + \phi \tag{6}$$

Defining

$$h = x_2 - \phi \tag{7}$$

and designing

$$\phi = -K_e e + \dot{x}_{1d} \quad \left(K_e \in \mathrm{R}_+^1 \right) \tag{8}$$

yields the final dynamics for e as

$$\dot{e} = -K_e e + h \tag{9}$$

Investigating h dynamics yields

$$\begin{aligned} \dot{h} &= \dot{x}_2 - \dot{\phi} \\ &= g\left(x_1, \theta\right) + K_e \dot{e} - \ddot{x}_{1d} \\ &= g\left(x_1, \theta\right) - K_e e + K_e h - \ddot{x}_{1d} \end{aligned} \tag{10}$$

To stabilize the system, one can not directly design θ by using the equation above. For this reason, let call the function containing control input signal as u_a, axuliary control input signal.

$$u_a = g\left(x_1, \theta\right) \tag{11}$$

Then the final dynamics for h_1 will be

$$\dot{h} = u_a - K_e e + K_e h_1 - \ddot{x}_{1d} \tag{12}$$

Selecting Lyapunov candidate as

$$V = \frac{1}{2} e^2 + \frac{1}{2} h^2 \tag{13}$$

and by taking its time derivative yields

$$\dot{V} = e\left[-K_e e + h\right] + h\left[u_a - K_e e + K_e h - \ddot{x}_{1d}\right] \tag{14}$$

At this point, the auxiliary control input signal can be designed as

$$u_a = -K_h h - h + K_e e - K_e h + \ddot{x}_{1d} \tag{15}$$

which yields

$$\dot{V} = K_e e^2 - K_h h^2 \tag{16}$$

where K_h is a positive control gain. Considering together V and its time derivative, one can write

$$\dot{V} = -\beta V \qquad \beta \in \mathrm{R}_+ \tag{17}$$

Solution of this differential equation is

$$V(t) = V(0)\exp\{-\beta t\} \tag{18}$$

where $V(0)$ is the initial value of V, and $\exp\{\cdot\}$ is natural logarithm function. This means that V goes to zero exponentially. This also means that the variables of this function, e and h, also go to zero exponentially. Then

$$u_a = -K_h h - h + K_e e - K_e h + \ddot{x}_{1d} \quad \Rightarrow \quad u_a \in \mathrm{L}_\infty \tag{19}$$

$$\begin{aligned} e \in \mathrm{L}_\infty &\Rightarrow \phi, x_1 \in \mathrm{L}_\infty \\ h, \phi \in \mathrm{L}_\infty &\Rightarrow x_2 \in \mathrm{L}_\infty \end{aligned} \tag{20}$$

Then it is said that all signals in the closed loop system are bounded. To see the boundedness of the actual control input signal, θ, note that

$$\theta = g^{-1}(x_1, u_a) \tag{21}$$

the boundedness of x_1 and u_a is proved. By using the classical arguments of Functional Analysis, one can say that the actual control input signal is also bounded. ■

The critical point of the controller designed above is to extract the actual control input signal, θ, from the function of g to be able to implement the controller. There are many ways to do that like using Look-up tables, symbolic programming etc. in a real-time implementation of the controller.

5. CONCLUSION AND FUTURE PROSPECTS

A simplified model of the Shoot-the-Moon Game Table has been given and a nonlinear controller has been designed based on this model. By using Lyapunov-type arguments for stability analysis, it is proved that the position of the ball can be driven to a desired point or

trajectory by using a bounded control input, which is the angle between any of rods and x-axis. The designed controller guarantees that all signals in the closed-loop system are bounded.

Implementation of the controller needs taking the inverse of a known function, $g(\bullet)$, in real-time. Depending on the used hardware and software components, there are many ways to do that in real-time. The critical point is to prove that the function is invertible.

It is worthy to state that the controller designed here is an exact model knowledge controller. This necessarily means that the control design procedure assumes that all the system parameters are exactly known. But if some of the system parameters are not exactly known, then it is recommended to design an adaptive, robust or some other schemes to estimate these parameters.

It is also notable that the controller given here also assumes that all the system states are measurable. This necessarily means that the controller needs some sensors to measure the position and velocity of the ball moving between the rods. It is generally done by using a camera to measure the displacement of the ball (position) with respect to a reference point. Velocity information can be easily obtained by taking the time derivative of position measurements. But, if no camera is available, or time-derivation adds noise to the system, designing a state observer can be considered. This may eliminate the use of a camera and so decrease the cost of the controller.

As another future prospect, the nonholonomic behavior of the system can be considered. The system introduced here represents a very cheap and useful tool to work on nonholonomic behavior. This nonholonomic behavior is simply characterized by the fact that, while the ball moving through the rods, it also rolls on its own axis with angle of, say, β. So a nonholonomic controller will try to control not only x but also β. It is clear that these two parameters are highly coupled and this makes the controller design more challenging. Also the system is highly nonlinear. A designer should also offer a proper way to implement the β-controller, which is not an easy task.

REFERENCES

[1] https://www.grpmcollections.org/Detail/objects/180081 (cited: 14 January 2022).

[2] Peng, X., Groof, R.E. and Burg, T.C., *The Rigid Body Dynamics of Shoot-the-moon Game and Model-based Controller Design*, 2010 American Control Conference Marriott Waterfront, Baltimore, MD, USA, June 30-July 02, 2010.

[3] Peng, X., *Dynamics and Control of the Shoot-the-Moon Tabletop Game*, Phd Thesis, Clemson University, South Carolina, USA, 2011.

[4] Greenwood, D. T., Hamilton's Equation, *Classical Dynamics*, Courier Dover Publications, 1997.

[5] Goldstein, H., Poole, C., Safko, J., Variational Principles and Lagrange's Equations, *Classical Mechanics*, 2nd ed, Addison-Wesley, 2001.

[6] Layton, R. A., Lagrangian DAEs of Motion, *Principles of Analytical System Dynamics*, Springer, 1998.

[7] Aref, H., *Toys and Games in Mechanics Education*, XXI International Congress on Theoretical and Applied Mechanics, Warsaw, Poland, 2004, pp. 15-21.

[8] https://3dwarehouse.sketchup.com/model/b58667114cfbb8c30253285ac884966/Shoot-the-Moon-game?hl=tr (cited: 18 January 2023).

[9] Krstic, M.; Kanellakopoulos, I.; Kokotovic, P. *Nonlinear and Adaptive Control Design*. New York, John Wiley and Sons, 1995.

[10] Roman, R. C.; Precup, R. E.; Petriu, E. M. Hybrid data-driven fuzzy active disturbance rejection control for tower crane systems. *European Journal of Control*. 2021, 58, 373-387.

[11] Chi, R.; Li, H.; Shen, D.; Hou, Z.; Huang, B. Enhanced P-type control: Indirect adaptive learning from set-point updates. *IEEE Transactions on Automatic Control*. 2022, doi: 10.1109/TAC.2022.3154347.

[12] Qi, Z.; Shi, Q.; Zhang, H. Tuning of Digital PID Controllers Using Particle Swarm Optimization Algorithm for a CAN-Based DC Motor Subject to Stochastic Delays. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2020, 7, 5637-5646.

[13] Luo, Q.; Nguyen, A. T.; Fleming, J.; Zhang, H. Unknown Input Observer Based Approach for Distributed Tube-Based Model Predictive Control of Heterogeneous Vehicle Platoons. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 2021, 70, 2930-2944.

[14] Shi, Q.; Zhang, H. Fault Diagnosis of an Autonomous Vehicle With an Improved SVM Algorithm Subject to Unbalanced Datasets. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2021, 68, 6248-6256.

NONLINEAR BACKSTEPPING CONTROLLER DESIGN FOR A MEMRISTOR-BASED OSCILLATOR

UĞUR HASIRCI [1], ÇAĞDAŞ TUNCEROĞLU [2]

[1]Düzce University, Engineering Faculty, ugurhasirci@duzce.edu.tr – 0000-0001-5419-5083

[2]Düzce University, Engineering Faculty, cagdastunceroglu@duzce.edu.tr - 0000-0001-8503-7694

ABSTRACT

This study deals with the controller design for a memristor-based oscillator. This type of oscillators has a wide variety of industrial usage and also has a nonlinear dynamics. So a nonlinear exact model knowledge controller has been designed by using Backstepping design procedure based on the nonlinear state-space model of the system. Stability of the designed controller has been analyzed by using Lyapunov-type arguments. It is proved that the proposed nonlinear controller scheme globally stabilizes the system. Some future prospects have been also proposed in the paper.

Keywords : Memristor, Oscillators, Nonlinear Control, Backstepping.

1. INTRODUCTION

A memristor is a nonlinear, two-terminal electrical component that limits or regulates current flowing through a circuit. Its characteristic property is that it remembers the amount of electrical charge that previously flowing through it [1].

The term “memristor” is an abbreviation of memory resistor, i.e., a resistor having a memory effect [2]. It limits or controls the flow of electrical current in a circuit and also remembers or recollects the amount of charge that has previously flowed through it. Memristors are important because they retain memory without power, and non-volatile [3].

A memristor-based oscillator provides a very useful alternative to the classical active or passive oscillators. Well-known memristor-based oscillator has been proposed by Leon Chua in 1971 [4]. It is a chaotic oscillator is its chaotic behavior can be controlled by many controllers techniques like Backstepping [5], feedback control [6], impulsive control [7], adaptive control [8], and sliding mode control [9].

In this study, a nonlinear exact-model knowledge controller is designed for Chua’s Oscillator. The controller aims to keep the magnetic flux flowing through the memristor tracking a certain trajectory. In that way, the output of the oscillator will be stable and so the chaotic behavior will be under control.

For stability analysis, Lyapunov-type arguments are used, i.e., boundedness of all signal in the closed-loop system is proved by Lyapunov Stability Analysis. The rest of the paper is organized as follows: Section 2 provides modeling details of Chua’s Oscillator. Section 3 defines the control problem based on the model developed in Section 2. Section 4 presents the design of a

nonlinear controller for the system and also provides the stability analysis of the designed controller. The last section concludes some results and also discuss some future prospects.

2. DYNAMIC MODEL OF THE CHUA'S OSCILLATOR

There are several ways to model the dynamic behavior of Chua's Oscillator. A useful model has been presented in [9] and also used in this study. Basic circuit of the Chua's Oscillator is shown in Figure 1.

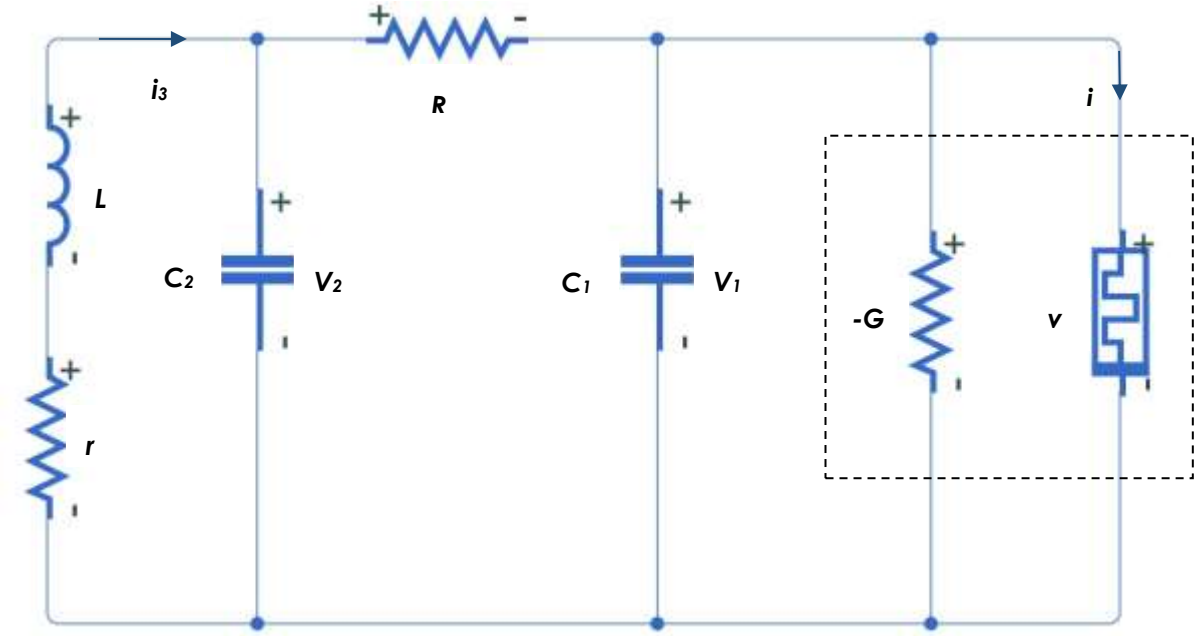


Figure 1. Chua's Oscillator

To build a state-space respresantation of the Chua's Oscillator, where ϕ is the magnetic flux created by the current, selecting the state variable as

$$\begin{aligned} x_1 &= \phi \\ x_2 &= v_1 \\ x_3 &= v_2 \\ x_4 &= i_3 \end{aligned} \tag{1}$$

and by applying a linear transformation detailed in [9], final model of the system can be obtained as

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= z_2 \\ \dot{x}_2 &= z_3 \\ \dot{x}_3 &= z_4 \\ \dot{x}_4 &= f(x) + \frac{1}{C_1} u \end{aligned} \tag{2}$$

where $f(x)$ is a function of measurable state variables and known parameters. Its explicit form is given in [9]. The state-space representation with 4 state variable given by Equation (2) can

be used for problem definition and controller design, which are given in subsequent sections, respectively.

3. CONTROL PROBLEM DEFINITION

The basic control problem for the system given in Equation (2) is to drive z_1 to a desired trajectory z_{1d}. In that way, the flux flowing through the memristor will be under control for controlling the chaotic behavior.

Note that the control input signal in Equation (2) appears in the last equation while the control objective is to stabilize the first state variable. In such cases, Backstepping Technique [10] provides a very useful tool to stabilize the system. The main philosophy behind the Backstepping Technique is to define a desired trajectory for each state variable until reaching the state equation containing the control input. Such a control design philosophy is especially useful for memristor-based oscillator since it is needed to drive all state variables, which are current, voltages and flux as stated in Equation (1), to desired value or trajectory in a memristor-based oscillator.

To evaluate the performance of the controller to be designed in the following section, a tracking error signal can be defined as

$$e = z_1 - z_{1d} \tag{3}$$

Note that if the tracking error defined in Equation (3) goes to zero as time goes to infinity, then it is said that the flux flowing through the memristor follows a bounded value or trajectory. In that way, the output of the oscillator will be under control.

4. CONTROL DESIGN

The controller to be designed here is an exact model knowledge controller. That means that it is assumed that all the system parameters are exactly known. Many estimation and control schemes are available in the literature for the systems with some unknown parameters [11-15] for many types of systems. It is also assumed that all the system states are available for measurement.

Time derivation of the error signal given in Equation (3) is

$$\begin{aligned} \dot{e} &= \dot{z}_1 - \dot{z}_{1d} \\ &= z_2 - \dot{z}_{1d} \end{aligned} \tag{4}$$

To be able to apply the Backstepping Technique, adding and subtracting a virtual control input signal, η_1, to the right-hand side of Equation (4) yields

$$\dot{e} = z_2 - \dot{z}_{1d} - \eta_1 + \eta_1 \tag{5}$$

Defining

$$h_1 = z_2 - \eta_1 \tag{6}$$

and designing

$$\eta_1 = -e + \dot{z}_{1d} \tag{7}$$

yields the final dynamics for e as

$$\dot{e} = -e + h_1 \tag{8}$$

Investigating h_1 dynamics yields

$$\begin{aligned} \dot{h}_1 &= \dot{z}_2 - \dot{\eta}_1 \\ &= z_3 + \dot{e} - \dot{\eta}_{1d} \\ &= z_3 - e + h_1 - \dot{\eta}_{1d} \end{aligned} \tag{9}$$

Again adding and subtracting another virtual control input, η_2, to the right-hand side of Equation (9) yields

$$\dot{h}_1 = z_3 - e + h_1 - \dot{\eta}_{1d} - \eta_2 + \eta_2 \tag{10}$$

Defining

$$h_2 = z_3 - \eta_2 \tag{11}$$

and designing

$$\eta_2 = -2h_1 + \dot{\eta}_{1d} \tag{12}$$

yields the final dynamics for h_1 as

$$\dot{h}_1 = -h_1 + h_2 - e \tag{13}$$

Investigating h_2 dynamics yields

$$\begin{aligned} \dot{h}_2 &= \dot{z}_3 - \dot{\eta}_2 \\ &= z_4 - g_1(z) \end{aligned} \tag{14}$$

where $g_1(z)$ is the time derivative of η_2 designed in Equation (12). Since it is all known and measurables, it was stated as a function instead of its explicit form for the sake of chasing the design procedure. Adding and subtracting a final virtual control input signal, η_3, to the right-hand side of Equation (14) yields

$$\dot{h}_2 = z_4 - g_1(z) - \eta_3 + \eta_3 \tag{15}$$

Defining

$$h_3 = z_4 - \eta_3 \tag{16}$$

and designing

$$\eta_3 = -h_2 + g_1(z) - h_1 \tag{17}$$

yields the final dynamics for h_2 as

$$\dot{h}_2 = -h_2 + h_3 - h_1 \tag{18}$$

Investigating h_3 dynamics yields

$$\begin{aligned} \dot{h}_3 &= \dot{z}_4 - \dot{\eta}_3 \\ &= f(x) + \frac{1}{C_1}u - g_2(z) \end{aligned} \tag{19}$$

where $g_2(z)$ is the time derivative of η_3 designed in Equation (17). Since it is all known and measurables, it was stated as a function instead of its explicit form for the sake of chasing the design procedure. Selecting Lyapunov candidate as

$$V = \frac{1}{2}e^2 + \frac{1}{2}h_1^2 + \frac{1}{2}h_2^2 + \frac{1}{2}h_3^2 \tag{20}$$

and by taking its time derivative yields

$$\begin{aligned} \dot{V} = & e\left[-e + h_1\right] \\ & + h_1\left[-h_1 + h_2 - e\right] \\ & + h_2\left[-h_2 + h_3 - h_1\right] \\ & + h_3\left[f(x) + \frac{1}{C_1}u - g_2(z)\right] \end{aligned} \tag{21}$$

At this point, the control input signal can be designed as

$$u = -h_3 - f(x) + g_2(z) - h_2 \tag{22}$$

which yields

$$\dot{V} = -e^2 - h_1^2 - h_2^2 - h_3^2 \tag{23}$$

Considering together V and its time derivative, one can write

$$\dot{V} = -\beta V \qquad \beta \in \mathrm{R}_+ \tag{24}$$

Solution of this differential equation is

$$V(t) = V(0)\exp\{-\beta t\} \tag{25}$$

where $V(0)$ is the initial value of V, and $\exp\{\cdot\}$ is natural logarithm function. This means that V goes to zero exponentially. This also means that the variables of this function, e and h_i's, also go to zero exponentially. Then it means $z_1 \to z_{1d}$, which is the control objective.

5. CONCLUSION AND FUTURE CONSIDERATIONS

An exact model knowledge controller has been designed and implemented for memristor-based Chuo's Oscillator. The controller guarantees that the flux flowing through memristor tracks a desired trajectory to control its chaotic nature. It is also proved that all signal in the closed-loop system are bounded.

As a future consideration, an adaptive or a robust scheme can be used if the parametric uncertainty exists in the system, that is, some parameters like resistance, capacitance, or inductance may not be known exactly. In such cases, an estimation scheme is needed.

Another point is a state observer may be needed if some or all of the state variables can not be measured. Especially flux measurement may add noise to the system. So a full-state or at least a partial-state observer may be needed for estimate the state(s).

REFERENCES

[1] https://www.techtarget.com/whatis/definition/memristor (cited: 01 February 2023).

[2] Hasegawa, T., Terabe, K., Aono, M. *Nanoionics Switching Devices*, Encyclopedia of Materials: Science and Technology (Second Edition), 2011, pp. 1-8.

[3] https://instrumentationtools.com/memristor/ (cited: 21 December 2022).

[4] Chua, L.O., Memristor-the missing circuit element, *IEEE Transaction on Circuit Theory*, 1971, **18**, *5*, pp. 507-519.

[5] Adelipoor, H., and Babaei, O.A., Stability and tracking in the new chaotic system using bakstepping method, *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 2013, **3**, *1*, pp. 446-452.

[6] Ren, H., and Liu, D., Nonlinear feedback control of chaos in permanent magnet synchronous motor adaptive, *IEEE Transaction on Circuits and Systems II: Express Briefs*, 2006, **53**, *1*, pp. 45-50.

[7] Hu, C., Jiang, H., and Teng, Z., General impulsive control of chaotic systems based on a TS fuzzy model, *Fuzzy Sets and Systems*, 2011, **174**, pp. 66-82.

[8] Jinfu, Z., Murong, J., and Xiaobing, Z., Passivity-based adaptive chaos control of a new 3D chaotic system with uncertain parameters, *International Forum on Information Technology and application (IFITA)*, 2009, **3**, pp. 57-60.

[9] Abolmasoumi, A. H., Khosravinejad, S., Chaos Control in Memristor-based Oscillators Using Intelligent Sliding Mode Control, *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 2015, **8**, pp. 192 - 197

[10] Krstic, M.; Kanellakopoulos, I.; Kokotovic, P. *Nonlinear and Adaptive Control Design*. New York, John Wiley and Sons, 1995.

[11] Roman, R. C.; Precup, R. E.; Petriu, E. M. Hybrid data-driven fuzzy active disturbance rejection control for tower crane systems. *European Journal of Control*. 2021, 58, 373-387.

[12] Chi, R.; Li, H.; Shen, D.; Hou, Z.; Huang, B. Enhanced P-type control: Indirect adaptive learning from set-point updates. *IEEE Transactions on Automatic Control*. 2022, doi: 10.1109/TAC.2022.3154347.

[13] Qi, Z.; Shi, Q.; Zhang, H. Tuning of Digital PID Controllers Using Particle Swarm Optimization Algorithm for a CAN-Based DC Motor Subject to Stochastic Delays. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2020, 7, 5637-5646.

[14] Luo, Q.; Nguyen, A. T.; Fleming, J.; Zhang, H. Unknown Input Observer Based Approach for Distributed Tube-Based Model Predictive Control of Heterogeneous Vehicle Platoons. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 2021, 70, 2930-2944.

[15] Shi, Q.; Zhang, H. Fault Diagnosis of an Autonomous Vehicle With an Improved SVM Algorithm Subject to Unbalanced Datasets. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2021, 68, 6248-6256.

A SIMPLE HARDWARE AND SOFTWARE COMBINATION FOR PRODUCING SWITCHING SIGNALS OF A THREE-PHASE INVERTER

UĞUR HASIRCI [1], CAĞDAŞ TUNCEROĞLU[2]

[1] Duzce University, Engineering Faculty,– 0000-0001-5419-5083

[2] Duzce University, Engineering Faculty, - 0000-0001-8503-7694

ABSTRACT

In many industrial applications, a 3-phase sinusoidal voltage signal at a desired frequency level is needed. The simplest way to produce this type of signal is to convert a DC signal at a DC bus to a 3-phase sinusoidal signal by using a certain type of 3-phase inverters. This type of inverter consists of many semiconductor transistors and producing the switching signals of the transistors in a proper fashion is one of the crucial steps for implementing the inverter. This study presents a simple and easy-to-implement hardware and software combination to produce switching signals of a 3-phase inverter. The inverter is specifically designed to drive an electromagnetic launcher but the proposed scheme can be used for general purposes. Experimental results of the proposed combination have been also provided.

Keywords: 3-phase inverters, Inverter design, Simulink.

1. INTRODUCTION

Recently, power electronics has seen rapid advancements, primarily driven by advancements in semiconductor devices with the ability to handle high frequency and power, as well as the use of advanced controllers that can implement complex algorithms in real-time. These advancements have resulted in cost-efficient and grid-friendly inverters [1]. One of the major challenges for researchers is minimizing the harmonics in the inverter circuits. Using pulse width modulation (PWM) control techniques is one way to decrease harmonics in the inverters. The PWM control techniques not only address the main concerns such as reduced total harmonic distortion (THD), but also addresses secondary issues like reducing electromagnetic interference (EMI), minimizing switching losses, and spreading harmonics more evenly across the frequency spectrum. Space Vector PWM (SVPWM) is the most preferred real-time method of PWM generation in recent years. The SVPWM method involves using a reference vector to generate AC signals. The amplitude and frequency of the reference vector are adjusted to obtain the desired amplitude and frequency in the AC signals. SVPWM offers more efficient use of the DC bus voltage and reduces harmonic distortion in a three-phase inverter [2].

The use of a digital signal processor (DSP) in real-time control for PWM generation results in high precision and enhanced system performance. The DSP controller offers dependability, versatility, and the ability to adapt to different control methods with the same hardware. Thus, the digital control of a three-phase inverter for controlling output AC frequency is achieved

with the help of a DSP, specifically the TMS320F28335 DSP. This DSP can be easily integrated with MATLAB, simplifying the pulse generation. It can also be customized according to pulse requirements in MATLAB [3].

The paper presents a conversion of an IGBT inverter from DC to AC using SVPWM pulses. The PWM generation process is implemented using a DSP and MATLAB interface. The paper is structured as follows: Section 2 provides the block diagram of the proposed system. The hardware design is covered in Section 3, while Section 4 deals with the DSP implementation. The paper concludes in Section 5.

2. PROPOSED SYSTEM DESIGN

Figure 1 displays the fundamental block diagram of the proposed system. The system design includes a DC Supply, a three-phase inverter using IGBTs, and a control unit. The control unit consists of the MATLAB-DSP interface to give gate signals to the IGBTs. For producing gate signals, firstly the control method to be used is modeled in MATLAB/Simulink. Then, the data generated from the model is transmitted to ePWM blocks that work in conjunction with MATLAB/Simulink and they automatically convert the generated data into codes that the DSP can use.

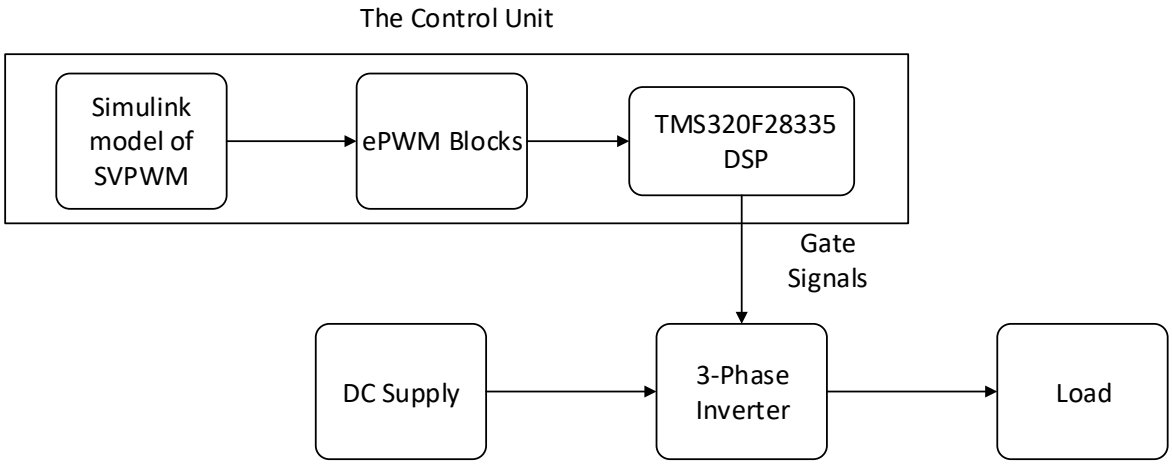


Figure 9. The block diagram of the proposed system.

3. HARDWARE DESIGN

In the implementation, a TMS320F28335 DSP card produced by Texas Instruments (TI) is used. This DSP card is a single device that combines the TMS320F28335 (DSP) and USB docking station. In Figure 2, the TI device used is shown.

The TMS320F28335 (DSP) is the core part that implements complex control algorithms, while the USB docking station provides communication with the peripheral units such as PC IGBT driver boards, and analog to digital converters (ADC). Also, the DSP has memory units such as FLASH, ROM, and RAM. It has a large library of embedded tables and software macros with separate hardware [4].

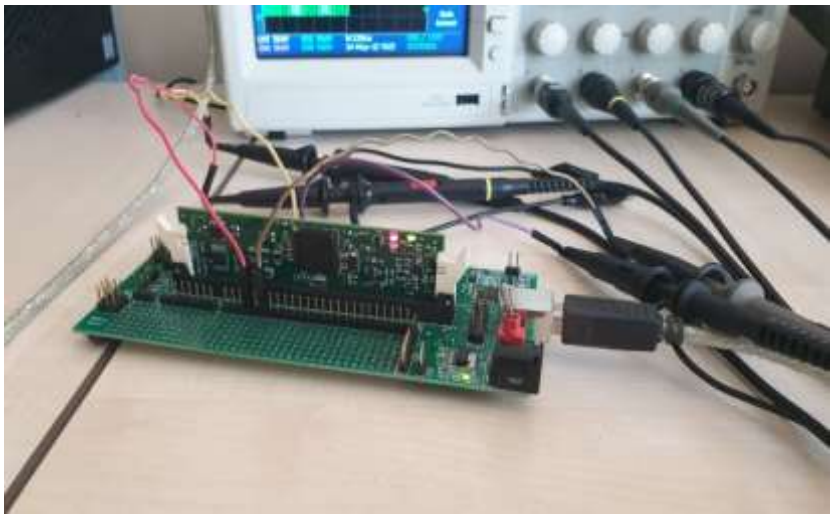


Figure 10. TMS320F28335 Experimenter Kit

4. SOFTWARE DESIGN

The TMS320F28335 processor is programmable in C/C++ and assembly languages. Writing programs for control applications of power electronics systems can be time-consuming and challenging. With the automatic code generation features of the new generation DSP development tools, programming is no longer a problem and engineers have focused on control methods. One of the most known and used software development tools is the MATLAB/Simulink program. In the simulation part of MATLAB/Simulink, if the model of the system is designed in accordance with discrete-time and real-time operation, C code can automatically be obtained from this model [5]. In the implementation, the aim is to apply the SVPWM control method to the TMS320F28335 for a 3-phase inverter. The MATLAB/Simulink model designed for the SVPWM control method is given in Figure 3.

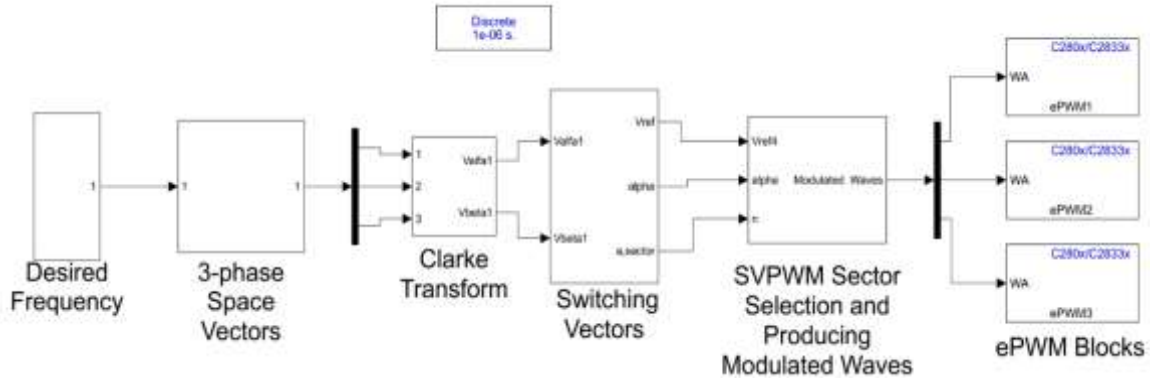


Figure 11. MATLAB/Simulink model for TMS320F28335 DSP

The desired frequency block is designed to produce the frequency characteristics needed by the researcher. It can be either constant frequency or frequency that changes in time. The internal structure of the desired frequency block is shown in Figure 4, and Figure 5 shows an example of a 200Hz constant frequency and a frequency characteristic that increases from 200 to 500.

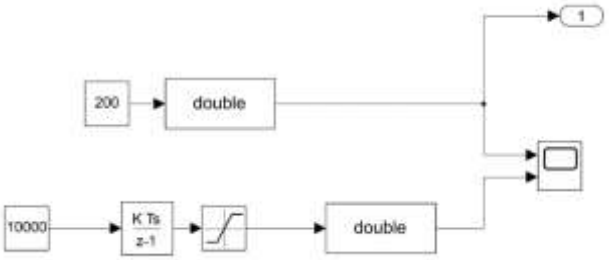


Figure 12. The internal structure of the desired frequency block

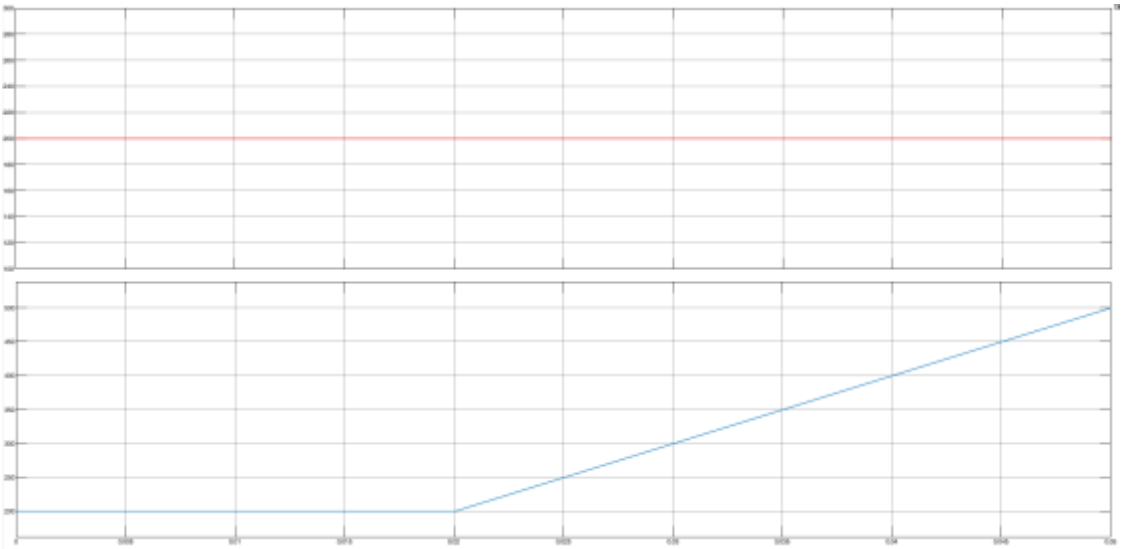


Figure 13. The 200Hz constant and 200Hz-500Hz varying frequency characteristics

The 3-phase space vectors block is created to produce 3-phase signals at frequency characteristics determined by the researcher. The blocks that convert the frequency value to 3-phase signals are shown in Figure 6. Figure 7 depicts the 3-phase signals produced for a constant frequency of 200Hz.

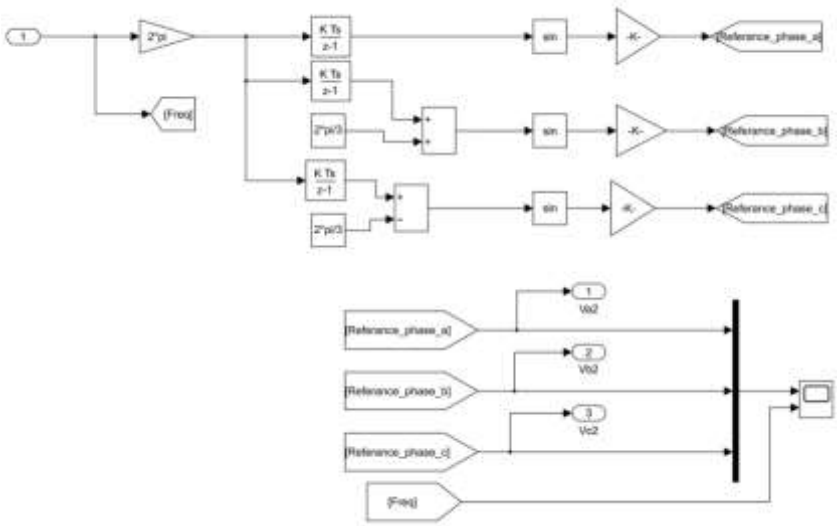


Figure 14. 3-phase signal converters blocks

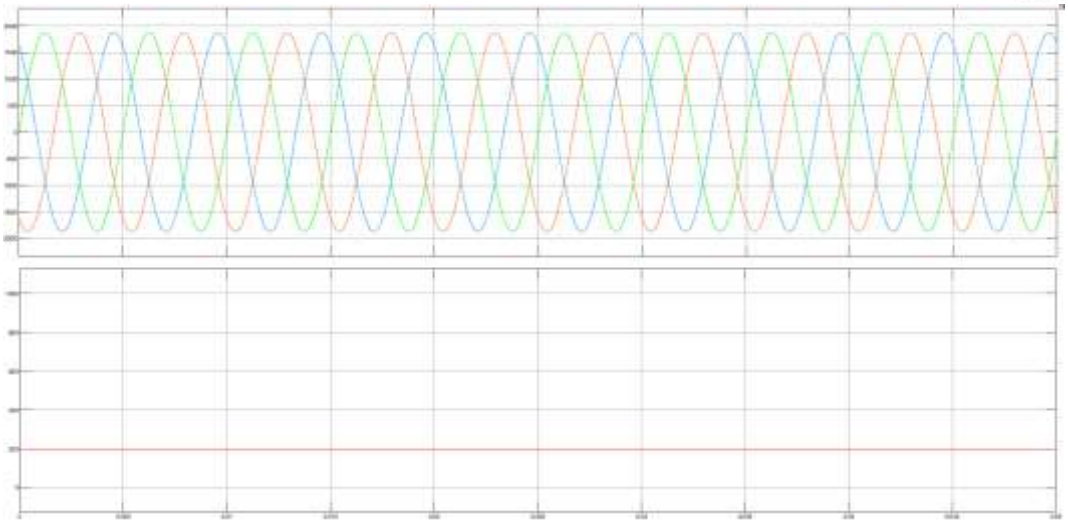


Figure 15. The produced 200Hz 3-phase signals

The Clarke transformation blocks shown in Figure 8 are used to convert 3-phase signals to the 2-phase alpha-beta frame. The signals in the alpha-beta frame are demonstrated in Figure 9.

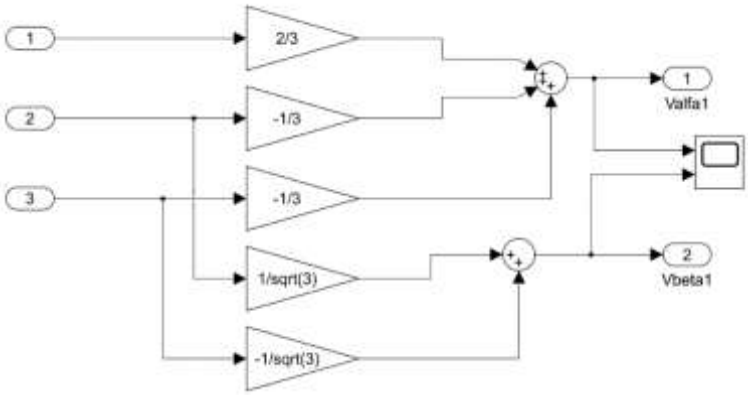


Figure 16. The Clarke transformation blocks

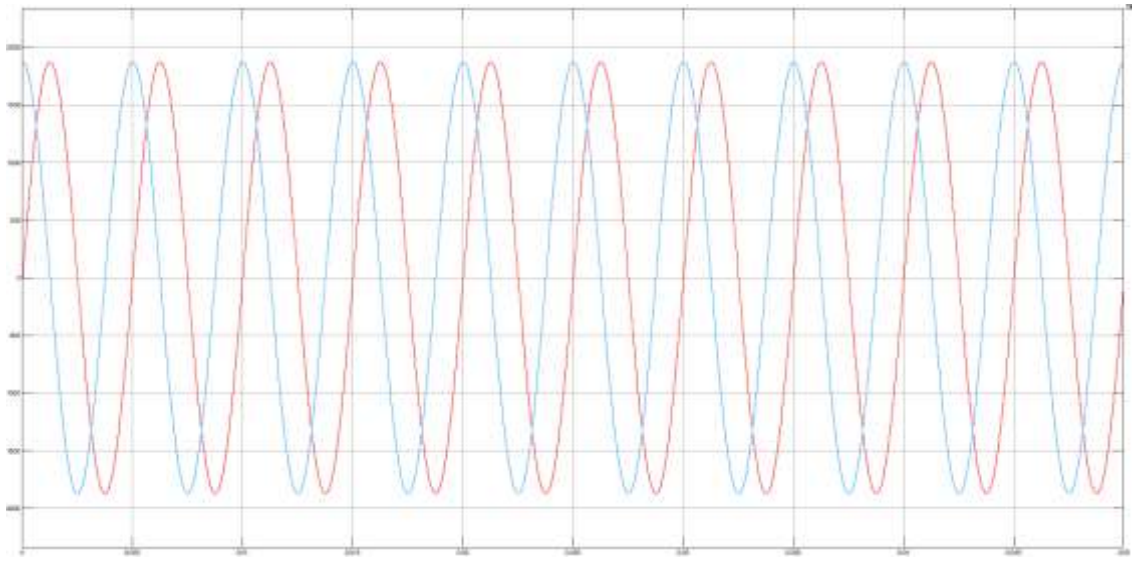


Figure 17. 2-phase alpha-beta signals

The switching vectors block generates the Vref value, alpha angle, and sector numbers that are used to calculate the switching times by using the alpha-beta signals produced. The internal structure of the block is shown in Figure 10 and the outputs obtained from the block are depicted in Figure 11.

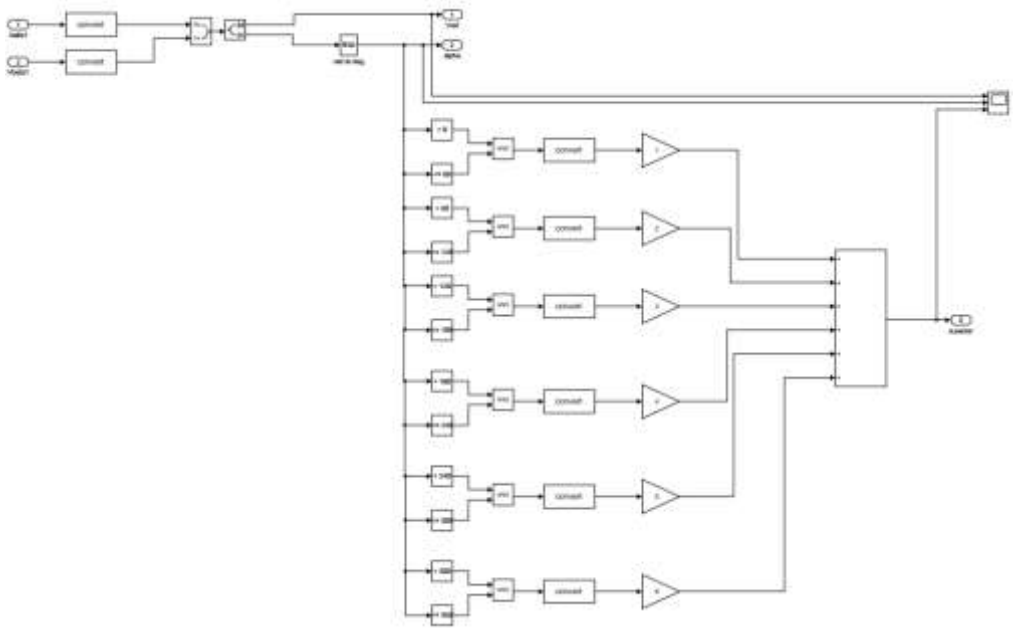


Figure 18. Switching vectors block

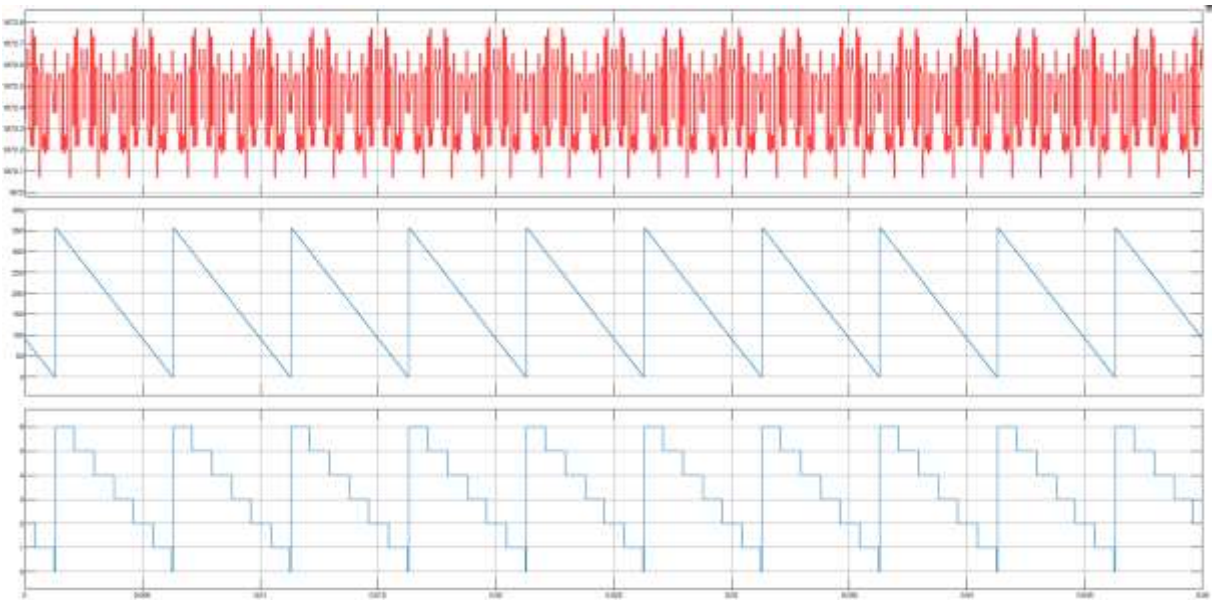


Figure 19. Vref, alpha angle, and sector numbers

The last block before ePWM modules consists of blocks that calculate switching times (T0, T1, T2) and perform the selection of sectors formed from these switching times. The internal structure of the block is shown in Figure 12.

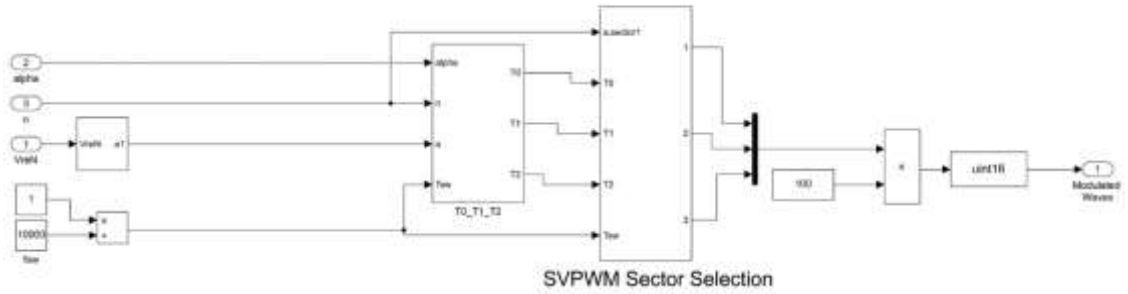


Figure 20. Switching times (T0, T1 and T2) and SVPWM sector selection blocks

The alpha angle, sector numbers, modulation index, and $1/f_{PWM}$ (f_{PWM}-PWM frequency), parameters are used to calculate the T1, T0, and T2 switching time durations. The blocks producing the switching time durations are shown in Figure 13 and their change over time is given in Figure 14.

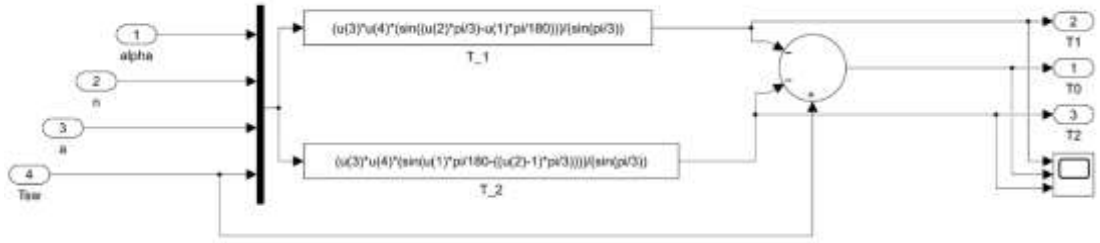


Figure 21. Switching time durations calculation blocks

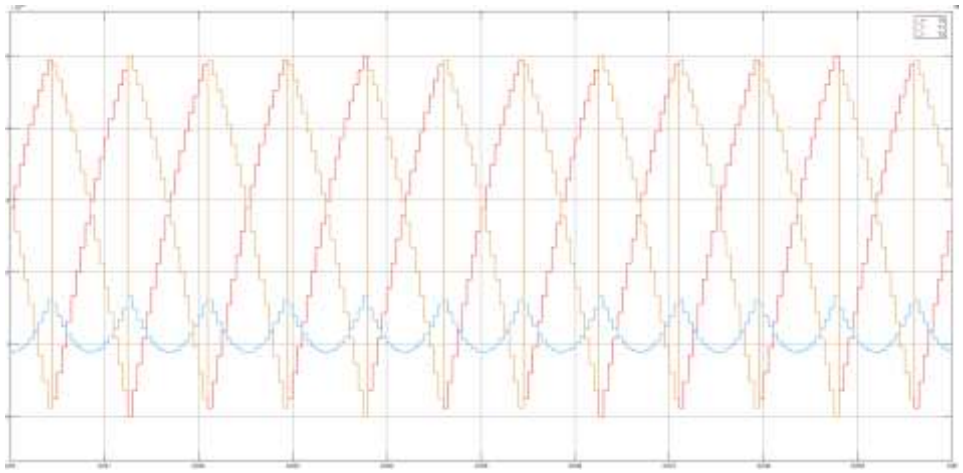


Figure 22. Switching time durations change over time

One of the essential parts of the SVPWM control is creating 6 sectors that contain switching times. The signals to be sent to the ePWM modules are produced by selecting these sectors. The blocks that produce the sectors and perform the selection process are demonstrated in Figure 15. Figure 16 shows the output signal of these blocks.

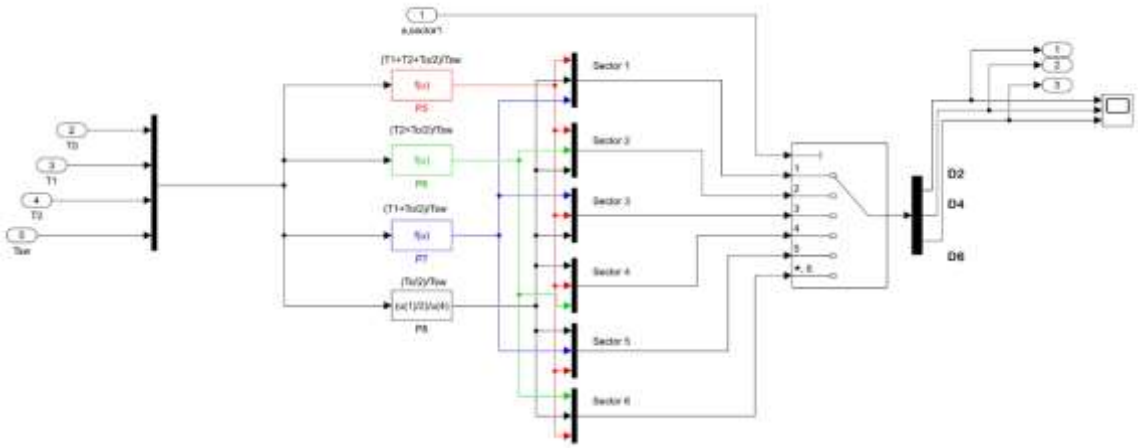


Figure 23. The production of 6 sectors and their selection process

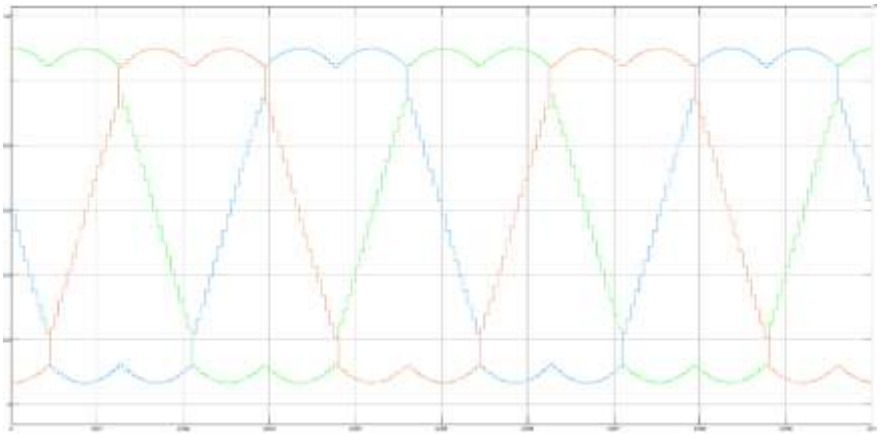


Figure 24. Signals transmitted to ePWM modules.

The ePWM module of MATLAB/Simulink is an advanced and extended module with standard twelve 16-bit PWM and high-resolution six 24-bit PWM (HRPWM) modes. The module has two output channels; ePWMxA and ePWMxB, and each is composed of sub-modules such as time-based, counter-compare, dead-band, and event-trigger.[6] One of the main tasks of the module is to determine the time-based clock of the PWM in accordance with the system clock. The time-based clock of the PWM is used to regulate the timing of all events within the ePWM module.[7] To obtain the desired PWM frequency, the Timer Period value in the module must be properly determined. The relationship between the Timer Period and the PWM frequency is shown in (1):

$$\text{Timer Period} = \frac{1}{2} \frac{f_{SYSCLKOUT}}{f_{PWM} \text{ x CLKDIV x HSPCLKDIV}} \quad (1)$$

In the implementation, 10 kHz was chosen as the f_{PWM}. The system clock frequency ($f_{SYSCLKOUT}$) is 150 MHz for DSP. The time divider parameters CLKDIV and HSPCLKDIV are selected as 1. In (1), these values are replaced and the Timer Period is determined as:

$$\text{Timer Period} = \frac{1}{2} \frac{150\text{x}10^6}{10\text{x}10^3 \text{x } 1\text{x}1} = 7500 \quad (2)$$

With the timer period value input into the ePWM module, the module can generate gate signals for the inverter. In Figure 17, the gate signals, which were measured in DSP pins and obtained through MATLAB/Simulink simulation, are given.

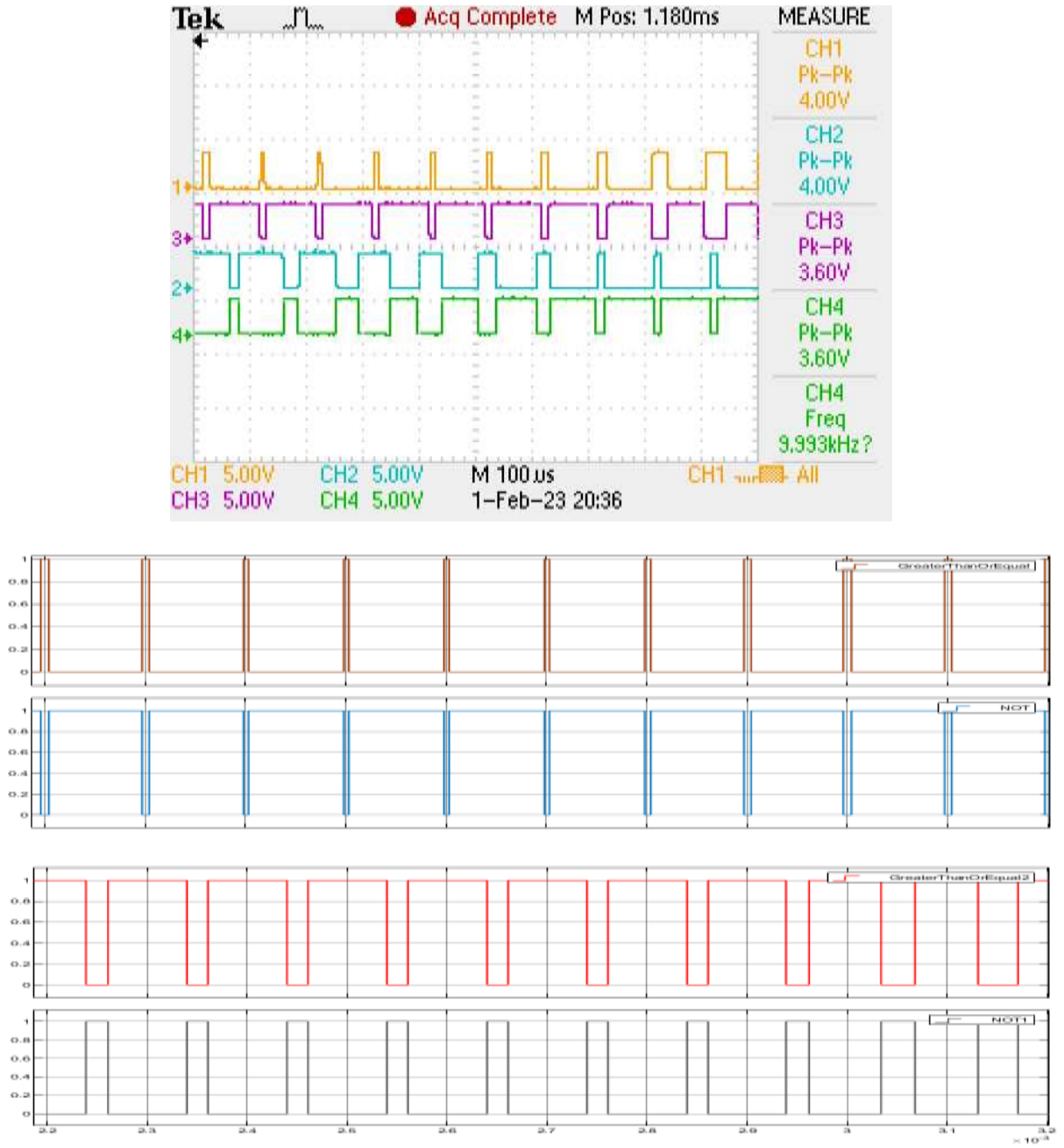


Figure 25. Gate Signals from DSP pins and MATLAB/Simulink

Figure 17 shows that the gate signals are consistent with each other and the switching frequency is 10kHz.

The hardware design of the entire system is shown in Figure 18 and the phase-neutral voltage and phase currents on the load for 200V DC supply and 200Hz output frequency are depicted in Figure 19.

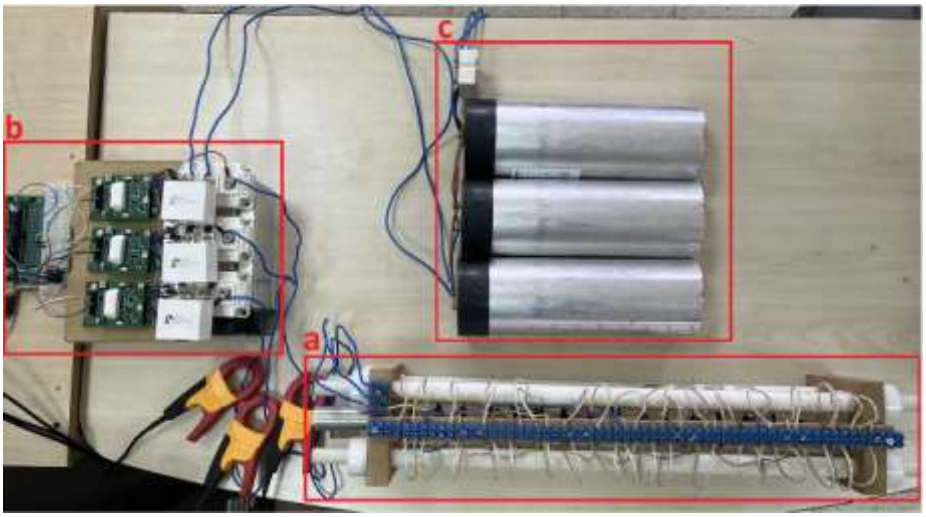


Figure 26. a) Load, b) The control unit and 3-phase inverter c) DC supply

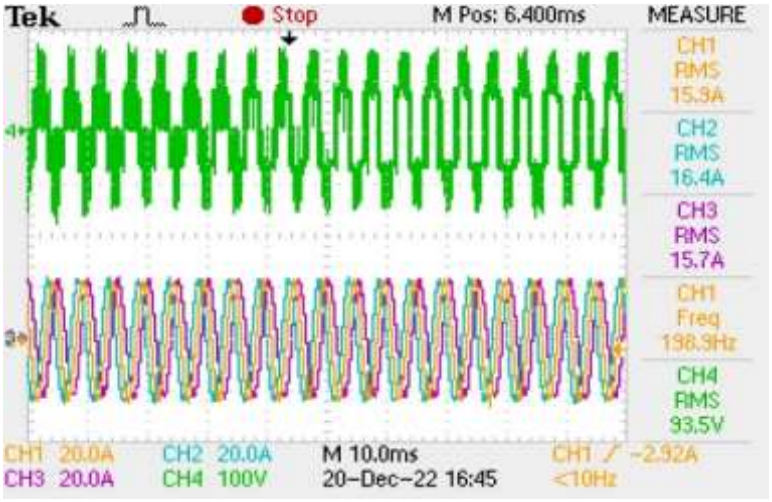


Figure 27. Phase-neutral voltage and phase currents at 200Hz

5. CONCLUSION

This study aims to design a setup to generate switching signals for the 3-phase inverter. The basics of the software and hardware in the designed setup have been briefly demonstrated. MATLAB/Simulink was used as the software and TMS320F28335 DSP was used as the hardware implementation for producing gate signals of switches. To prove the setup's effectiveness, experimental tests are carried out. The test results show that the proposed design can be successfully implemented in real-time.

REFERENCES

[1] Bhalekar, M., Umashankar, S., Chandra, S., Vijayakumar, D., and Kothari, D., P., "Development of a research platform for power electronic converter modeling in real-time F28335 digital simulation applications using eZDSP," *International Conference on Circuits, Power and Computing Technologies (ICCPCT)*, 511–516, Nagercoil, India,

2013.

[2] Kumar, K., V., Michael, P., A., John, J., P., and Kumar, S., S., Simulation and comparison of SPWM and SVPWM control for three-phase inverter, Journal of Engineering and Applied Sciences, July, 5, 7, 2010.

[3] Elrajoubi, A., Ang, S., S., and Abushaiba, A., "TMS320F28335 DSP programming using MATLAB Simulink embedded coder: Techniques and advancements," *The Eighteenth IEEE Workshop on Control and Modeling for Power Electronics*, 1-7, Standford, USA 2017.

[4] Anonymous, (2010). C2000™ Piccolo™ Workshop Workshop Guide and Lab Manual, https://software-dl.ti.com/ (Accessed: Jan. 31, 2023)

[5] Kesler, S., *The Implementation of A Fuzzy Logic Based Speed Controller for the Slip-Ring IM Using TMS320F2812 DSP*, Ph.D. Thesis, Karadeniz Technical University, Trabzon, Turkey, 2006.

[6] Anonymous, (2022). TMS320F2833x, TMS320F2823x Real-Time Microcontrollers, https://www.ti.com/ (Accessed: Jan. 31, 2023)

[7] Cheng, Q., and Yuan, L., *Vector control of an induction motor based on a DSP*, M.S. Thesis, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, 2011.

KAYNATMA VE PRESLEME SÜRESİNİN YOĞUNLAŞTIRILMIŞ KAVAK (I-214 *Populus ×euramericana*) ODUNUNUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Anıl TANIŞ[1], Arş. Gör. Ayberk AYDOĞMUŞ[2], Dr. Öğr. Üyesi Arif Çağlar KONUKÇU[3]

[1] İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü,

[2] İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü,

- ORCID ID: 0000-0002-6942-1730

[3] İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü,

- ORCID ID: 0000-0002-7955-7172

ÖZET

Gün geçtikçe büyüyen orman ürünleri endüstrisi, odun hammaddesine ihtiyaç duymakta ve bu ihtiyaç sektörün büyümesiyle doğru orantılı olarak artmaktadır. Bu durum ülkemizde hammadde sıkıntısını beraberinde getirmektedir. Hammadde kaynaklarındaki azalma riskinden dolayı orman kaynaklarının verimli kullanılması ve sürdürülebilirliğinin arttırılması da günümüz önceliklerinden biridir. Bundan dolayı, ülkemizde doğal yayılış sergileyen ve hızlı büyüyen ağaç türlerinin sektörde kullanımının uygun hale getirilerek katma değerinin arttırılması, orman ürünleri endüstri sektöründe alternatif bir hammadde kaynağı oluşturacaktır. Bu çalışmada, ülkemizde doğal yayılış gösteren ve hızlı büyüyen ağaç türlerinden biri olan kavak ağacının sektörde tercih edilen diğer ağaç türlerine alternatif oluşturması için termo-mekanik yöntem ile çeşitli parametreler (kaynatma süresi, pres süresi ve sıkıştırma oranı) kullanılarak yoğunlaştırılması ve belirlenen parametrelerin ağacın fiziksel özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada iki farklı kaynatma süresi (30 ve 60 dakika), iki farklı pres süresi (30 ve 60 dakika) ve iki farklı sıkıştırma oranı (%20 ve %40) olmak üzere toplam sekiz farklı deney grubu belirlenmiştir. Kavak odunundan hazırlanmış deney örnekleri, atmosferik basınç altında 100 °C kaynatma ön işlemine tabi tutulmuştur. Kaynatma işlemi yapılmış olan örnekler daha sonra hidrolik bir pres kullanılarak 140±5 °C sıcaklıkta 10 MPa basınç altında radyal yönde preslenerek yoğunlaştırılmıştır. Deney örneklerinin fiziksel özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesi için geri esneme (spring-back) oranı, rutubet miktarı, yoğunluk, su alma oranı ve kalınlığına suda şişme oranı (24, 48 ve 96 saat) testleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, genel olarak, en yüksek yoğunluk değerleri, %40 sıkıştırma oranı uygulanmış olan örneklerden, en düşük rutubet miktarı değerleri ise 60 dk pres süresi-60 dk kaynatma süresi-%20 sıkıştırma oranının uygulandığı örneklerden elde edilmiştir. Sonuçların istatistiksel analizi yapıldığında, tüm deney gruplarının işlem görmemiş örneklere göre fiziksel özellikler üzerinde %95 güven düzeyinde önemli derecede etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Sıkıştırma oranları incelendiğinde de yine %40 sıkıştırma oranına sahip deney gruplarının %20 sıkıştırma oranına sahip deney gruplarına göre fiziksel özellikler üzerinde önemli derecede etkili olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler : kavak, yoğunlaştırma, kaynatma, fiziksel özellikler.

1. GİRİŞ

Artan nüfusla birlikte, orman ürünleri endüstrisinde odun hammaddesine her geçen gün daha çok ihtiyaç duyulmakta ve bu durum odun hammaddesinin temin edildiği orman kaynaklarının sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Sektörün hammadde ihtiyacının karşılanabilmesi için orman kaynaklarının verimli kullanılması ve sürdürülebilirliğinin arttırılması günümüz önceliklerinden biri olmalıdır. Özellikle orman ürünleri endüstrisinin önemli kollarından biri olan mobilya sektöründe, kullanım yerlerine göre tercih edilecek ağaç malzemenin bazı fiziksel ve mekaniksel özelliklere sahip olması gerekmektedir. Ağaç malzemenin mobilyada kullanım yerlerinin istekleri göz önüne alınarak ülkemizde yetişmeyen bazı ağaç türleri tercih edilebilmektedir ve bu türlere ait kereste ihtiyacı yurt dışından temil edilmektedir [1]. Fakat kereste ihtiyacının yurtdışından karşılanması, zorluğunun yanında yüksek maliyetlere de sebep olmaktadır [2]. Ülkemizde doğal yayılış gösteren ve hızlı büyüyen ağaç türlerinin, özelliklerinin iyileştirilerek sektörde tercih edilmesinin sağlanması önemlilik arz etmektedir.

Yoğunluk, ağaç malzemenin mukavemeti, basınç direnci, eğilme direnci ve elastikiyet modülü gibi mekanik özelliklerini etkileyen en önemli faktörlerden biridir [3]. Ülkemizde doğal yayılışa sahip kavak ağacının diğer ağaç türlerine göre daha az tercih edilmesinin sebebi yoğunluğunun düşük olması ve buna bağlı olarak dayanıklılığının da düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Genel olarak, odunun fiziksel ve mekaniksel özellikleri yoğunluk ile doğrudan ilişkili olduğundan, düşük yoğunluklu ağaç türlerine talep odunun yoğunlaştırılmasıyla arttırılabilir [4].

Yoğunlaştırma, genel olarak odunun belli sıcaklık ve basınç altında preslenerek hücre çeperinin çökertilmesi ve boşluk hacminin azaltılması prensibine dayanmaktadır. Literatürde odunun yoğunlaştırılmasıyla ilgili birçok çalışma mevcuttur ve bu çalışmaların çoğunda olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Sribudiani ve arkadaşları [5], terentang (*Campnosperma auriculatum* (blume) hook. f) odununa 100˚C su içerisinde üç farklı sürede (60, 90 ve 120 dakika) kaynatma ön işlemi uygulayarak 120˚C pres sıcaklığında üç farklı pres süresinde (10, 20 ve 30 dakika) termo-mekanik yöntemle yoğunlaştırmış ve bu işlemin odunun fiziksel özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, kaynatma süresinin yoğunluk üzerine, pres süresinin ise odunun daralma ve genişleme özellikleri üzerine önemli bir etkiye sahip olduğunu bulmuştur. Pelit ve arkadaşları [6], uludağ göknarı (*Abies bornmulleriana* Mattf.), ıhlamur (*Tilia grandifolia* Ehrh.) ve kara kavak (*Populus nigra* L.) odun örneklerine radyal ve teğet yönde sıkıştırma işlemi yapmışlardır. Yoğunluk artışının, 100°C'de %50 sıkıştırma oranına sahip örneklerde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Li ve arkadaşları [7], pavlonya (*Paulownia* spp.) odununa yoğunlaştırma işlemi uygulamıştır. Yoğunlaştırma işlemi sonucunda örnek kalınlıklarında %45,7 ile %60 arasında azalma meydana gelmiş ve sertlik değerlerinin ise %84 ile %173 arasında iyileştiği sonucuna varmıştır. Sonuç olarak uygulanan yöntemin düşük yoğunluklu ağaç türlerinin özelliklerinin iyileştirilmesi için uygun bir yöntem olduğunu bildirmiştir.

Bu çalışmada, çeşitli kaynatma ve presleme sürelerinin termo-mekanik yöntemle yoğunlaştırılmış kavak odununun fiziksel özellikleri üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan kavak odunu İzmir'in Karabağlar ilçesindeki bir kereste işletmesinden büyüme kusuru, çürüklük gibi kusurların olmamasına ve kesiliş yönüne dikkat edilerek temin edilmiştir. Deney örnekleri, TS ISO 3129 standardında [8] belirtilen esaslara göre Çizelge 1'de belirtilen boyutlarda kesilmiştir. Her bir deney grubu için 4 örnek olmak üzere toplam 36 örnek hazırlanmıştır. Yoğunlaştırma işlemi öncesi kavak odununun ortalama yoğunluk değeri 0,31±0,01 gr/cm^3 olarak bulunmuştur.

Çizelge 1. Deney örneklerin yoğunlaştırma öncesi boyutları

Sıkıştırma Oranı (%)	**Kalınlık "radyal yön" (mm)**	**Genişlik "teğet yön" (mm)**	**Uzunluk "boyuna yön" (mm)**
Kontrol	20	20	350
20	25	20	350
40	33,3	20	350

2.2. Yoğunlaştırma

Yoğunlaştırma öncesi deney örnekleri, kaynatma ve presleme sürelerine göre gruplandırıldıktan sonra iki farklı sürede (30 ve 60 dk) 100 °C' de kaynatma işlemine tabi tutulmuştur. Kaynatma işlemi biter bitmez deney örneklerinin, termo-mekanik (TM) yöntem ile yoğunlaştırılması sıcaklık ve basınç kontrolü yapılabilen hidrolik bir pres vasıtasıyla gerçekleştirilmiştir. Yoğunlaştırma işlemi, 140±5 °C sıcaklıkta %20 ve %40 olmak üzere iki farklı sıkıştırma oranında preslenerek gerçekleştirilmiştir. Deney örnekleri 30 ve 60 dakika olmak üzere iki farklı sürede 10 MPa basınç altında preslenmişlerdir. Deney örneklerine Çizelge 2'de verilen parametrelere uygun olarak yoğunlaştırma işlemi uygulanmıştır. Presleme işlemi sırasında 20 mm olarak belirlenen hedef kalınlığı elde edebilmek için pres tablasının her iki yanına metal destek çubukları yerleştirilmiştir.

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan deney grupları

Pres Süresi	**Kaynatma Süresi**	**Sıkıştırma Oranı**	**Örnek Sayısı**	**Grup Kodu**
30 dk (A)	30 dk (1)	%20 (1)	4	A11
		%40 (2)	4	A12
	60 dk (2)	%20 (1)	4	A21
		%40 (2)	4	A22
60 dk (B)	30 dk (1)	%20 (1)	4	B11
		%40 (2)	4	B12
	60 dk (2)	%20 (1)	4	B21
		%40 (2)	4	B22

2.3. Fiziksel Testler

Yoğunlaştırma işlemi sonrası elde edilen deney örneklerinin; geri esneme (spring-back) oranı, rutubet miktarı tayini, yoğunluk tayini, su alma ve kalınlığına suda şişme oranlarının belirlenmesi için standartlara uygun şekilde boyutlandırılmıştır. Deney örnekleri %8 denge rutubetinde değişmez ağırlığa gelinceye kadar iklimlendirilmiştir. Her bir örnek grubu için rutubet miktarı değerleri TS ISO 13061-1 [9], yoğunluk miktarı değerleri TS ISO 13061-2 [10], 24-48-96 saatteki su alma ve kalınlığına suda şişme değerleri TS ISO 13061-15 [11] standartlarına göre hesaplanmıştır.

2.4. İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada, yoğunlaştırmanın kavak odununun fiziksel özellikleri üzerine bir etkisinin olup olmadığı çoklu varyans analizi (ANOVA) ile %5 anlamlılık seviyesinde değerlendirilmiştir. İstatistiksel analizler için IBM SPSS (version 19.0) paket programı kullanılmıştır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Kaynatma ön işlemi uygulayarak farklı pres parametreleri altında termo-mekanik yöntemle yoğunlaştırılmış olan kavak odunu örneklerinin fiziksel özellikleri incelenmiştir. Elde edilen özellikler kontrol gruplarıyla karşılaştırılarak fiziksel özelliklerdeki değişimler gözlemlenmiştir. Çizelge 3'de her bir deney grubunun ortalama rutubet miktarı, yoğunluk ve geri esneme oranı değerleri verilmiştir.

Çizelge 3. Deney gruplarının ortalama rutubet, yoğunluk ve geri esneme oranı değerleri

Grup Kodu	Rutubet Miktarı (%)	Yoğunluk (gr/cm^3)	Geri Esneme Oranı (%)
A11	6,60 (1,00)	0,40 (0,02)	2,73 (1,05)
A12	6,90 (0,64)	0,51 (0,04)	14,41 (8,81)
A21	6,27 (0,40)	0,39 (0,03)	3,58 (1,48)
A22	7,08 (0,30)	0,49 (0,05)	7,70 (1,87)
B11	5,73 (0,27)	0,42 (0,05)	9,04 (9,79)
B12	5,63 (0,73)	0,53 (0,01)	2,63 (2,55)
B21	5,42 (0,11)	0,39 (0,03)	3,63 (1,28)
B22	5,88 (0,43)	0,53 (0,02)	3,36 (1,60)
Kontrol Grubu	7,97 (0,11)	0,31 (0,01)	-

*Standart sapma değerleri parantez içerisinde belirtilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre; kaynatma ön işlemi, pres süresi ve sıkıştırma oranı faktörlerine bağlı olarak hava kurusu yoğunluk değerleri arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Yoğunlaştırma işlemi sonrası kavak odununun deney grupları arasında yoğunluk değerleri 0,39 ile 0,53 gr/cm^3 arasında değişmektedir. Genel olarak, tüm deney gruplarının yoğunluk değerleri

kontrol grubu örnekleriyle karşılaştırıldığında tüm deney gruplarında bir artış olduğu görülmektedir. En yüksek yoğunluk değeri 0,53 gr/cm^3 ile B12 (60 dk pres süresi - 30 dk kaynatma süresi - %40 sıkıştırma oranı) ve B22 (60 dk pres süresi - 60 dk kaynatma süresi - %40 sıkıştırma oranı) deney grubuna ait olduğu, en düşük değerin ise 0,39 gr/cm^3 ile A21 (30 dk pres süresi - 60 dk kaynatma süresi - %20 sıkıştırma oranı) ve B21 (60 dk pres süresi - 60 dk kaynatma süresi - %20 sıkıştırma oranı) deney gruplarına ait olduğu bulunmuştur. Çalışmada belirlenen faktörlerin kendi içerisindeki ve birbirleri arasındaki fark istatistiksel olarak incelenmiştir. Bu farklılığın hangi faktörlerden kaynaklandığını belirlemek amacıyla çoklu varyans analizi yapılmıştır. Çoklu varyans analizi sonucunda, kavak odunu örneklerinin yoğunluk değerleri için sıkıştırma oranı faktörünün istatistiksel olarak anlamlı (*p value*<0,05) bir etkisinin olduğu tespit edilirken, diğer bağımlı faktörlerin birbirlerini etkileyen bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır. Sıkıştırma faktöründen kaynaklı istatistiksel olarak anlamlı farkların hangi gruplar arasında olduğu tespit edilmek amacıyla Tukey post-hoc testi yapılmıştır. Post-hoc sonuçlarına göre kontrol grubu ile hem %20 hem de %40 sıkıştırma oranlarına tabi tutulan örneklerin yoğunluk değerleri arasında anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Deney grubu örneklerinin rutubet miktarı değerleri üzerinden bir karşılaştırma yapıldığında, rutubet miktarı %5,42 ile %7,08 arasında değişmektedir. En düşük rutubet miktarı %5,42 ile B21 (60 dk pres süresi - 60 dk kaynatma süresi - %20 sıkıştırma oranı) grubuna; en yüksek rutubet miktarı %7,08 ile A22 (30 dk pres süresi - 60 dk kaynatma süresi - %40 sıkıştırma oranı) grubuna aittir. Genel olarak, kontrol grubunun rutubet değerinin %7,97 olduğu düşünüldüğünde, yoğunlaştırma işleminin odunun denge rutubet miktarı üzerinde olumlu bir etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4. Deney gruplarının 24, 48 ve 96 saat için ortalama suda şişme ve su alma değerleri

Grup Kodu	**Kalınlığına Suda Şişme (%)**			**Su Alma (%)**		
	24 Saat	**48 Saat**	**96 Saat**	**24 Saat**	**48 Saat**	**96 Saat**
A11	19,90 (2,41)	24,69 (4,04)	25,34 (4,21)	104,00 (6,12)	136,80 (8,21)	173,58 (7,76)
A12	34,13 (3,68)	39,38 (6,45)	39,80 (6,48)	107,00 (4,52)	131,77 (5,26)	157,25 (4,63)
A21	20,55 (5,42)	23,36 (6,10)	25,23 (6,62)	100,98 (11,27)	130,12 (11,85)	163,21 (5,56)
A22	29,27 (17,64)	31,90 (20,71)	33,22 (21,77)	109,34 (13,78)	133,18 (12,59)	156,83 (8,79)
B11	11,32 (9,78)	13,60 (10,80)	14,65 (10,76)	96,42 (16,13)	125,35 (15,98)	152,78 (19,51)
B12	45,80 (3,32)	50,85 (3,41)	52,97 (4,18)	116,41 (2,06)	142,17 (3,14)	165,80 (4,58)
B21	21,81 (5,82)	25,03 (6,41)	24,48 (6,74)	94,66 (7,23)	123,25 (5,17)	154,46 (2,83)
B22	37,60 (12,38)	42,77 (12,45)	45,10 (13,46)	112,57 (9,35)	137,07 (5,40)	158,68 (2,50)
Kontrol Grubu	9,50 (9,52)	9,79 (10,06)	8,93 (10,08)	123,78 (26,61)	159,12 (29,91)	195,16 (34,22)

*Standart sapma değerleri parantez içerisinde belirtilmiştir.

Geri esneme oranlarına bakıldığında, en yüksek oran %14,41 ile A12 (30 dk pres süresi - 30 dk kaynatma süresi - %40 sıkıştırma oranı) deney grubundan; en düşük geri esneme oranı ise %2,63 ile B12 (60 dk pres süresi - 30 dk kaynatma süresi - %40 sıkıştırma oranı) deney grubundan elde edilmiştir (Çizelge 3). Yoğunlaştırılmış odun örneklerinde geri esneme olayının gerçekleşmesine sebep olan en önemli etken, sıkıştırılmış odunun rutubeti yüksek bir ortama girdiğinde odun hücrelerinde oluşan iç gerilmelerin rahatlamasıyla önceki kalınlığına geri dönme eğilimi göstermesidir.

Çizelge 4'de her bir deney grubunun ortalama kalınlığına suda şişme (24, 48 ve 96 saat) ve su alma (24, 48 ve 96 saat) değerleri verilmiştir. Yoğunlaştırma işlemi sonrası kavak odununun deney grupları arasında 24, 48 ve 96 saat için en yüksek kalınlığına suda şişme değerlerine sahip olan örnekler B12 (60 dk pres süresi - 30 dk kaynatma süresi - %40 sıkıştırma oranı) deney grubuna aittir (%45,80, %50,85 ve %52,97). Elde edilen sonuçlara göre, deney grubu örneklerinin preslenmeden önceki kalınlığına geri dönme eğiliminde olduğu görülmektedir. Önceki çalışmalarda da benzer sonuçlar alınmış ve sıkıştırma oranının arttırılmasıyla örneklerin suda şişme değerlerinin doğrusal olarak arttığı belirtilmiştir [12-14].

Örneklerin 24 ve 48 saatteki su alma değerleri üzerinden karşılaştırma yapıldığında, en yüksek su alma değerine sahip olan yine B12 deney grubudur (%116,41 ve %142,17). Fakat 96 saatteki su alma değerleri incelendiğinde en yüksek değer A11 (30 dk pres süresi - 30 dk kaynatma süresi - %20 sıkıştırma oranı) deney grubuna aittir (%173,58). Buna karşın kontrol grubu örneklerinin su alma oranları deney gruplarının su alma oranlarından daha yüksek bulunmuştur (24 saat: %123,78, 48 saat: %159,12 ve 96 saat: %195,16). Elde edilen sonuçlara göre kavak odunu örnekleri kaynatma işlemi sonrası maruz bırakıldıkları pres süresine bağlı olarak su alma ve suda şişme değerleri arasında varyans analizi sonrasında istatiksel olarak anlamlı (p *value*<0,05) farkların olduğu tespit edilmiştir. Bu farkların hangi gruplar arasında olduğu tespit edilmek amacıyla Tukey post-hoc testi yapılmıştır. Post-hoc sonuçlarına göre kontrol grubu ile hem 30 dakika hem de 60 dakikalık pres sürelerine tabi tutulan örnekler arasında anlamlı bir fark tespit edilirken (p *value*<0,05), 30 dakika ve 60 dakikalık presleme işlemine tabi tutulan örneklerin kendi aralarında istatiksel olarak fark olmadığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, çeşitli kaynatma ve presleme sürelerinde termo-mekanik yöntemle yoğunlaştırılan kavak odunu örneklerinin işlem görmemiş kontrol grubu örneklerine göre rutubet miktarı ve yoğunluk değerlerinde önemli farklılıkların olduğu gözlemlenmiştir. Su alma değerleri kontrol grubu örneklerine göre düşük çıkmasına karşın; kalınlığına suda şişme değerlerinde kontrol grubu örneklerine göre daha yüksek değer elde edilmiştir. Çalışma sonucunda, bazı deney gruplarında geri esneme oranı düşük ve yoğunluk artışı daha yüksek elde edilmiştir. Genel olarak, bu çalışmada kullanılan parametrelerin (pres süresi, kaynatma süresi ve sıkıştırma oranı) kavak odununun bazı fiziksel özelliklerini iyileştirebileceği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKÇA

[1] Kurtoğlu, A. & Sofuoğlu, S. D. (2013). Mobilya ve ağaç işlerinde kullanılan ahşap malzemeler 2: (Kapı ve pencere yapımında ağaç malzemenin kullanılması). Mobilya Dekorasyon. 22(119), 52-66.

[2] Demirci, S. (2005). Türkiye mobilya endüstrisinin sorunları ve çözüm önerileri. Politeknik Dergisi, 8(4), 369-379.

[3] Bal, B. C. & Bektaş, İ. (2018). Odunun yoğunluğu ile mekanik özellikleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi, 1(2), 51-61.

[4] Tu, D., Su, X., Zhang, T., Fan, W., & Zhou, Q. (2014). Thermo-mechanical densification of populus tomentosa var. tomentosa with low moisture content. BioResources, 9(3), 3846-3856.

[5] Sribudiani, E., Somadona, S., & Manalu, G. P. (2019, November). The physical properties of densified Terentang wood (*Campnosperma auriculatum* (blume) hook. f) on various boiling and pressing time. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 374, No. 1, p. 012047). IOP Publishing.

[6] Pelit, H., Budakçı, M., & Sönmez, A. (2018). Density and some mechanical properties of densified and heat post-treated Uludağ fir, linden and black poplar woods. European Journal of Wood and Wood Products, 76(1), 79-87.

[7] Li, H., Jiang, X., Ramaswamy, H. S., Zhu, S., & Yu, Y. (2018). High-pressure treatment effects on density profile, surface roughness, hardness, and abrasion resistance of paulownia wood boards. Transactions of the ASABE, 61(3), 1181-1188.

[8] TS ISO 3129, (2021). Odun - Küçük kusursuz odun numunelerinin mekanik ve fiziksel muayenesi için genel gerekler ve numune alma yöntemleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

[9] TS ISO 13061-1, (2021). Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri – Kusursuz küçük ahşap numunelerin deney yöntemleri - Bölüm 1: Fiziksel ve mekanik deneyler için nem muhtevasının belirlenmesi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

[10] TS ISO 13061-2, (2021). Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri – Kusursuz küçük ahşap numunelerin deney yöntemleri - Bölüm 2: Fiziksel ve mekanik deneyler için yoğunluğun belirlenmesi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

[11] TS ISO 13061-15, (2021). Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri - Küçük kusursuz odun numuneleri için deney yöntemleri - Bölüm 15 : Radyal ve teğet yönde genişlemenin (şişmenin) belirlenmesi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

[12] Pelit, H., Sönmez, A., & Budakçı, M. (2014). Effects of thermowood® process combined with thermo-mechanical densification on some physical properties of scots pine (*Pinus sylvestris* l.). BioResources, 9(3).

[13] Budakçı, M. (2015). Ihlamur (*Tilia grandifolia* Ehrh.) odununun bazı fiziksel özelliklerine yoğunlaştırma ve ısıl işlemin etkisi. Selçuk-Teknik Dergisi, 14(2), 871-885.

[14] Pelit, H. & Sönmez, A. (2015). Termo-mekanik yoğunlaştırma ve ısıl işlemin doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) odununun bazı fiziksel özelliklerine etkisi. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3(1), 1-14.

METİLEN KLORÜR İLE EKSTRAKTE EDİLEN BİR ATIKSUYUN OZON İLE ARITIMI

Demet Darcan[1], Şafak METİN[2], Ali Rıza DİNÇER[3]

[1]Akpa Kimya, İstikbal Kurtpınar OSB Mah. Atatürk Cad:23/1 Muratlı-Tekirdağ,

[2]Akpa Kimya, İstikbal Kurtpınar OSB Mah. Atatürk Cad:23/1 Muratlı-Tekirdağ,

[3] Namık Kemal Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Çorlu-Tekirdağ,

ORCID:0000-0002-9294-0643

ÖZET

Yüksek KOI içeren atıksuların Metilen Klorür ekstraksiyon sonrasında ozon ile oksidasyonu çalışıldı. pH değişimi ve farklı ozon konsantrasyonlarında çıkış KOI değişimi araştırılmıştır. Yüksek giriş KOI konsantrasyonlarında ozon dozu yetersiz kaldığından çıkış konsantrasyonları yüksek bulunmuştur.

pH:9'da yapılan çalışmada KOI giderim verimi %38 bulunmuştur. Tüm giriş konsantrasyonlarında aynı ozonlama süresinde KOI değişimi incelenmiştir. pH nötral değerde KOI giderim veriminde, ozon konsantrasyonlarının yetersiz olması nedeniyle verim düşük bulunmuştur. Giriş KOI değeri 13.30 g ozon konsantrasyonunda 11690 mg/l'ye azalmıştır. pH:5'de KOI giderim veriminde artış tesbit edilmiştir. pH:5'de 13.33 g ozon dozunda çıkış KOI değeri 16250mg/l'den 6610 mg/l'ye azalmıştır(E=%59).pH değeri 3'e düşürüldüğünde verimde artış tesbit edilmiştir. Giriş KOI değeri 16 g ozon değerinde 4850 mg/l'ye azalmıştır. KOI giderim verimi yaklaşık olarak %65 dir. pH:1'e düşürüldüğünde artan ozon dozuna bağlı olarak çıkış KOI konsantrasyonunda doğrusal bir azalma görülmüştür. pH:1 değerinde ozon dozuna bağlı olarak çıkış KOI konsantrasyonu korelasyon katsayısı 0.95 bulunmuştur. En düşük pH değerinde çıkış KOI değeri 2670 mg/l'ye kadar azalmıştır(E=%71).

***Anahtar kelimeler*:** KOI, Metilen Klorür, Ozon

GİRİŞ

Ozon oksidasyonu birçok farklı endüstriyel atıksu türünün (tekstil, deri, kimya sanayi vb.) arıtımında kullanılmaktadır. Ozonlama, endüstriyel atıksuların biyolojik parçalanmasını kolaylaştırmak yada atıkları direk karbon diokside oksitlemek amacıyla uygulanmaktadır. Seri olarak uygulanan kimyasal(O_3 vb.) ve biyolojik atıksu arıtma sistemleri, endüstriyel atıksulardaki organik maddelerin en düşük seviyeye indirgenmesini sağlamaktadır. Ozon oksidasyonu uzun süredir su ve atık su arıtma endüstrisinde uygulanmaktadır. Ozon, suda kısmen çözünmesine rağmen, oksijenden daha fazla çözünür olmasına rağmen, yüksek

oksidasyon potansiyeline (yaklaşık 2.08 V) sahip güçlü ve güçlü bir oksitleyici ajandır (Rice, 1996). Oldukça kararsız olarak karakterize edilir, bu nedenle kullanım noktasında yalnızca bir oksijen akışındaki elektrik deşarjı ile üretilebilir (Boczkaj et al., 2017).

Ozon ile oksidasyon prosesleri, atık sudaki biyolojik olarak parçalanması zor organik bileşiklerin bozunması ve mineralizasyonu için büyük potansiyele sahiptir (Saroj ve diğerleri, 2006). Ozon ile oksidasyon mekanizması ve son ürünlere dönüşümü ortamın pH durumuna bağlıdır. Asidik ortamda, ozon moleküler durumunda kalır ve ana yan ürünler olarak karboksilik asitlerle ozonoliz olarak adlandırılan bir süreç olan elektrofilik saldırı mekanizması ile bileşiklere seçici olarak reaksiyona girer (Alvares ve diğerleri, 2001). Bazik ortamda, ozon çeşitli reaksiyon mekanizmalarıyla H_20_2 gibi ikincil oksidanlara ayrışır. Ayrıca suda seçici olmayan bir şekilde yok etme eğilimi ile nihai olarak güçlü hidroksil serbest radikalleri (H O.) üretir (Boczkaj et al., 2017; Yasar et al., 2007).

Ozon çözünürlüğü sıcaklıktan ve dolayısıyla reaksiyon hızından etkilenir. Temel olarak sıcaklık, sudaki ozon çözünürlüğü ile doğrudan ilişkilidir, ancak reaksiyon hızı sabiti ile ters orantılıdır. Bu, sıcaklık arttıkça reaksiyon hızı arttıkça reaksiyon için mevcut ozon miktarının azaldığı anlamına gelir. Bu karmaşık durum için, oksidasyon reaksiyonunun optimum performans gösterdiği 5–20 ◦C sıcaklık aralığı önerilmiştir (Egbuikwem et al.,2020;Yasar ve diğerleri, 2007). Genel olarak, atık su ozonlaması, en azından ozon oluşumu nedeniyle, genellikle yüksek ekonomik maliyetler anlamına gelir. Ozon, atık su özelliklerine bağlı olarak, atık sudaki hem biyolojik olarak parçalanabilen hem de biyolojik olarak kararlı bileşiklerin mineralizasyonu için iyi bir performansla tek bir arıtma olarak kullanılabilir. Bununla birlikte, daha fazla kimyasal bozunmaya karşı daha dirençli olma eğiliminde olan oksidasyon ara maddeleri ile uğraşırken daha fazla ozon verimsiz bir şekilde tüketildiğinden, bu pratik olarak çok pahalıdır (Oller ve diğerleri, 2011).

Bu çalışmanın amacı, endüstriyel bir atıksuyun metilen klorür ile ekstraksiyon sonrasında post ozonlama (Ekstraksiyon-O_3) ile işletme proses koşullarında arıtılma derecesini araştırmak ve belirlemektir.

MATERYAL VE METOD

500 ml lik atık su örneği dengeleme havuzunda alınmış ve pH değeri 3-4 bandında ölçülmüştür. Atıksu'da ki organik maddeler ürünlerden kaynaklanan TBH, klörür türevleri , Sülfat, Alkoller ve Solventleri içermektedir. 500 ml lik numuneye 100 ml konsantre metilen klörür eklendikten sonra ayırma hunisine alınıp faz ayrımı gerçekleştirildi, sonrasında belirtilen analizler yapıldı.

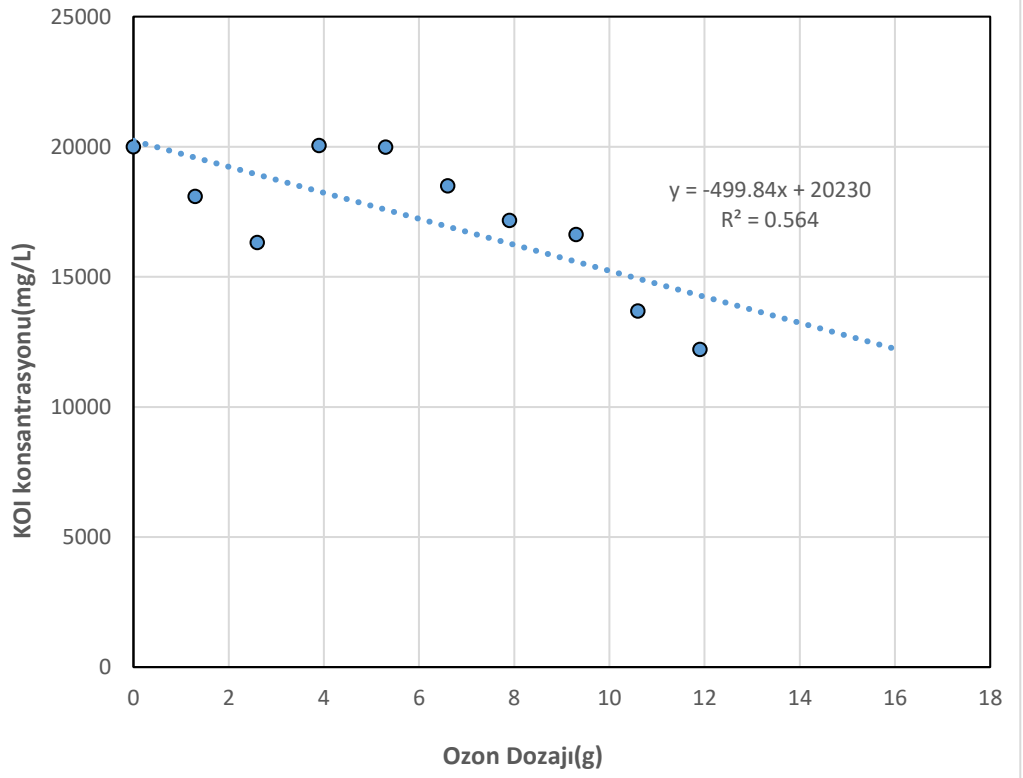
KOİ analizi kapalı reflux metoduna göre yapıldı, buna göre kullanılan kimyasallar (Analitik Saflıkta) potasyum dikromat, civa sülfat, gümüş sülfat , Konsantre sülfürik asit dür.

Sülfat analizi için kullanılan kimyasallar (Analitik Saflıkta), baryum klörür, sodyum asetat, potasyum nitrat, asetik asit ve magnezyum klörür dür.

Peroksit analizi için , 1/9 luk sülfürik asit çözeltisi ve 0,1 N potasyum permanganat kullanılmıştır.

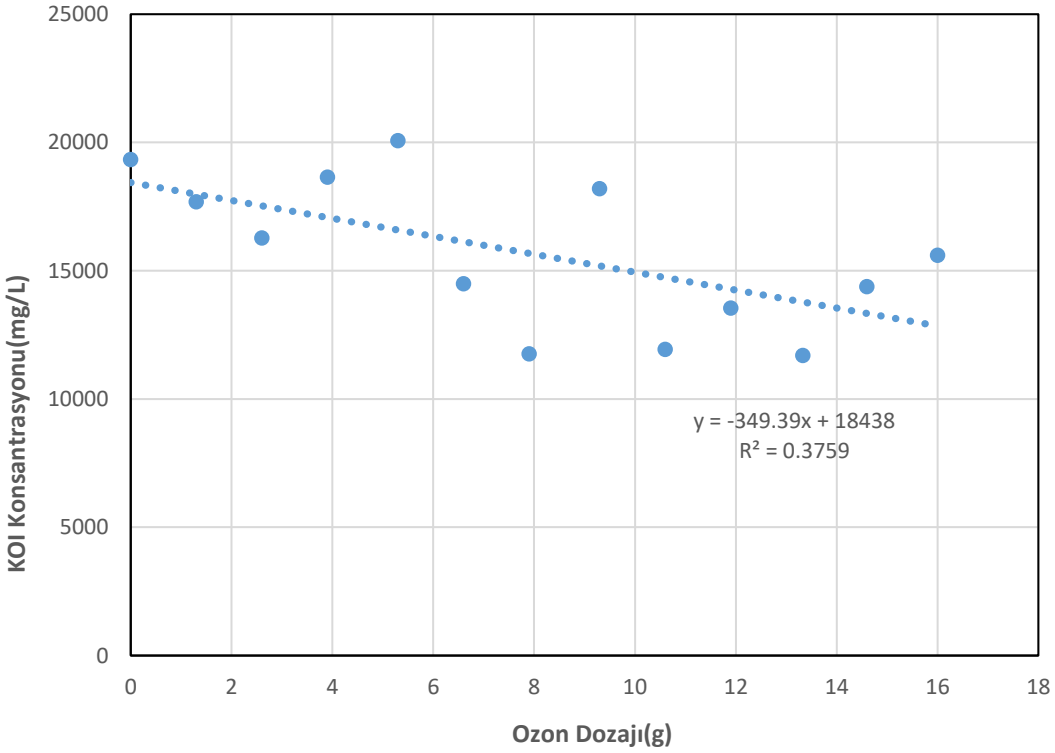
SONUÇ VE TARTIŞMA

Metilen klorür ile ekstrakte edilen atıksu ozonlamaya tabi tutulmuştur. Yüksek pH da ozon ile yapılan oksidasyon sonucunda, ozon dozuna bağlı olarak KOI değişimi Şekil 1'de verilmiştir. Ozon dozuna bağlı olarak KOI azalmaktadır.Çıkış KOI konsantrasyonundaki dalgalanmanın atıksu içerisinde bulunan peroksit girişiminden olduğu düşünülmektedir. Ozon dozu arttıkça çıkış KOI değerinin azalması beklenen bir sonuçtur. pH:9'da yapılan bu seri deneyde görüldüğü üzere çıkış KOI değeri pek düşmemiştir. Giriş KOI değeri 20000 mg/L'den yüksektir. Ozon dozajı 2.6g, 5.3g, 6.6g, 7.9g, 10.6g ve 11.9g olduğunda oksidasyon sonucu çıkış KOI değerleri sırasıyla 16320 mg/l, 19980 mg/l, 18490 mg/l, 17170 mg/l, 13690 mg/l ve 12210 mg/l bulunmuştur.En yüksek KOI giderim verimi %38 bulunmuştur. Yüksek pH değerinde ozon oksidasyonu verimli bulunmamıştır. Giriş KOI değeri çok yüksek olduğundan ozon dozajı yeterli değildir. Alkali ortamda ozon ortamda mevcut bileşiklerle reaksiyona girerek H_2O_2 oluşturma potansiyeline sahiptir.



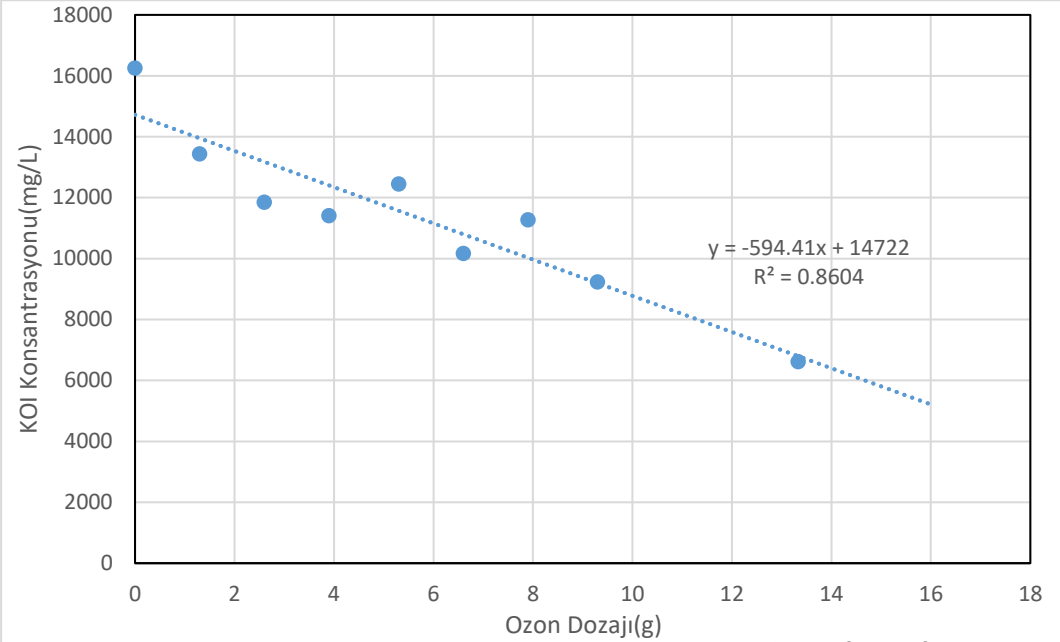
Şekil 1. Ozon Dozuna bağlı olarak KOI Değişimi(pH=9)

Nötral pH'da yapılan ozon oksidasyon sonuçları Şekil 2'de verilmiştir. Bu deneysel çalışmada ozon oksidasyonu sonucu KOI gideriminde belirgin bir azalma tespit edilememiştir. Nötral pH'da ozon oksidasyonunda hem ozon hemde ·OH radikalleri etkin rol oynamaktadır. Ozon dozuna bağlı olarak KOI azalımı korelasyon katsayısı R^2=0.376 bulunmuştur.Ham su KOI değeri 19330 mg/l dir.En düşük KOI değeri 13.30 g ozon dozunda 11690 mg/l ölçülmüştür.En yüksek KOI giderim verimi %39 dır. Şekil 2' de görüldüğü gibi çıkış KOI değerinde görülen dalgalanmalar peroksit'in KOI ölçümünde oluşturduğu girişim sonucundadır.Nötral pH'da ozon oksidasyonu verimli bulunmamıştır. Giriş KOI değeri çok yüksek olduğundan daha fazla ozon konsantrasyonuna ihtiyaç vardır. Ozon alkali ortamda hidrojen peroksit oluşumuna yol açtığından, bu peroksit KOI ölçümlerinde girişime sebep olmaktadır.



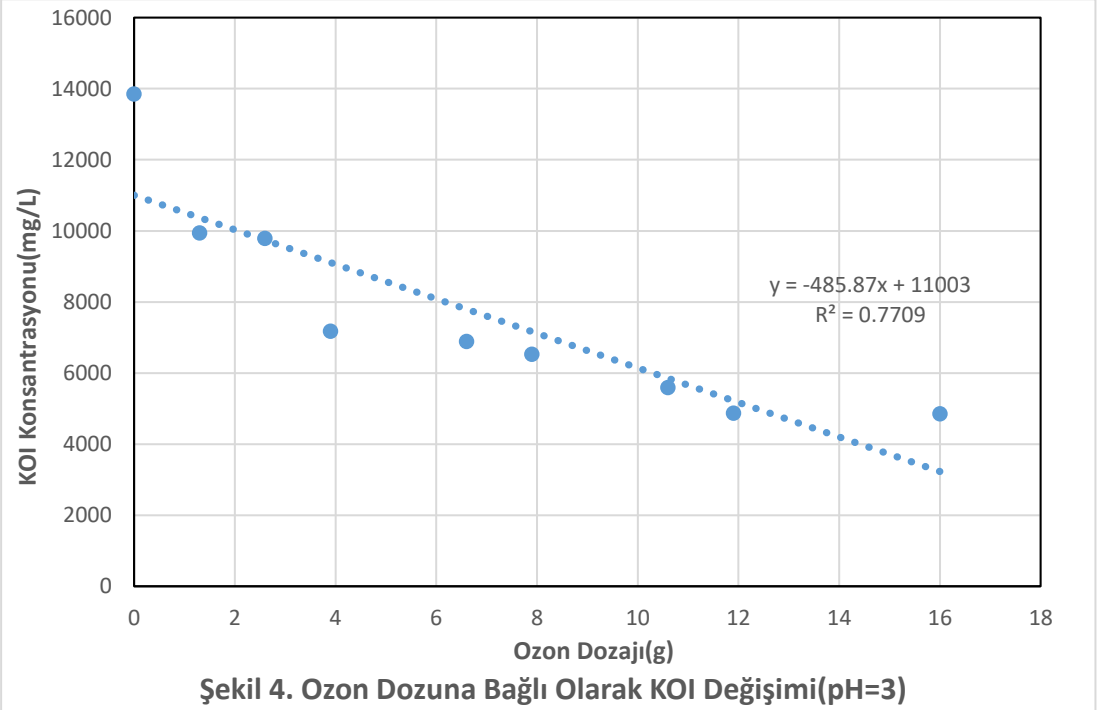
Şekil 2. Ozon Dozuna Bağlı Olarak KOI Değişimi(pH=7)

Düşük pH'da(pH:5) ozon dozuna bağlı olarak çıkış KOI değişimi Şekil 3'de verilmiştir. Ozon dozuna bağlı olarak çıkış KOI değeri yaklaşık olarak lineer azalmaktadır. Ozon dozuna bağlı olarak çıkış KOI azalımı korelasyon katsayısı R^2=0.86 bulunmuştur. Düşük pH'da ozon oksidasyonunun daha etkin olduğunu göstermektedir. Ozon dozu 13.36 g olduğunda çıkış KOI değeri 6610 mg/l bulunmuştur. En yüksek KOI giderim verimi %59 bulunmuştur.Düşük pH'da organik madde oksidasyonunda ozon etkin rol oynamaktadır. Ozon dozları 1.3 g, 2.6 g, 3.99 g, 5.3 g, 6.6 g, 7.9 g, 9.3 g ve 13.33 g olduğunda çıkış KOI değerleri sırasıyla 13430 mg/l, 11850 mg/l, 11400 mg/l, 12440 mg/l,10160 mg/l, 11270 mg/l, 9230 mg/l ve 6610 mg/l bulunmuştur.

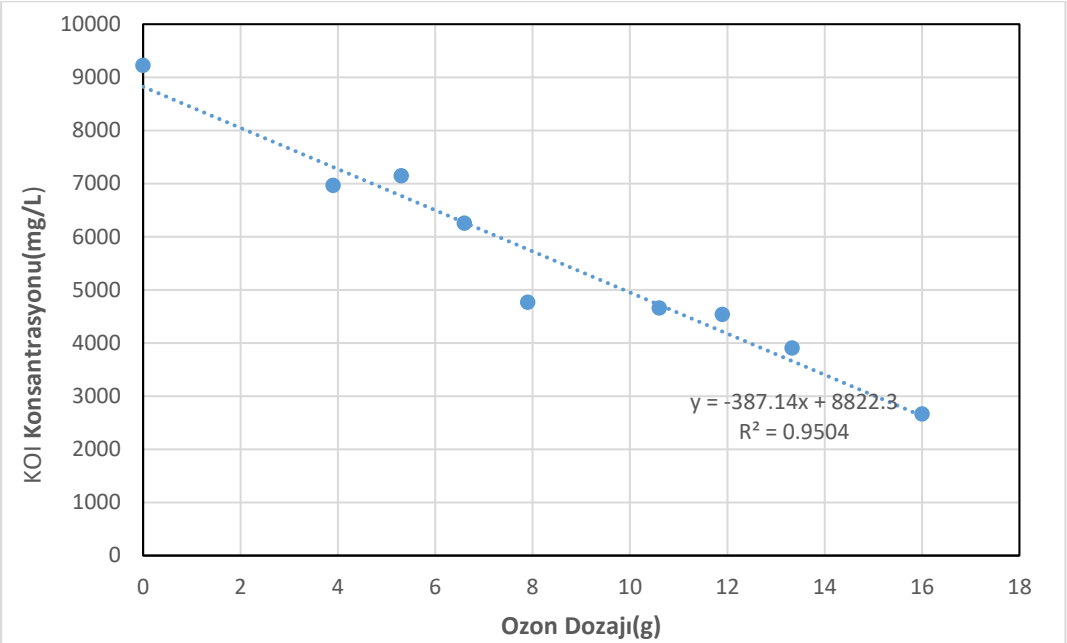


Şekil 3. Ozon Dozuna Bağlı Olarak KOI değişimi(pH=5)

Şekil 4'de düşük pH değerinde ozon dozuna bağlı olarak çıkış KOI değişimi verilmiştir. pH değeri 3'e düştüğünde organik madde giderim verimi artmaktadır. Düşük pH değerinde oksidasyonda ozon temel rol oynamaktadır. Ozon dozu arttıkça çıkış KOI değeri yaklaşık olarak lineer azalmaktadır. Ozon dozu ve çıkış KOI değerleri arasında korelasyon katsayısı 0.77 hesaplanmıştır. Ozon dozu 1.3 g, 2.6 g, 3.9 g, 6.6 g, 7.9 g,10.6 g, 11.90 g ve 16 g olduğunda çıkış KOI değerleri sırasıyla 9940 mg/l, 9790 mg/l, 7180 mg/l, 6890 mg/l, 6530 mg/l, 5590 mg/l, 4870 mg/l ve 4850 mg/l ölçülmüştür.



Şekil 4. Ozon Dozuna Bağlı Olarak KOI Değişimi(pH=3)



Şekil 5. Ozon Dozuna Bağlı Olarak KOI Değişimi(pH=1)

Şekil 5'de düşük pH'da ozon konsantrasyonuna bağlı olarak çıkış KOI değişimi verilmiştir. Ozon dozuna bağlı olarak KOI değişim katsayısı en yüksek pH=1'de bulunmuştur(R^2=0.95). Çok düşük pH'da ozon oksidasyonu daha verimli bulunmuştur. Ozon konsantrasyonu arttığında çıkış KOI değişimi doğrusal olarak azalmaktadır. 16 g ozon dozunda KOI giderim verimi %71 bulunmuştur. Düşük pH değerlerinde oksidasyonda O_3 aktif olarak görev yapmaktadır. Ozon konsantrasonuna bağlı olarak 5.3 g, 6.6 g, 7.9 g, 10.6 g, 11.9 g, 13.33 g ve 16 gram ozon dozunda sırasıyla 6970 mg/l, 6260 mg/l, 4770 mg/l, 4660 mg/l, 4540 mg/l, 3910 mg/l ve 2670 mg/l çıkış KOI değerleri bulunmuştur.

KAYNAKLAR

Alvares, A.B.C., Diaper, C., Parsons, S.A.2001. Partial oxidation by ozone to remove recalcitrance from wastewaters- a review. Environ. Technol. 22(4), 409-427.

Boczkaj, G., Fernandes, A. 2017. Wastewater treatment by means of advanced oxidation processes at basic pH conditions: A review. Chem. Eng. J. 320, 608–633.

Egbuikwem, P.N., Mierzwa, J.C., Saroj, D.P.2020. Evaluation of aerobic biological process with post ozonation for treatment of mixed industrial and domestic wastewater for potential reuse in agriculture, Bioresource Technology,318, 124200.

Oller, I., Malato, S., S´anchez-P´erez, J.A., 2011. Combination of Advanced Oxidation Processes and biological treatments for wastewater decontamination—a review. Sci. Total Environ. 409 (20), 4141–4166.

Rice, R.G.1996.Application of ozone for industrial wastewater treatment a review. Ozone Sci.Eng.18(6),477-515.

Saroj, D.P., Kumar, A., Bose, P., Tare, V.2006. Enhancement in mineralization of some natural refractory organic compounds by ozonation aerobic biodegradation. J.Chem. Technol. Biotechnol, 81(2), 115-127.

Yasar, A., Ahmed, N., Chaudhry, M.N., Rehman, M.S.U., Khan, A.A.A.2007. Ozone for color and COD removal of raw and anaerobically biotreated combined industrial wastewater. Polish J. Environ. Stud.16, 289-294.

THE MODERN PSYCHO-PEDAGOGICAL METHODS OF TRAINING IN HIGH SCHOOL

V.M.Galimova, R.V.Lavrik

National University of life and Environmental Sciences of Ukraine (Ukraine, 03041, Kiev, Str. Geroev Oborony 15)

Summary:
The article is devoted to the analysis of modern psycho-pedagogy methods in higher school that take place in Ukraine.
Key words: psychology, education, pedagogy, professional thinking, method, media-pedagogy.

The introduction of the achievements of psychological science into pedagogical practice is a real prerequisite for reforming higher education in Ukraine using the principles of humanitarianism, democracy and humanity in the educational process and in its focus on personal growth and professional development of a future specialist [1].

A new type of specialist is characterized by a humanistic model, that is, a specialist who not only comprehensively and thoroughly mastered scientific knowledge in the chosen profession, but also has clear worldview guidelines, broad social thinking, a scientific vision of the overall picture of the global world, its problems and ways their decisions.

The multifaceted training and education of a student not only as a specialist, but also as an individual, part of society and society requires not only a rethinking of the approach to existing teaching methods, but also their certain adjustments.

According to the Law of Ukraine "On Higher Education", the educational process at the university is carried out in the following forms: training sessions, independent work, practical training, module control. The main types of studies in higher education are: lectures, laboratory and practical work, seminars, individual lessons. Together, as well as in each individual case, these forms of classes are aimed at developing the potential of students. The traditional lecture has undoubted advantages not only as a way of delivering information, but also as a method of the teacher's emotional impact on the student, while increasing his cognitive activity. The lecture introduces students to a particular branch of scientific knowledge, introduces them to the main scientific and theoretical provisions, the methodology of this science, shows its relationship with other branches of knowledge.

A special place is played in higher education by the introduction of a credit-modular learning system, which makes it possible to increase the efficiency of applying knowledge, contributes to the formation of professional and personal qualities of future specialists and is based on a combination of modular learning technologies and credited educational units (credits). This requires the student to perform a significant number of independent tasks. Great importance in the preparation is played by individual educational and research tasks, since, in fulfilling them, the student focuses on himself. The fulfillment of an individual educational and research task involves independent research work of students aimed at a theoretical analysis of the problems associated with the subject of the training course. These works are deeply connected with significant psychological burdens on students and teachers and are topical psychological problems of higher education, the solution of which will help improve the quality of higher education, overcome the crisis in the educational and cultural sphere [2].

Today, the goal of education is to instill in young people confidence in the dynamics of knowledge, the formation of the ability to learn and relearn, to realize the need to develop their creative potential.Of particular importance in the content of higher education is the combination of advanced achievements of world experience and national culture, taking into account the prospects for European integration of Ukraine and its national interests.

Actual psychological problems of higher education are the following questions [1]:

• the readiness of first-year students to study in higher education and the prerequisites for their successful psychological adaptation to the conditions of a higher educational institution;

• motivation of students' professional choice and education, their professional identification and self-determination;

• designing an individual trajectory of the professional development of each student, taking into account his individual psychological characteristics;

• formation of a positive "I-concept" as the core of the future specialist's personality, self-esteem and a high level of significance;

• rallying the student team and establishing effective student self-government;

• formation among students and teachers of civic consciousness and national identity, patriotic feelings and responsibility for the fate of the state, concern for the preservation and development of Ukrainian culture, the establishment of a Russian-speaking educational space;

• development of criteria, indicators and methods of psychological control over the process, the usefulness of the content and the conditions for the mental development of students, their personal growth and professional development;

• introduction of modern information technologies into the educational process, taking into account the psychological characteristics of the "human-computer" dialogue;

• deepening the psychological preparation of teachers, stimulating their scientific creativity, improving professionalism and pedagogical skills;

• establishing optimal pedagogical interaction "teacher-student", constructive solution of possible interpersonal conflicts;

• psychological help and support for all participants in the pedagogical process, especially during the period of a normative crisis of identity and psychological adaptation.

The famous Ukrainian researcher S.V.Goncharenko notes that it is especially important for education in higher education to maximize the development of students' skills to independently apply the basic principles and laws in human practical activity and see the effect of these principles in new discoveries and technological achievements [3].

Independent work is the goal of the developmental education system, as it serves as a sign of the formed educational and professional activity of the student, without which the development of the personality becomes impossible, as well as the independent solution of professional situations. However, the process of implementing independent work in the system of modern higher professional education is very complicated. Thus, a survey conducted among students showed that almost a third of first-year students have difficulties associated with the lack of independent work skills, as well as independent search for material. At the same time, about 22% of students do not have enough time to complete the given task in independent work. In our opinion, the solution to this issue can be found in strengthening the internal motivation of students regarding their own independent work. In the junior years of study, the priority areas of independent work should be those types of tasks, the main direction of which is to consolidate the acquired theoretical knowledge, their practical application in the performance of educational tasks.

Ukrainian teachers are trying to approach the reform of all components of higher education systems in the state, to develop a new formulation of the model of education and the model of upbringing [4, 5].The purpose of such a model is to provide the student with a certain

system of knowledge in the form of skills and abilities, the ability to introspection, creativity, spreading the horizons, self-learning, etc. As a rule, every young teacher, inheriting the pedagogical developments of the past, tries to bring his own, individual vision of educational processes and education generally. In this, he comes to the aid of the developed pedagogical research of the following methods:

• pedagogical observation, interview, pedagogical experiment, psychological and pedagogical testing, sociological methods (questionnaire, rating, generalization of independent characteristics, sociometry);

• mathematical methods (registration, statistical methods, measurement method);

• theoretical methods (analysis, synthesis, generalization, comparison, conclusions, modeling, induction, deduction, comparative historical analysis).

The use of all these modern pedagogical technologies, based on the use of the latest information technologies, take into account age and individual characteristics, especially during the training of foreign students and are actively introduced into practice. This is a technique for conducting business games, discussions, using specific professional situations, which also includes a method for assessing one's own.

The use of one or more methods aims to obtain reliable data on pedagogical reality. The forms of work that are proposed create a dialogic space in which the realization of the positive natural and social potential of students takes place, thanks to the initiation and support by teachers of active forms of self-knowledge and self-development.

Pedagogical science is enriched with a new direction - media pedagogy, which, logically, should consist of media education, media education and media training and be served by appropriate technologies. Now in different countries, in particular in France, Germany, Canada, Israel, media pedagogy and media education are rapidly developing. Based on modern educational experience, it is obvious that the educational system of Ukraine needs a specialty "media teacher". The structure of practical classes should include interactive technologies, that is, specific methods that will make the practical lesson interesting and meaningful.

Literature:

1. Yurchenko V.I. Actual psychological problems of the current school in Ukraine (http://www.psyh.kiev.ua/Yurchenko V.I).

2. Goncharenko S. U. Pedagogical studies: Methodological support for young scientists / S. U. Goncharenko. - Kiev-Vinnitsa: DOV "Vinnitsa", 2008. - 278 p.

3. Egorova, V. V. Innovative pedagogical technologies in the daily teaching and learning process of VNZ / V. V. Egorova // Naukovi zapiski [Text] / [zag. redol. : Bryukhovetsky V.S. (Vidp. ed.) and in.]. - K. : NaUKMA, 1998 - T. 97: Pedagogical, psychological sciences and social work / [editor. : Girnik A. M. (head ed.) and in.]. − 2009. S. 28−31.

4. Methods of learning and scientific achievements at your school: Navch. posibn. /FROM. U. Goncharenko, P. M. Oliynik, V. K. Fedorchenko and others; For red. S. U. Goncharenko, P. M. Oliynik. - K .: Vishcha school, 2003. - 323 p.

5. Plakhotnik, O. Organizational structure of scientific research in Ukraine / O. Plakhotnik //Humanization of the initial-study process [Text]: sci.-method. zb. / Slovyan. holding ped. un-t; [redkol. : V.I. Sipchenko (Vidp. ed.) and in.]. − Slov'yansk: SDPU, 200 − Spetsvip. 7, Ch. 2. - 2011. - S. 129-141.

SİVAS EKOLOJİK KOŞULLARINDA BAZI YEŞİL MERCİMEK ÇEŞİTLERİNİN TARIMSAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Prof. Dr., TOLGA KARAKÖY[1], Doç. Dr., ÖMER SÖZEN[1]
[1] Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi,
ORCID ID: 0000-0002-5428-1907
[1] Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi,
- ORCID ID: 0000-0001-5528-7887

ÖZET

Sivas ekolojik koşullarında bazı mercimek çeşitlerinin tarımsal parametrelerinin ortaya konulması amacıyla 2022 yılında Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesine ait araştırma deneme arazisinde mercimek vejetasyon döneminde tesadüf blokları deneme deseninde üç tekrarlamalı olarak yürütülen çalışmada 9 adet tescilli mercimek çeşidi (Sultan, Meyveci 2001, Pul 11, Ceren, Gümrah, Yusufhan, Bozok, Karagül ve Ankara Yeşili) kullanılmıştır. Yürütülen araştırmada agronomik özellikler olan bitki boyu (cm), ilk bakla yüksekliği (cm), bitkide bakla sayısı (adet/bitki), bitkide tane sayısı (adet/bitki), yüz tane ağırlığı (g), bitki başına tane verimi (g/bitki), biyolojik verim (g) ve dekara tane verimi (kg/da) özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda mercimek çeşitlerinin 92.30-141.90 kg/da arasında dekara tane verimine sahip oldukları belirlenmiş olup en yüksek dekara tane verimi Sultan mercimek çeşidinden elde edilirken en düşük dekara tane verimi ise Ankara Yeşili mercimek çeşidinde ortaya konulmuştur. Tüm mercimek çeşitlerinin ortalama dekara tane verim değerlerinin ise 121.43 kg/da oldukları görülmüştür. Bunun yanında mercimek çeşitlerine bağlı olarak bitki boylarının 25.54 (Ankara Yeşili)-31.35 (Yusufhan) cm, ilk bakla yüksekliklerinin 18.70 (Ankara Yeşili)-22.60 (Yusufhan) cm, bitkide bakla sayılarının 6.30 (Karagül)-14.20 (Sultan) adet, bitkide tane sayılarının 7.20 (Karagül)-18.90 (Sultan) adet, yüz tane ağırlıklarının 2.803 (Sultan)-3.105 Yusufhan) g ve bitki başına tane verimlerinin ise 0.22 (Ankara Yeşili)-0.52 (Sultan) g değerlerine sahip oldukları görülmüştür.

Sonuç olarak; Sultan, Meyveci 2001 ve Yusufhan mercimek çeşitlerine ait verim öğelerinin performanslarının diğer çeşitlere nazaran daha yüksek oldukları görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Sivas, Mercimek, Çeşit, Verim, Verim Öğeleri

1. GİRİŞ

İnsanların protein ihtiyaçlarının karşılanmasında en önemli besin gruplarından bir tanesi de hayvansal ürünler olup bu ürünlerin pahalı olması, çabuk bozulmaları, depolama şartlarının kolay olmayışı ile dini inanışlar yüzünden kullanımlarının kısıtlı olmalarından dolayı günümüzde ekonomik anlamda düşük maliyetli ve uzun süre depolanma şartları bulundurulabilme özelliklerinden dolayı bitkisel bazlı proteinlerin önemi artmaya başlamıştır. Bu kapsamda yemeklik tane baklagiller, insan ve hayvan beslenmesinin yanı sıra iyi bir münavebe bitkisi olmalarından dolayı önemli bir konuma sahiptirler.

Bir yemeklik tane baklagil bitkisi olan mercimek, bünyesinde bulundurduğu yüksek protein oranı (%23-31) ile A, B, D ve K vitamin içerikleri ve P, Fe, Ca ve K mineralleri bakımından zengin oluşundan dolayı dünyada açlık ve yetersiz beslenme sorununda beslenmede önemli bir besin kaynağıdır [1]. Aynı zamanda mercimeğin protein içeriğinde bulunan methionin, threonin ve lycin aminoasit miktarları sığır etindeki değerlere yakındır. Mercimekte bu aminoasitler

sırasıyla her yüz gr proteinde 1.4, 3.5 ve 7.3 gramdır [2]. Köklerinde ortak yaşayan *Rhizobium* spp. bakterileri yardımıyla havadaki serbest azotu toprağa bağlayarak toprak içeriğinde organik azot içeriği artırarak münavebeye sokulan bitki türlerinin azottan yararlanmasını sağlarlar [3]. Toprağa bağladıkları azot miktarı yılda 5-20 kg/da arasında olup bu değişim aralığı çeşide ve çevre koşullarına göre değişmektedir [4]. Yemeklik tane baklagiller bünyesinde en az selülozu (%20-30) bulunduran mercimek sap ve samanı, hayvan beslenmesinde iyi bir tercih olup mercimeğin sap ve meyveleri %1.8 yağ, %4.4 protein, %50.0 karbonhidrat, %21.4 selüloz ve %12.2 oranında kül bulundurmaktadır [5].

Mercimek, Leguminosae familyasının kelebek çiçekliler (*Papilionatae*) alt familyasına bağlı Vicieae oymağında bulunan önemli baklagil türlerden birisidir. Binlerce yıldan beri kültüre alındığı bilinen Mercimek bitkisinin (*Lens culinaris* Medik.) küçük tanelilerinin Afganistan'ın yüksek rakımlı yerleri ile Himalaya ve Hindikuş dağlarında; orta büyüklüktekilerinin (var. syriaca) yurdumuzun Orta Anadolu Bölgesinin dağlık yerlerinde; büyük tanelilerin (var. macrosperma) ise Akdeniz Bölgesi'nde tarımına başlandığı [6] tarafından yapılan çalışmalarla ortaya konulmuş olmakla birlikte mercimek tarımının dünya coğrafyası üzerinde ılıman ve subtropik iklimin görüldüğü bölgelerde daha çok yayılım gösterdiği buna karşın ülkemizde ise Karadeniz Bölgesi'nin doğusu hariç hemen hemen tüm coğrafyamızda yetiştiriciliğinin yapılabileceği [7] tarafından ifade edilmiştir.

Mercimek bitki türü, ekolojik istekleri bakımından kurak ya da yarı kurak alanlarda tahıl türleriyle birlikte münavebeye sokularak birim alan verimini artırmak ve nadas alanlarını azaltmak adına önemli bir rol oynamakla beraber kurak ve yarı kurak iklim koşullarının hâkim olduğu tarım alanlarında mercimek bitkisinin münavebede değerlendirilmesiyle, hem bitkisel türlerin üretiminde verimlilik değeri artacak hem de nadas alanlarının daraltılması gerçekleştirilebilecektir. Kurak ya da yarı kurak alanlarda münavebe rotasyonunda değerlendirilebilecek mercimek, özellikle doğal yağışlara bağlı diğer bitki türlerine göre ekili olabilecek tarlaların erken zamandaki hasadına bağlı olarak çabucak terk etmesi ve bir sonraki ekilecek bitki türü için içeriği zengin toprak yapısını bırakma özelliği nedeniyle önem arz eden yemeklik baklagil türlerinden birisidir.

Dünyada 5.58 milyon ha ekim alanı, 5.61 milyon ton üretimi ve 1004.3 kg/ha verim değeri bulunan mercimek ülkemizde ise 296.551 ha ekim alanı, 263.000 ton üretimi ve 886.9 kg/ha verim değeri ile nohuttan sonra ikinci sırada gelmektedir [8].

İç Anadolu Bölgesi'nin doğusunda yer alan ve çalışma alanımızı temsil eden Sivas ilinde mercimeğin üretim payı yemeklik tane baklagiller üretimi içerisinde %7.5 olup il düzeyinde 7.150 ha nohut, 407 ha kuru fasulye ve 640 ha yeşil ve kırmızı mercimek yetiştiriciliği yapılmaktadır. Nohut ekim alanlarından sonra ikinci sırada gelen mercimekten hektar başına kırmızı mercimekte 910 kg, yeşil mercimekte ise 750 kg verim alınmakta olup ülkemiz ortalaması olan 887 kg'lık verime paralellik göstermiştir. Bölge için standart çeşit kullanım alışkanlığının henüz tam oturmamış olması ve özellikle kültürel işlemleri içine alan yetiştirme tekniklerinin yeterince kullanılamaması verimde artışın sağlanamamasına nedenler olarak sıralanabilmektedir [9].

Bir yemeklik baklagil bitkisi olan mercimekte tohum veriminde artış sağlanabilmesi temel amaç olarak dikkate alınmakta olup bu amaca ulaşılabilmesi için bölge iklim ve toprak yapısına uygun koşullarda verimli standart mercimek çeşitlerinin yetiştiriciliğinin yapılması beklenmekle beraber Sivas ilinin de içinde bulunduğu İç Anadolu Bölgesi dahilinde sertifikalı

mercimek tohumunun kullanımının oldukça düşük olmasından dolayı mercimek yetiştiriciliği yapan çiftçiler doğal olarak yerel mercimek popülasyonlarını kullanmak durumunda kalmanın sonucunda ülkemiz mercimek verim ortalamasına yakın bir paralellik değeri elde edilmektedir. Tarımsal Araştırma Enstitüleri (Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü ve Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü) tarafından tescil ettirilmiş farklı yeşil mercimek çeşitlerinin verim parametreleri bakımından Sivas ekolojik koşullar altında tarımsal performanslarının ortaya konulması bu çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Materyal

Bu araştırmanın tarla denemeleri Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi'nin Tarımsal AR-GE Merkezinde yer alan ıslah deneme parsellerinde 2022 yılı mercimek vejetasyon döneminde yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü deneme arazisi deniz seviyesinden yaklaşık 1285 m yükseklikte, N39,720656 - E36,917248 konumunda bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırmanın yürütüldüğü deneme arazisi

Araştırmada, ülkemizde Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne bağlı Tarımsal Araştırma Enstitüleri tarafından tescil ettirilmiş olan 9 adet yeşil mercimek çeşidi kullanılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Denemde kullanılan çeşitler ile tescil ettirildikleri kurumlar

Mercimek Çeşitleri	Tescil Ettiren Kuruluş
Sultan	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü / Eskişehir
Meyveci 2001 Pul 11 Ceren Gümrah Yusufhan Bozok Karagül Ankara Yeşili	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü / Ankara

2.2. Araştırma Yerinin İklim Özellikleri

Sivas ilinin mercimek yetiştirme dönemine ait uzun yıllar ortalaması (1950-20215) ile araştırmanın yürütüldüğü 2022 yılının meteorolojik değerleri incelendiğinde uzun yıllar ortalaması ile 2022 yılına ait aylık sıcaklık ortalamaları arasında büyük bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte 2022 yılı aylık toplam yağış değerleri ile aylık ortalama nisbi

nem değerlerinin de uzun yıllar ortalamasıyla paralellik gösterdiği Çizelge 2'de ortaya konulmuştur.

Çizelge 2. Sivas ilinin 2022 yılı ile uzun yıllara ait iklim verileri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (^{0}C)		Toplam Yağış (mm)		Ortalama Nisbi Nem (%)	
	2022	Uzun Yıllar	2022	Uzun Yıllar	2022	Uzun Yıllar
Nisan	8.5	8.9	57.5	56.9	46.6	44.8
Mayıs	13.1	13.5	61.6	60.9	61.7	61.5
Haziran	16.5	17.0	35.1	34.5	58.4	58.0
Temmuz	20.2	20.0	7.6	9.2	51.6	49.1
Ağustos	20.8	20.2	4.9	6.8	46.7	45.9
Toplam			166.7	168.3		

2.3. Toprak Özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü deneme arazisinin kimyasal ve fiziksel yapılarına ilişkin toprak özellikleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Deneme yeri toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Derinlik	0-30 cm
pH	7.28
Toplam Tuz (%)	0.33
Kireç (% CaCO3)	19.6
Organik Madde (%)	1.7
Fosfor (P_2O_5 kg/da)	3.40
Potasyum (K_2O)	93.59

Çizelge incelendiğinde araştırmanın yürütüldüğü denemede arazisi toprağının hafif alkali, organik maddesinin orta düzeyde, alınabilir potasyum bakımından yeterli, alınabilir fosfor düzeyi orta düzeyde, tuz içeriğinin orta tuzlu ve kireç içeriğinin ise kireçli olduğu tespit edilmiştir.

2.4. Metot

Araştırma, Tesadüf Blokları Deneme Deseninde 3 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuş olup parseller 4.0 m x 0.8 m= 3.2 m^2 olacak şekilde ayarlanmıştır. Mercimek çeşitlerin parsellere dağılımı tesadüfî olarak gerçekleştirilmiştir. Denemenin ekimleri 15 Nisan 2022 tarihinde tavlı toprağa gerçekleştirilmiştir. Ekimler 20 cm sıra aralığında 2-3 cm sıra üzerinde, her bir sıraya 150-200 adet tohum düşecek şekilde markörle açılan sıralara 3 cm derinliğe elle yapılmıştır. Her parsel 4 sıradan oluşmuştur. Yabancı otlarla mücadele etmek üzere ekimlerle beraber ekim sonrası ve çıkış öncesi yabancı ot ilacı uygulanmış ve tüm vejetasyon süresince 2 sefer çapa yapılmıştır. Her parsele eşit olarak dekara 15 kg DAP (2,7 kg N/da ve 6,9 kg P2O5/da) gübresi ekimle birlikte toprağa verilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü deneme alanındaki çeşitlerin hasadı, hasat olgunluğuna ulaştıkları dönem aralığı olan 15 Temmuz - 5 Ağustos 2022 tarihleri arasında el ile yapılmıştır. Parseli oluşturan 4 sıradan her iki yandaki birer sıra ve sıra başlarından 50 cm'nin içerisinde bulunan bitkiler kenar tesiri olarak gözlem dışı bırakılarak bütün işlemler 3 m x 0.4 m = 1.2 m^2'lik alanlar üzerinden yapılmıştır. Her bir parselden hasat edilen bitkiler ayrı ayrı çuvallara konulup etiketlenerek hasat-harman sonrası gerekli ölçümler ve analizler yapılmak üzere Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü'nün harman laboratuvarına getirilmiştir. Her parselden rastgele seçilen 10'ar bitkide bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide bakla sayısı,

bitkide tane sayısı, yüz tane ağırlığı, bitkide tane verimi, biyolojik verim ve dekara tane verim değerleri saptanmış ve bunların ortalamaları alınarak bitki başına ortalama değerler hesaplanmıştır.

2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmadan elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş olup karakterlere ait eldeki veriler arasındaki farklılığın istatistiksel kontrolünde JUMP.07 istatistiki paket programı uygulanmıştır. Önemli çıkanlar arasındaki farklılığın hangi ya da hangilerinden kaynaklandığını belirlemek için ise LSD testi ($P>0.05$) yapılmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Bitki Boyu

Yürütülen çalışma sonucunda standart mercimek çeşitlerinde ortaya konulan bitki boyu parametresine ilişkin değerler Çizelge 4'de verilmiştir. Dekara tane veriminde dikkate alınması gereken önemli parametrelerden bir tanesi olan bitki boyu bakımından en yüksek bitki boyu 31.35 cm ile Yusufhan mercimek çeşidinden elde edilirken bu mercimek çeşidini 31.04 cm ile Gümrah mercimek çeşidi izlemiştir. En düşük bitki boyu ise 25.54 cm ile Ankara Yeşili çeşidinden görülmüş olup çeşitler arasında önemli ($p<0.05$) farklılıklar görülmüştür. Tüm çeşitlerin ortalama bitki boynunun ise 28.61 cm olduğu ortaya konulmuştur. 2013-2014 ve 2014-2015 yetiştirme dönemlerinde Şanlıurfa koşullarında yürütülen çalışmada Şanlıurfa koşullarına uygun yüksek verimli kırmızı mercimek çeşitlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada 11 adet mercimek çeşidi kullanılmıştır. Her iki yıl ve birleşik varyans analizine göre çeşitler arasında bitki boyunun 37.3-45.1 cm arasında değişim gösterdiği [10] tarafından ifade edilmiş olup bu parametre üzerine yürütülen diğer çalışmalarda [11] 31.8-48.5 cm, [12] 31.8-48.5 cm, [13] 28.9-38.0 cm, [14] 41.0-48.17 cm, [15] 44.48-45.55 cm, [16] 44.00-49.5 cm ve [17] 30.20-39.77 cm değerlerini elde etmişlerdir. Elde ettiğimiz değerlerin, araştırmacıların elde ettiği bitki boyuna ait değerler arasında yer aldığı görülmekte olup yürütülen çalışmalarla benzerlik göstermiştir.

3.2. İlk Bakla Yüksekliği

Yürütülen çalışmada ilk bakla yüksekliğine ait değişimin 18.7-22.6 cm arasında oluştuğu belirlenmiş olup en yüksek ilk bakla yükseklik değeri Yusufhan (22.6 cm) mercimek çeşidinden elde edilirken en düşük ilk bakla yükseklik değeri ise Ankara Yeşili (18.7 cm) çeşidinde tespit edilmiştir. Standart mercimek çeşitlerinin ortalama ilk bakla yükseklik değerinin 20.78 cm olarak görüldüğü çalışmada ilk bakla yükseklik adına çeşitler arasında önemli ($p<0.05$) farklılıkların olduğu belirlenmiştir.

Kahramanmaraş şehrinde bulunan Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma İstasyonu deneme alanında 2014-2015 yetiştirme döneminde yürütülen çalışmada mercimek (Fırat-87, Flip-2005, Çağıl) çeşitlerine ait morfolojik ve tarımsal karakterleri incelenmiştir. Araştırmada mercimek çeşitlerinde ilk bakla yüksekliğinin 19.4-19.5 cm arasında değişim gösterdiği [16] tarafından ifade edilmiş olup bu parametre üzerine yürütülen diğer çalışmalarda [18] 14.90-30.30 cm, [19] 10.79 cm, [20] 15-31 cm, [21] 12.5-15.1 cm, [22] 6.8-31.2 cm, [23] 11.13-17.88 cm, [13] 14.4-20.1 cm, [14] 3.65-5.42 cm, [24] 8.74-13.51 cm ve [17] 12.27-18.90 cm değerlerini ortaya koymuşlardır. Araştırmacıların elde ettiği değerlerin yaptığımız çalışma ile benzerlik gösterdiği ortaya konulmuştur.

Çizelge 4. Mercimek çeşitlerinde verim ve verim özelliklerinin değerlerine ilişkin ortalamalar ile oluşan istatistikî gruplar

Çeşitler	Bitki Boyu (cm)	İlk Bakla Yüksekliği (cm)	Bitkide Bakla Sayısı (adet)	Bitkide Tane Sayısı (adet)	Yüz Tane Ağırlığı (g)	Bitkide Tane Verimi (g)	Biyolojik Verim (g)	Dekara Tane Verimi (kg/da)
Sultan	30.6 b	22.4 ab	**14.2 a**	**18.9 a**	**28.03 de**	**0.52 a**	2.9 b	**141.9 a**
Meyveci 2001	26.9 d	19.7 c	11.5 b	18.2 ab	31.04 a	0.32 ef	**2.5 d**	137.8 ab
Pul 11	29.1 c	20.6 b	13.6 ab	15.4 b	28.41 cd	0.41 cd	2.9 b	135.3 b
Ceren	30.12 bc	22.3 abc	10.4 cd	13.3 c	28.88 bc	0.37 d	**2.5 d**	119.2 c
Gümrah	31.04 ab	22.4 ab	13.6 ab	17.5 ab	28.55 c	0.43 c	2.7 c	116.3 cd
Yusufhan	**31.35 a**	**22.6 a**	10.5 c	11.5 de	**31.05 a**	0.46 b	**2.5 d**	112.2 d
Bozok	26.08 e	18.8 d	8.4 de	11.7 d	29.06 b	0.33 e	**3.9 a**	110.4 de
Karagül	26.74 d	19.5 cd	**6.3 e**	**7.2 e**	30.95 abc	0.24 f	2.6 cd	98.4 e
Ankara Yeşili	**25.54 ef**	**18.7 de**	8.9 d	10.8 def	28.12 d	**0.22 fg**	2.8 bc	**92.3 f**
Ortalama	28.61	20.78	10.82	13.83	29.34	0.36	2.81	118.20
Önemlilik	*	*	**	**	*	**	*	**
CV (%)	9.61	10.19	12.45	13.05	4.96	9.78	10.24	12.67

3.3. Bitkide Bakla Sayısı

Çalışmada yer alan standart mercimek çeşitlerinin bitkide bakla sayısı üzerine etkisinin çok önemli ($p<0.01$) olduğu araştırmada en yüksek bitkide bakla sayısı 14.2 adet ile Sultan mercimek çeşidinden elde edilirken sırasıyla Pul 11 ve Gümrah (13.6 adet) mercimek çeşitleri Sultan mercimek çeşidini izlemiştir. Karagül mercimek çeşidi ise standart mercimek çeşitleri içinde 6.3 adet bitkide bakla sayısı değeri ile son sırada yer almış olup mercimek çeşitlerinin ortalama bitkide bakla sayısı değerinin ise 10.82 adet olarak elde edildiği görülmüştür. Önemli verim parametrelerden bir tanesi olan bitkide bakla sayısı, farklı iklim ve çevresel faktörlerden etkilense de belirleyici faktörün çeşidin genetik potansiyeli olduğunu bildiren birçok çalışma mevcut olup bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı ile de olumlu ve önemli ilişki içindedir. 2014 yılı mercimek yetiştirme sezonunda 183 mercimek çeşidi ile Adana ve Sivas illeri koşullarında yürütülen çalışmada bitkide bakla sayısının Adana ilinde 12.0-74.3 adet, Sivas ilinde ise 10.8-113.6 adet arasında değişim gösterdiği [25] tarafından belirlenmiş olup bitkide bakla sayısı çalışmaları kapsamında [18] 20.16-33.90 adet, [20] 12.1-43.8 adet, [26] 15.5-23.56 adet, [27] 22.8-44.3 adet, [11] 9.5-34.5 adet, [12] 9.5-34.5 adet, [28] 25.7 adet, [29] 24.3-75.0 adet ve [17] 12.07-28.07 adet değerlerini elde etmişlerdir. Elde ettiğimiz değerlerin, araştırmacıların elde ettiği bitkide bakla sayısına ait değerler arasında yer aldığı görülmekte olup yapılan çalışmalarla benzerlik göstermiştir.

3.4. Bitkide Tane Sayısı

Mercimek gibi yemeklik tane baklagil türlerinin hepsinde verim parametreleri içinde bitkide bakla sayısı ile birlikte önemli agronomik özelliklerin başında gelen bitkide tane sayısı, verimi olumlu ve pozitif yönde etkilemektedir. Birçok yemeklik tane baklagillerde olduğu gibi farklı iklim ve çevresel faktörlerinden bitkide tane sayısı etkilense de belirleyici temel faktörün genetik potansiyel olduğu bilinmektedir. Bu kapsamda yürütülen çalışmada standart mercimek çeşitleri arasında bitkide tane sayısı bakımından çok önemli ($p<0.01$) farklılıklar bulunmuştur. En yüksek bitkide tane sayısı 18.9 adet ile bitkide bakla sayısında olduğu gibi Sultan mercimek çeşidinde ortaya konulurken sırasıyla Meyveci 2001 (18.2 adet) ve Gümrah (17.5 adet) mercimek çeşitleri Sultan mercimek çeşidini izlemiştir. Yine bitkide bakla sayısında olduğu gibi Karagül mercimek çeşidi ise tüm mercimek çeşitleri içinde 7.2 adet bitkide tane sayısı değeri ile son sırada yer almıştır. Batman ekolojik koşullarında kışlık olarak yetişebilecek mercimek çeşitleri ile bunların önemli tarımsal ve bitkisel özelliklerini belirlemek amacıyla

2019 yılı yetiştirme sezonunda tescil edilmiş olan 12 adet mercimek çeşidi (Altıntoprak, Çağıl, Çiftçi, Emre-20, Fırat-87, Kafkas, Özbek, Sazak, Seyran-96, Şakar, Tigris ve Yerli Kırmızı) ile yürütülen çalışmada bitkide tane sayısının 20.12-47.28 adet arasında değişim gösterdiği [17] tarafından ifade edilmiş olup bu parametre üzerine yürütülen diğer çalışmalarda [27] 23.9-57.4 adet, [12] 12.8-54.3 adet, [28] 32.7 adet, [30] 30.04 adet, [31] 10.7-18.5 adet, [25] 1.33-87.4 adet, [32] 40.96-64.7 adet, [33] 20.4-24.13 adet ve [34] 24.76-43.95 adet değerlerini elde etmişlerdir. Bitkide tane sayısı üzerine elde ettiğimiz değerlerin, araştırmacıların elde ettiği bitkide tane sayısına ait değerler arasında yer aldığı görülmekte olup yapılan çalışmalarla benzerlik göstermiştir.

3.5. 100 Tane Ağırlığı

Yüz tane ağırlığı, verim öğeleri içinde önemli bir agronomik özellik olup bitki başına tane verimi üzerinden dekara tohum verimini ciddi derecede etkileyebilmektedir. Bu kapsamda mercimek çeşitlerinin yüz tane ağırlık üzerine etkisinin önemli ($p<0.05$) bulunduğu çalışmada değişim aralığının 2.803-3.105 g olarak oluştuğu görülmüş olup en yüksek yüz tane ağırlığı 3.105 g ile Yusufhan mercimek çeşidinden elde edilirken bu çeşidi 3.104 g ile Meyveci 2001 mercimek çeşidi izlemiştir. Buna karşın yüz tane ağırlığı 2.803 g değeri ile Sultan mercimek çeşidi tüm mercimek çeşitleri içinde son sırada gelmiş olup çeşitlerin ortalama yüz tane ağırlık değerinin ise 2.934 g olarak belirlendiği tespit edilmiştir. Adıyaman ili Besni Ovası'nda 2009-2010 yetiştirme döneminde 11 farklı mercimek çeşidi kullanılarak yürütülen araştırmada çeşitlere ait morfolojik ve tarımsal karakterler incelemiş olup çeşitlerin yüz tane ağırlığının 3.599-5.955 g arasında değişim gösterdiği [14] tarafından belirlenmiş olup bu parametre üzerine yürütülen diğer çalışmalarda [35] 1.22-5.17 g, [36] 3.81-724 g, [37] 2.475-3.575 g, [38] 3.23-4.28, [39] 2.42-4.20 g, [18] 3.486-4.826 g, [40] 5.24 g, [41] 2.83 g, [16] 3.503-3.866 g ve [10] 3.355-4.610 değerlerini elde etmişlerdir. Yüz tane ağırlığı üzerine elde ettiğimiz değerlerin, araştırmacıların elde ettiği yüz tane ağırlığına ait değerler arasında yer aldığı görülmekte olup yapılan çalışmalarla benzerlik göstermiştir.

3.6. Bitkide Tane Verimi

Dekara tane verimini etkileyen ve dekara tane verim öğesi ile olumlu ve çok önemli ilişki ortaya koyabilen bitkide tane verimi, bitkide bakla ve tane sayısı üzerinden de dekara tane verimine doğrudan, olumlu ve çok önemli katkı yapabilmektedir. Bu kapsamda yürütülen çalışma sonucunda mercimek çeşitlerinden elde edilen bitkide tane verimine ait değerlerin 0.22-0.52 g arasında değişim gösterdiği belirlenmiş olup mercimek çeşitlerinin bitkide tane verim değerleri arasındaki farkların istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) olduğu görülmüştür. Sultan mercimek çeşidi, bitkide tane verimi bakımından en yüksek değere (0.52 g) sahip olurken bu çeşidi Yusufhan (0.46 g) ve Gümrah (0.43 g) izlemişlerdir. En düşük bitkide tane verim değeri ise 0.22 g ile Ankara Yeşili mercimek çeşidinde belirlenmiş olup tüm mercimek çeşitlerinin ortalama bitki başına tane verim değerinin ise 0.36 g olduğu ortaya konulmuştur. Faizabad/Pakistan koşullarında 8 mercimek çeşidine ait bazı tarımsal ve morfolojik özelliklerinin incelendiği çalışma sonucunda bitkide tane verimi değerinin 0.92-6.62 g arasında değiştiği [42] tarafından bildirilmiş olup bu parametre üzerine yürütülen çalışmalarda [22] 2.32-24.88 g, [20] 0.512-2.070 g, [29] 13.8-27.9 g ve [41] 5.45 g değerlerini elde etmişlerdir. Bitkide tane verimi üzerine elde ettiğimiz değerlerin, araştırmacıların elde ettiği değerler arasında yer aldığı görülmekte olup yapılan çalışmalarla benzerlik göstermiştir.

3.7. Biyolojik Verim

Yürütülen çalışma sonucunda standart mercimek çeşitlerinde ortaya konulan biyolojik verim parametresine ilişkin değerler Çizelge 4'de verilmiştir. Gerek hasat indeksi gerekse bitkide tane verim öğelerinin belirlenmesinde önemli bir parametre olarak bilinen biyolojik verim değerleri adına yürütülen çalışmada çeşitler arasında önemli ($p<0.05$) ilişkiler ortaya konulmuş olup biyolojik verim değerlerinin 2.5-3.9 g arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek biyolojik verim değeri Bozok (3.9 g) çeşidinden elde edilirken en düşük biyolojik verim değeri ise Meyveci 2001, Ceren ve Yusufhan (2.5 g) mercimek çeşitlerinde tespit edilmiş olup tüm çeşitlerin ortalama biyolojik verim değerinin ise 2.81 g olarak ortaya konulduğu görülmüştür. 2006-2008 yılları arasında Eskişehir ilinde kurak koşullarda mercimekte uygun ekim zamanının belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada her iki yılda da mercimek çeşitlerine ait biyolojik verim değerinin ortalama 4.48 g olduğu [40] tarafından ortaya konulmuştur. Bu parametre üzerine yürütülen diğer çalışmalarda [22] 6.09-48.79 g, [20] 1.525-4.932 g, [23] 336.75-464.29 kg/da, [27] 2.13-3.52 g, [11] 593-768.3 kg/da, [15] 341.64-382.99 kg/da ve [17] 212.22-395.22 kg/da değerlerini elde etmişlerdir.

3.8. Dekara Tane Verimi

Dekara tane verimi, çeşit ıslah çalışmalarında dikkate alınması gereken verim ve verim öğelerinin ilk sırasında gelmektedir. Geliştirilmeye çalışılan çeşit aday/adaylarının bir sonraki generasyona aktarılmasında dekara tane verim değerleri göz önüne alınmakta olup önemli agronomik özellikler olan bitkide bakla ve tane sayısı ile bitkide tane verimiyle her zaman olumlu ve önemli ilişki içerisindedirler. Bu kapsamda yürütülen çalışma sonucunda mercimek çeşitlerinde belirlenen dekara tane verimine ilişkin değerler Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde; mercimek çeşitlerinin dekara tane verim değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuş olup çalışmada yer alan mercimek çeşitlerinin dekara tane verimi değerlerinin 92.3-141.9 kg/da arasında değişim gösterdiği ortaya konulmuştur. En yüksek dekara tane verimi Sultan (141.9 kg/da) mercimek çeşidinden elde edilirken buna karşın en düşük dekara tane verim değeri ise Ankara Yeşili (92.3 kg/da) mercimek çeşidinde görülmüş olup tüm mercimek çeşitlerinin ortalama dekara tane verim değerinin ise 118.20 kg/da olarak belirlendiği ortaya konulmuştur. 2012-2014 vejetasyon döneminde iki yıl süreyle Konya koşullarında yürütülen denemede, materyal olarak Çiftçi, Özbek, Kafkas, Fırat 87, Sazak 91 ve Popülasyon olmak üzere 6 mercimek çeşidini kullanmış olup çalışma kapsamında yılların ve çeşitlerin ortalaması olarak tohum veriminin 116.23-140.02 kg/da arasında değişim gösterdiği [24] tarafından ifade edilmiştir. Bu parametre üzerine yürütülen diğer çalışmalarda [19] 124.76 kg/da, [43] 110-241 kg/da, [23] 98.99-189.20 kg/da, [44] 128.7-180.76 kg/da, [13] 165.3-258.8 kg/da, [32] 66-196 kg/da ve [17] 49.8-173.3 kg/da değerlerini elde etmişlerdir. Çalışmamızda bu parametre üzerine elde ettiğimiz değerler araştırmacıların dekara tane verim üzerine elde ettikleri değerler aralığında yer almakta olup çalışmamız ile paralellik göstermektedir.

4. SONUÇ

Sivas ekolojik koşullarında bazı standart mercimek çeşitlerinin verim ve verim parametrelerinin performans değerlerinin tespit edilebilmesi amacıyla yürütülen çalışma sonuçlarına göre Yusufhan, Sultan ve Gümrah çeşitlerinin Sivas ekolojisi için uygun çeşit adayları oldukları ancak bu tür adaptasyon yetenek kabiliyetlerinin belirlendiği çalışmalarda elde edilecek sonuçlarla daha güvenilir öneriler ile tavsiyelerde bulunulabilmesi için yürütülecek çalışmaların

en az 2 yıl daha yetiştirme tekniği çalışmalarını da dikkate alarak tekrarlanması gerekliliği sonucuna varılmıştır.

5. KAYNAKÇA

[1] Çiftçi, C.Y., Dünyada ve Türkiye'de Yemeklik Tane Baklagiller Tarımı. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Teknik Yayınlar Dizisi No:5, Ankara, 2004.

[2] Aydoğan, A., Ülkemizde Mercimek Üretimi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tigem Dergisi, 80, 30-39 s, 2001.

[3] Elçi, Ş., Tarla Bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1385, Ankara, 1994.

[4] Azkan, N., Yemeklik Dane Baklagiller. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, 40, Bursa, 107 s, 1999.

[5] Nygaard, D.F., Hawtm, G., Production, Trade and Uses in Lentils. CAB International and Icarda, Wallingford, VK and Alleppo, Syria, 7-13 p, 1981.

[6] Vavilov, N.I., The Origin, Variation, Ummunity and Breeding of Cultivated Plants. Chronica Botanica, 13, 1-6 p, 1951.

[7] Çiftçi, V., Arslan, B., Erman, M., Mercimek (*Lens culinaris* Medik.)'de İlk Gelişme Döneminde Kök ve Toprak Üstü Organlarının Durumu. Tarım Bilimleri Dergisi, 3 (3), 16-19 s, 1997.

[8] Anonymous., Gıda ve Tarım Örgütü. http://www.fao.org/statistics, (Erişim Tarihi: 27.01.2023).

[9] TUİK., http://www.tuik.gov.tr, (TUİK), (Erişim Tarihi: 28.01.2023).

[10] Öktem, A.G., Şanlıurfa Koşullarında Yetiştirilen Bazı Kırmızı Mercimek (*Lens culinaris* Medik.) Genotiplerinin Verim ve Verim Öğelerinin Belirlenmesi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, *5* (1), 27-34 s, 2016.

[11] Erman, M., Demirhan, H., Tunçtürk, M., *Siirt Ekolojik Koşullarında Kışlık Olarak Yetiştirilebilen Bazı Mercimek Çeşitlerinin Önemli Tarımsal ve Bitkisel Özelliklerinin Belirlenmesi.* Türkiye IV. Tarla Bitkileri Kongresi, 5- 9 Eylül, Antalya, 237-240 s, 2005.

[12] Demirhan, M. H., *Siirt Ekolojik Koşullarında Bazı Kışlık Mercimek Çeşitlerinin Çeşit ve Adaptasyon Özellikleri Üzerine Araştırmalar*. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 2006.

[13] Bozdemir, Ç., Önder, M., Yazlık Yeşil Mercimek (*Lens culinaris* Medik.) Genotiplerinin Ankara Ekolojik Koşullarında Verim ve Bazı Verim Özelliklerinin Belirlenmesi. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, *23*(49), 1-9 p, 2009.

[14] Ölmez, Z.T., *Adıyaman Koşullarında Değişik Mercimek* (*Lens culinaris* Medik.) *Çeşitlerinde Verim ve Verim Unsurları Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 97 s, 2011.

[15] Canbolat, M., *Kahramanmaraş Koşullarında Değişik Mercimek* (*Lens Culinaris* Medic.) *Çeşitlerinde Ekim Sıklığının Verim ve Verim Unsurları Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 68 s, 2014.

[16] Güneş, M., *Kahramanmaraş Koşullarında Bazı Yemeklik Baklagil (Bakla, Mercimek, Nohut, Bezelye) Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2016.

[17] Tekin, Y., *Batman Ekolojik Koşullarında Farklı Mercimek Çeşitlerinin Verim ve Adaptasyon Özellikleri Üzerinde Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, Siirt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 66 s, 2019.

[18] Karadavut, U., Erdoğan, C., Özdemir, S., Geçit, H.H., *Küçük Taneli Bazı Yabancı Mercimek Hatlarının Amik Ovası Koşullarında Kışlık Olarak Yetiştirilmesi Üzerine Bir Araştırma*. Türkiye III. Tarla-Bitkileri Kongresi, 15-18 Kasım, Adana, 407-411 s, 1999.

[19] Toğay, N., Engin, M., Van Koşullarında Sıra Aralığı ve Serpme Ekimin Mercimek (*Lens culinaris* medic.) Çeşitlerinde Verim ve Verim Öğelerine Etkisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilgileri Dergisi, 6 (1), 11-15 s, 2000.

[20] Biçer, B.T., Tonçer, Ö., Şakar, D., *Güneydoğu Anadolu Bölgesi Yerel Mercimeklerinde Verim ve Verim Öğeleri Arasındaki İlişkiler*, Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, Tekirdağ, 17-21 Eylül, 381-384 S, 2001.

[21] Bildirici, N., Çiftçi, V., Van Ekolojik Koşullarında Yüksek Verimli Kışlık Mercimek Çeşitlerinin Tane Verimi ile Verim Öğeleri Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, *16* (1), 67-72 s, 2001.

[22] Şakar, D., Biçer, B.T., *Güneydoğu Anadolu Mercimeklerinde Önemli Bitkisel ve Tarımsal Özellikler Yönünden Farklılıklar*. Türkiye IV. Tarla Bitkileri Kongresi, 17-21 Eylül, Tekirdağ, 309-313 s, 2001.

[23] Bucak, B., Al, V., Baysal, İ., Polat, T., *Kırmızı Mercimekte Alternatif Hat ve Çeşitler.* GAP III. Tarım Kongresi, Şanlıurfa, 555-558 s, 2003.

[24] Hakkoymaz, O., *Konya Ekolojik Şartlarında Farklı Zamanlarda Ekilen Kışlık Mercimek Çeşitlerinin Verim ve Bazı Fenolojik, Morfolojik ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi*, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı*, Konya, 104 s, 2018.

[25] Toklu, F., Özkan, H., Karaköy, T., Coyne, C. J., Evaluation of Advanced Lentil Lines for Diversity in Seed Mineral Concentration, Grain Yield and Yield Components. Tarım Bilimleri Dergisi, 23, 213-222 p, 2017.

[26] Biçer, T., Şakar, D., *Diyarbakır Koşullarında Yeşil Mercimek Hatlarının Bazı Morfolojik ve Tarımsal Karakterlerinin Belirlenmesi*. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, Diyarbakır, 508-510 s, 2003b.

[27] Koç, M., *Diyarbakır Koşullarında Bazı Kırmızı Mercimek* (*Lens culinaris* Medik.) *Çeşit ve Hatlarında Verim ve Verimle İlgili Özelliklerin Saptanması Üzerine Bir Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 43 s, 2004.

[28] Biçer, B.T., Şakar, D., Studies on Variability of Lentil Genotypes in South Eastern Anatolia of Turkey. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj- Napoca, 36 (1), 20-24 p, 2008a.

[29] Hussain, N., Yaqoob, M., Rashid, A., Genetic Competition Among Lentil (*Lens culinaris*) Candidate Lines for Yield and Yield Components Under Rainfed Conditions. Journal of Agriculture Research, 52 (1), 53-66 p, 2014.

[30] Biçer, B.T., Şakar, D., Heritability of Yield and Its Components in Lentil (*Lens culinaris* Medik.). Bulgarian Journal of Agricultural Science, 16 (1), 30-35 p, 2010.

[31] Sözen, Ö., Karadavut, U., Bazı Yeşil Mercimek Genotiplerinde Dane Verimi ve Verim Komponentleri Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 26 (1), 104-110 s, 2017.

[32] Küçükay, A.B., Şener, A., Kaya, M., Determination of Yield and Yield Components of Red Lentil Varieties in Isparta Conditions. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, *7* (2), 97-102 p, 2019.

[33] Alabay, F., Adak, S.M., *Yazlık ve Kışlık Mercimek* (*Lens culinaris* Medik.) *Ekiminde Yabancı Ot Yoğunluğu ile Verim ve Kalite Ögelerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2019.

[34] Kardeş, H., *Kırşehir Ekolojik Koşullarında Ekim Sıklığının Bazı Yeşil Mercimek Çeşitlerinde* (*Lens culinaris* medic.) *Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırşehir, 79 s, 2019.

[35] Gupta, A., Sinha, M.K., Mani, V.P., Dube, S.D., Classification and Genetic Diversity in Lentil Germplasm. Lens Newsletter, *23* (1/2), 10-14 p, 1996.

[36] Kaçar, O., Azkan, N., *Bursa Ekolojik Koşullarında Yetiştirilebilecek Mercimek Çeşitlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma*. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi, 22-25 Eylül, Samsun, 598-600 s, 1997.

[37] Şakar, D., Biçer, T., Gül, Ö., Alp A., *Güneydoğu Anadolu Yerel Mercimeklerinde Bazı Özellikler Yönünden Gözlemlenen Varyasyonlar*. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi, 22-25 Eylül, Samsun, 593-594 s, 1997.

[38] Türk, Z., Atikyılmaz, N., Diyarbakır Ekolojik Koşullarında Yüksek Verimli Kırmızı Mercimek (*Lens culinaris* Medik.) Çeşitlerinin Belirlenmesi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, *3*(3-4), 67-72 s, 1999.

[39] Türk, Z., Alkan, Ş., Kılıç, H., Polat, T., Güneydoğu Anadolu Koşullarında Yüksek Verimli Mercimek Çeşitlerinin Belirlenmesi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, *2* (4), 65-70 s, 1998.

[40] Kayan, N., Olgun, M., Evaluation of Yield and Some Yield Components in Lentil (*Lens culinaris* Medik.). International Journal of Agriculture*:* Research and Review, 2, 834-843 p, 2012.

[41] Katiyar, M., Kant, R., Multivariate Analysis for Genetic Divergence in Lentil (*Lens culinaris* Medik.). Indian Journal Appled Researche, 5 (3), 37-39 p, 2015.

[42] Sharma, V., Singh, V., Singh, V.K., Paswan, S.K., Ahamed, A., Estimation of Heritability, Variance Compenents and Genetic Advence of Yield and Yield Related Traits in Lentil (*Lens culinaris* Medik.). Progressive Research, 8, 504-509 p, 2013.

[43] Biçer, T., Şakar, D., *Diyarbakır Koşullarında Yeşil Mercimek Hatlarının Bazı Morfolojik ve Tarımsal Karakterlerinin Belirlenmesi*. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim, Diyarbakır, 508-510 s, 2003a.

[44] Keşli, Y., *Farklı Hasat Zamanları ve Kükürt Gübrelemesinin Mercimeğin (Lens culinaris* Medic*.) Verim, Verim Öğeleri ve Amino Asit Bileşimine Etkisi*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2009.

SİVAS EKOLOJİK KOŞULLARINDA BAZI NOHUT ÇEŞİTLERİNİN TARIMSAL ÖZELLİKLERİNİN ORTAYA KONULMASI

Doç. Dr., ÖMER SÖZEN[1], Prof. Dr., TOLGA KARAKÖY[1]
[1] Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi,
- ORCID ID: 0000-0001-5528-7887
[2] Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi,
- ORCID ID: 0000-0002-5428-1907

ÖZET

Sivas ekolojik koşullarında bazı nohut çeşitlerinin tarımsal özelliklerinin ortaya konulması amacıyla 2022 yılında Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesine ait AR-GE deneme arazisinde nohut vejetasyon döneminde tesadüf blokları deneme deseninde üç tekrarlamalı olarak yürütülen çalışmada 11 adet tescilli nohut çeşidi (Sezenbey, Ilgaz, Çağatay, Yaşa-05, Zuhal, Azkan, İnci, Akça, Aksu, Hasanbey ve Seçkin) kullanılmıştır. Yürütülen çalışmada agronomik özellikler olan bitki boyu (cm), ilk bakla yüksekliği (cm), bitkide bakla sayısı (adet), bitkide tane sayısı (adet), yüz tane ağırlığı (g), bitkide tane verimi (g), biyolojik verim (g) ve dekara tane verimi (kg/da) olmak üzere 8 adet agronomik özellik incelenmiştir. Çalışma sonucunda nohut çeşitlerinin 48.29-83.41 kg arasında dekara tane verimine sahip oldukları belirlenmiş olup en yüksek dekara tane verimi Sezenbey nohut çeşidinden elde edilirken, Seçkin nohut çeşidinde ise en düşük dekara tane verimi ortaya konulmakla birlikte tüm nohut çeşitlerinin ortalama dekara tane verim değerlerinin ise 60.83 kg/da oldukları görülmüştür. Bunun yanında nohut çeşitlerine bağlı olarak bitki boylarının 27.62 (Zuhal)-35.28 (Çağatay) cm, ilk bakla yüksekliklerinin 11.68 (Zuhal)-24.14 (Azkan) cm, bitkide bakla sayılarının 12.25 (Hasanbey)-22.41 (Çağatay) adet, bitkide tane sayılarının 11.05 (Hasanbey)-17.17 (Çağatay) adet, yüz tane ağırlıklarının 37.41 (İnci)-54.12 (Ilgaz) g ve bitki başına tane verimlerinin ise 2.58 (Aksu)-8.62 (Çağatay) g değerlerine sahip oldukları görülmüştür.

Sonuç olarak; Sezenbey, Çağatay, Ilgaz ve Zuhal çeşitlerine ait verim öğelerinin performanslarının diğer çeşitlere nazaran daha yüksek oldukları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sivas, Nohut, Çeşit, Verim, Verim Öğeleri

1. GİRİŞ

Nohut, baklagiller familyasının Cicer genusunda yer alan bir baklagil bitkisi olup yürütülen bilimsel araştırmalarda iri taneli nohutların (kabuli) gen merkezinin Güneybatı Asya ile Akdeniz olduğu, küçük taneli nohutların (desi) gen merkezinin ise Güney Asya ve Habeşistan olarak belirlendiği [1] tarafından bildirilmektedir. Nohudun binlerce yıldır tarımı yapılmakta beraber Güneydoğu Anadolu Bölgesi nohudun anavatanı olarak gösterilmektedir ki adı geçen bu bölgede 7000- 7500 yıl önce nohut yetiştiriciliğinin yapıldığı bilimsel çalışmalarla ortaya konulmuştur.

Nohut (*Cicer arietinum* L.), Dünya üzerinde Ortadoğu ve Güney-Asya ülkeleri başta olmak üzere kuru tane olarak yemeklerde kullanılan, kaynatılarak çerez yapılan veya şekerlemecilerde leblebi yapılarak tüketilen ve süt olum döneminde firik olarak yenilebilen bir yemeklik tane baklagil bitkisidir.

Tanelerinde %18-35 oranında protein, %55-60 oranında karbonhidrat ve %4-5 oranında yağ bulunduran nohudun aynı zamanda A, B ile D vitaminlerince ve demir, fosfor, kalsiyum minerallerince zengin olması tüketimini cazip hale getirmektedir.

Köklerinde bulunan nodüller sayesinde havadaki serbest azot bağlanabilmekte dolayısıyla toprağın kalite içeriği artarak toprakta organik madde düzeyi yükselmektedir ki bu yönüyle de iyi bir münavebe bitkisi olarak öne çıkmaktadır [2]. Nodozite oluşturmaya yarayan *rhizobium cicer* bakterileri ile ortak yaşama girerek toprağa yılda yaklaşık 10 kg/da azot bağlamakta beraber hasat sonrası tarlada kalan sapları da uygun ortamda 15 gün içerisinde parçalanarak toprakta yüksek azot içerikli organik maddeler bırakmakta ve bıraktıkları bu maddeler sayesinde mikroorganizmaların faaliyetleri hızlanmakta ve sonuç olarak toprağın hem biyolojik hem de fiziksel özelliklerinin iyileşmesi sağlanmaktadır [3].

14.9 milyon ha ekim alanı, 15.1 milyon ton üretimi ve 1016.3 kg/ha verim değeri ile dünyada kuru fasulyeden sonra yemeklik tane baklagiller içinde ikinci sırada yer alan nohut ülkemizde 511.493 ha ekim alanı, 630 bin ton üretimi ve 1231.7 kg/ha verim değerleri ile mercimek ve kuru fasulyenin önünde ilk sırada gelmektedir [4].

İç Anadolu Bölgesi'nin doğusunda yer alan ve çalışma alanımızı temsil eden Sivas ilinde nohudun üretim payı yemeklik tane baklagiller üretimi içerisinde %85.2 olup il düzeyinde 7.150 ha nohut, 407 ha kuru fasulye ve 640 ha yeşil ve kırmızı mercimek yetiştiriciliği yapılmaktadır. Kuru fasulye ve mercimek ekim alanlarından önce ilk sırada gelen nohuttan hektar başına 710 kg verim alınmakta olup ülkemiz ortalaması olan 1.231 kg'lık verimin altında kalmıştır. Bölge için standart çeşit kullanım alışkanlığının henüz tam oturmamış olması ve özellikle kültürel işlemleri içine alan yetiştirme tekniklerinin yeterince kullanılamaması bu verim düşüklüğünü tetikleyen nedenler olarak sıralanabilmektedir [5].

Yemeklik tane baklagil bitkisi olan nohutta yüksek tohum verimi elde edebilmek temel gaye olarak öne çıkmakta olup bu hedefe ulaşılabilmesi için bölge ekolojisine uygun koşullarda verimi yüksek standart çeşitlerin yetiştiriciliğinin yapılması arzu edilmekle beraber Sivas ilinin de içinde bulunduğu İç Anadolu Bölgesi dahilinde sertifikalı tohum kullanımının düşük olmasından dolayı yetiştiriciler yerel popülasyonları kullanmak eğiliminde kalmakta dolayısıyla ülkemiz ortalamasının gerisinde bir verim değeri elde edilmektedir.

Tarımsal Araştırma Enstitüleri ile özel sektör tarafından tescil ettirilmiş farklı nohut çeşitlerinin verim öğeleri bakımından Sivas ekolojik koşullar altında tarımsal özelliklerinin ortaya konulması bu çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Materyal

Bu araştırmanın tarla denemeleri Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi'nin Tarımsal AR-GE Merkezinde yer alan ıslah deneme parsellerinde 2022 yılı nohut vejetasyon döneminde yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü deneme arazisi deniz seviyesinden yaklaşık 1285 m yükseklikte, N39,720656 - E36,917248 konumunda bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırmanın yürütüldüğü deneme arazisi

Araştırmada, ülkemizde Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne bağlı Tarımsal Araştırma Enstitüleri ile Özel Sektör tarafından tescil ettirilmiş olan 11 adet nohut çeşidi kullanılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Denemde kullanılan nohut çeşitleri ile tescil ettirildikleri kurumlar

Nohut Çeşitleri	Tescil Ettiren Kuruluş
Çağatay Zuhal Sezenbey	Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü / Samsun
İnci Hasanbey Seçkin	Doğu Akdeniz tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü / Adana
Azkan Yaşa-05 Akça	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü / Eskişehir
Aksu	Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü / Kahramanmaraş
Ilgaz	Ticaret Borsası Tohum A.Ş. / Mersin

2.2. Araştırma Yerinin İklim Özellikleri

Sivas ilinin nohut yetiştirme dönemine ait uzun yıllar ortalaması (1950-20215) ile araştırmanın yürütüldüğü 2022 yılının meteorolojik değerleri incelendiğinde uzun yıllar ortalaması ile 2022 yılına ait aylık sıcaklık ortalamaları arasında büyük bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte 2022 yılı aylık toplam yağış değerleri ile aylık ortalama nisbi nem değerlerinin de uzun yıllar ortalamasıyla paralellik gösterdiği Çizelge 2'de ortaya konulmuştur.

Çizelge 2. Sivas ilinin 2022 yılı ile uzun yıllara ait iklim verileri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (^{0}C)		Toplam Yağış (mm)		Ortalama Nisbi Nem (%)	
	2022	Uzun Yıllar	2022	Uzun Yıllar	2022	Uzun Yıllar
Nisan	8.5	8.9	57.5	56.9	46.6	44.8
Mayıs	13.1	13.5	61.6	60.9	61.7	61.5
Haziran	16.5	17.0	35.1	34.5	58.4	58.0
Temmuz	20.2	20.0	7.6	9.2	51.6	49.1
Ağustos	20.8	20.2	4.9	6.8	46.7	45.9
Toplam			166.7	168.3		

2.3. Toprak Özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü deneme arazisinin kimyasal ve fiziksel yapılarına ilişkin toprak özellikleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Deneme yeri toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Derinlik	**0-30 cm**
pH	7.28
Toplam Tuz (%)	0.33
Kireç (% CaCO3)	19.6
Organik Madde (%)	1.7
Fosfor (P_2O_5 kg/da)	3.40
Potasyum (K_2O)	93.59

Çizelge incelendiğinde araştırmanın yürütüldüğü deneme arazisi toprağının hafif alkali, organik maddesinin orta düzeyde, alınabilir potasyum bakımından yeterli, alınabilir fosfor düzeyi orta düzeyde, tuz içeriğinin orta tuzlu ve kireç içeriğinin ise kireçli olduğu tespit edilmiştir.

2.4. Metot

Yürütülen çalışma, Tesadüf Blokları Deneme Deseninde 3 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuş olup parseller 4.0 m x 1.2 m= 4.8 m^2 olacak şekilde ayarlanmıştır. Nohut çeşitlerin parsellere dağıtımı tesadüfî olarak gerçekleştirilmiştir. Denemenin ekimleri 13 Nisan 2022 tarihinde tavlı toprağa gerçekleştirilmiştir. Ekimler 30 cm sıra aralığında 8 cm sıra üzerinde, her bir sıraya 63 adet tohum düşecek şekilde markörle açılan sıralara 3-5 cm derinliğe elle yapılmıştır. Her parsel 4 sıradan oluşmuştur. Yabancı otlarla mücadele etmek üzere ekimle beraber ekim sonrası ve çıkış öncesi etkili olan 240 g/L *Isoxaflutole* + 240 g/l *Cyprosulfamide* (safener) etken maddeli yabancı ot ilacı uygulanmış ve tüm vejetasyon süresince 2 sefer çapa yapılmıştır. Her parsele eşit olarak dekara 15 kg DAP (2,7 kg N/da ve 6,9 kg P2O5/da) gübresi ekimle birlikte verilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü deneme alanındaki çeşitlerin hasadı, hasat olgunluğuna ulaştıkları dönem aralığı olan 20 Temmuz - 5 Ağustos 2022 tarihleri arasında el ile yapılmıştır. Parseli oluşturan 4 sıradan her iki yandaki birer sıra ve sıra başlarından 50 cm'nin içerisinde bulunan bitkiler kenar tesiri olarak gözlem dışı bırakılarak bütün işlemler 3 m x 0.6 m = 1.8 m^2'lik alanlar üzerinden yapılmıştır. Her bir parselden hasat edilen bitkiler ayrı ayrı çuvallara konulup etiketlenerek hasat-harman sonrası gerekli ölçümler ve analizler yapılmak üzere Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü'nün harman laboratuvarına getirilmiştir. Her parselden rastgele seçilen 10'ar bitkide bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, yüz tane ağırlığı, bitkide tane verimi, biyolojik verim ve dekara tane verim değerleri saptanmış ve bunların ortalamaları alınarak bitki başına ortalama değerler hesaplanmıştır.

2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmadan elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş olup karakterlere ait eldeki veriler arasındaki farklılığın istatistiksel kontrolünde JUMP.07 istatistiki paket programı uygulanmıştır. Önemli çıkanlar arasındaki farklılığın hangi ya da hangilerinden kaynaklandığını belirlemek için ise LSD testi (P>0.05) yapılmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Bitki Boyu

Yürütülen çalışma sonucunda standart nohut çeşitlerinde ortaya konulan bitki boyu parametresine ilişkin değerler Çizelge 4'de verilmiştir. Dekara tane veriminde dikkate alınması gereken önemli parametrelerden bir tanesi olan bitki boyu bakımından en yüksek bitki boyu 35.28 cm ile Çağatay nohut çeşidinden elde edilirken bu nohut çeşidini 34.45 cm ile Azkan nohut çeşidi izlemiştir. En düşük bitki boyu ise 21.14 cm ile Seçkin çeşidinde görülmüş olup çeşitler arasında çok önemli ($p<0.01$) istatistiki farklılıklar görülmüştür. Tüm çeşitlerin ortalama bitki boynunun ise 30.08 cm olduğu ortaya konulmuştur. Battalgazi/Malatya'da Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait deneme arazisinde yürütülen araştırmada Çağatay, Hasanbey, Hisar, Menemen-92, Azkan, Aydın-92, Arda, Çakır, Aslanbey ve Işık-05 nohut çeşitleri kullanılmış olup araştırma sonucunda nohut çeşitlerinin bitki boyu değerlerinin 39.0 (Aydın-92)-32.3 (Azkan) cm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir [6]. Bu parametre üzerine yürütülen diğer çalışmalarda [7] Ankara ekolojik koşullarında 24.2-42.0 cm, [8] Diyarbakır ekolojik koşullarında 16.8-38.3 cm, [9] Amasya ekolojik koşullarında 34.00-40.25 cm, [10] Siirt ekolojik koşullarında 38,1-52,8, [11] Van ekolojik koşullarında 31.70-39.50 cm, [12] Bingöl ekolojik koşullarında 30,3-42,3 cm, [13] Bolu ekolojik koşullarında 42.2-52.6 cm, [14] Eskişehir ekolojik koşullarında 52.36-60.41 cm, [15] Şanlıurfa ekolojik koşullarında 39.08-48.39 cm ve [16] Bozova/Şanlıurfa ekolojik koşullarında 52.6-76.1 cm değerlerini elde etmişlerdir. Elde ettiğimiz değerlerin, araştırmacıların elde ettiği bitki boyuna ait değerler arasında yer aldığı görülmekte olup yürütülen çalışmalarla benzerlik göstermiştir.

3.2. İlk Bakla Yüksekliği

Yapılan çalışmada ilk bakla yüksekliğine ait değişimin 11.68-24.14 cm arasında değerler aldığı belirlenmiş olup en yüksek ilk bakla yükseklik değeri Azkan (24.14 cm) çeşidinden elde edilirken en düşük ilk bakla yükseklik değeri ise Zuhal (11.68 cm) çeşidinde tespit edilmiştir. Standart nohut çeşitlerinin ortalama ilk bakla yükseklik değerinin 18.86 cm olarak görüldüğü çalışmada ilk bakla yükseklik adına çeşitler arasında önemli ($p<0.05$) farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Islah çeşitlerinin ileri kademelerindeki durulmuş bazı nohut hatlarının verim ve verim unsurlarının değerlendirilmesi amacı ile 2017 ve 2018 yıllarında Kahramanmaraş Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü arazisinde yürütülen araştırmada 11 hat ve 4 standart nohut çeşidi denemeye alınmıştır. Araştırmada iki yıllık birleştirilmiş sonuçlarına göre ilk bakla yükseklik değerlerinin 33.92- 42.25 cm arasında değişim gösterdiği [17] tarafından ifade edilmiş olup bu parametre üzerine yürütülen diğer çalışmalarda [18] Erzurum ekolojik koşullarında 20.7-32.8 cm, [19] Yozgat ve Afyonkarahisar ekolojik koşullarında 20.8-27.0 cm, [20] Kırşehir ekolojik koşullarında 17.45-20.47 cm, [21] Kırşehir ekolojik koşullarında 15.06-27.91 cm, [22] Kahramanmaraş ekolojik şartlarında 25.73-31.20 cm, [23] Kayseri ekolojik koşullarında 30.28 cm ve [24] Bingöl ekolojik koşullarında 16.80-24.60 cm değerlerini ortaya koymuşlardır. Araştırmacıların elde ettiği değerlere ait aralık değişiminin yaptığımız çalışma ile benzerlik gösterdiği ortaya konulmuştur.

3.3. Bitkide Bakla Sayısı

Çalışmada yer alan standart nohut çeşitlerinin bitkide bakla sayısı üzerine etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğu araştırmada en yüksek bitkide bakla sayısı 22.41 adet ile Çağatay nohut çeşidinden elde edilirken sırasıyla Zuhal (20.34 adet) ve Sezenbey (16.69 adet) nohut çeşitleri Çağatay nohut çeşidini izlemiştir. Hasanbey nohut çeşidi ise standart nohut çeşitleri içinde

12.25 adet bitkide bakla sayısı değeri ile son sırada yer almış olup nohut çeşitlerinin ortalama bitkide bakla sayısı değerinin ise 15.58 adet olarak elde edildiği görülmüştür. Önemli verim parametrelerden bir tanesi olan bitkide bakla sayısı, farklı iklim ve çevresel faktörlerden etkilense de belirleyici faktörün çeşidin genetik potansiyeli olduğunu bildiren birçok çalışma mevcut olup bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı ile de olumlu ve önemli ilişki içindedir. [25], Bornova'da yeni geliştirilen nohut hatları ve kontrol çeşitleri ile yürüttükleri çalışmalarında genotiplerde üç yılın ortalama değerlerine göre bitkide bakla sayısının 24.8-30.5 adet arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Bitkide bakla sayısı çalışmaları kapsamında [7] Ankara ekolojik koşullarında 3.0-46.0 adet, [26] Bornova ekolojik koşullarında 18.4-38.9 adet, [27] Erzurum ekolojik koşullarında 13.8-29.6 adet, [28] Ankara ekolojik koşullarında 26.83-34.52 adet, [8] Diyarbakır ekolojik koşullarında 9.2-44.8 adet, [29] Adana ekolojik koşullarında 19.2-37.9 adet, [30] Güneydoğu Anadolu Bölgesi ekolojik şartlarında 12.30-16.23 adet, [31] Van ekolojik koşullarında 4.80-8.33 adet, [32] Kahramanmaraş ekolojik koşullarında 36.93-39.47 adet, [12] Bingöl ekolojik koşullarında 9.0-16.0 adet, [33] Kırşehir ekolojik koşullarında 8-32 adet, [24] Bingöl ekolojik koşullarında 14.66-37.66 adet ve [34] Kahramanmaraş ekolojik koşullarında 26.13 adet değerlerini elde etmişlerdir. Elde ettiğimiz değerlerin, araştırmacıların elde ettiği bitkide bakla sayısına ait değerler arasında yer aldığı görülmekte olup yapılan çalışmalarla benzerlik göstermiştir.

Çizelge 4. Nohut çeşitlerinde verim ve verim özelliklerinin değerlerine ilişkin ortalamalar ile oluşan istatistikî gruplar

Çeşitler	Bitki Boyu (cm)	İlk Bakla Yüksekliği (cm)	Bitkide Bakla Sayısı (adet)	Bitkide Tane Sayısı (adet)	Yüz Tane Ağırlığı (g)	Bitkide Tane Verimi (g)	Biyolojik Verim (g)	Dekara Tane Verimi (kg/da)
Sezenbey	31,78 d	18,13 de	16,69 c	13,88 cd	45,09 b	6,78 c	16,36 c	**83,41 a**
Ilgaz	30,81 e	17,74 e	15,75 cde	11,74 e	**54,12 a**	5,93 d	12,66 e	69,42 b
Çağatay	**35.28 a**	20,18 c	**22,41 a**	**17,17 a**	44,71 bc	**8,62 a**	17,51 b	68,91 bc
Yaşa-05	33,76 c	18,77 d	14,88 e	12,81 d	41,28 cde	5,45 e	16,35 c	63,94 c
Zuhal	27,62 g	**11,68 f**	20,34 b	16,41 b	38,33 e	5,74 de	**18,84 a**	63,46 cd
Azkan	34,45 b	**24,14 a**	16,45 cd	14,28 c	41,55 cd	7,84 b	13,71 d	58,88 d
İnci	31,55 de	20,33 bc	12,46 fg	12,54 de	**37,41 ef**	4,82 ef	15,45 cd	55,65 e
Akça	29,91 f	17,41 ef	14,67 ef	12,49 def	42,68 c	2,74 g	11,55 f	53,83 ef
Aksu	29,36 fg	19,46 cd	12,77 f	11,33 ef	40,81 d	**2,58 gh**	**8,81 g**	53,31 efg
Hasanbey	30,42 ef	18,26 de	**12,25 fgh**	**11,05 efg**	41,79 cd	4,65 f	12,78 de	50,02 f
Seçkin	**21,14 h**	21,32 b	12,73 f	11,36 ef	53,35 ab	6,66 cd	18,66 ab	**48,29 fg**
Ortalama	30,08	18,86	15,58	13,25	43,74	5,62	14,79	60,83
Önemlilik	**	*	*	*	**	**	**	**
CV (%)	10.27	11.33	13.54	12.89	5.22	10.46	10.77	13.61

3.4. Bitkide Tane Sayısı

Nohut gibi yemeklik tane baklagil türlerinin hepsinde verim parametreleri içinde bitkide bakla sayısı ile birlikte önemli agronomik özelliklerin başında gelen bitkide tane sayısı, verimi olumlu ve pozitif yönde etkilemektedir. Birçok yemeklik tane baklagillerde olduğu gibi farklı iklim ve çevresel faktörlerinden bitkide tane sayısı etkilense de belirleyici temel faktörün genetik potansiyel olduğu bilinmektedir. Bu kapsamda yürütülen çalışmada standart nohut çeşitleri arasında bitkide tane sayısı bakımından önemli ($p<0.05$) farklılıklar bulunmuştur. En yüksek bitkide tane sayısı 17.17 adet ile bitkide bakla sayısında olduğu gibi Çağatay çeşidinde ortaya konulurken sırasıyla Zuhal (16.41 adet) ve Azkan (14.28 adet) nohut çeşitleri Çağatay nohut çeşidini izlemiştir. Yine bitkide bakla sayısında olduğu gibi Hasanbey nohut çeşidi ise tüm nohut çeşitleri içinde 11.05 adet bitkide tane sayısı değeri ile son sırada yer almıştır. Bozova/Şanlıurfa ekolojik koşullarında bazı nohut çeşitlerinin tespiti, verim ve verimle ilgili

özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada tescil edilmiş 12 adet nohut çeşidi (Seçkin, Caner, Sezgin, İnci, Onur, Arda, Hasanbey, Azkan, Diyar-95, Aksu Aslanbey, Çağatay) kullanılmış olup çeşitlerde bitkide tane sayısı değerlerinin 22-46.2 adet arasında değişim gösterdiği [16] tarafından ifade edilmiş olup bu parametre üzerine yürütülen diğer çalışmalarda [35] Siirt ekolojik koşullarında 9.4-23.3 adet, [14], Eskişehir ekolojik koşullarında 12-45.3 adet, [24] Bingöl ekolojik koşullarında 15.60-39.31 adet, [36] Mardin ekolojik koşullarında 51.1-71.7 adet, [37] Diyarbakır ekolojik koşullarında 12.87-25.37 adet, [13] Bolu ekolojik koşullarında 8.2-20.6 adet, [38] Kırşehir ekolojik koşullarında 11.3-24.3 adet ve [39] Kırklareli ve Edirne ekolojik koşullarında 19.1-38.9 adet değerlerini elde etmişlerdir. Bitkide tane sayısı üzerine elde ettiğimiz değerlerin, araştırmacıların elde ettiği bitkide tane sayısına ait değerler arasında yer aldığı görülmekte olup yapılan çalışmalarla benzerlik göstermiştir.

3.5. 100 Tane Ağırlığı

Yüz tane ağırlığı, verim öğeleri içinde önemli bir agronomik özellik olup bitki başına tane verimi üzerinden dekara tohum verimini ciddi derecede etkileyebilmektedir. Bu kapsamda nohut çeşitlerinin yüz tane ağırlık üzerine etkisinin çok önemli ($p<0.01$) bulunduğu çalışmada değişim aralığının 37.41-54.12 g olarak oluştuğu görülmüş olup en yüksek yüz tane ağırlığı 54.12 g ile Ilgaz nohut çeşidinden elde edilirken bu çeşidi 45.09 g ile Sezenbey izlemiştir. Buna karşın yüz tane ağırlığı 37.41 g değeri ile İnci nohut çeşidi tüm nohut çeşitleri içinde son sırada gelmiş olup çeşitlerin ortalama yüz tane ağırlık değerinin ise 43.74 g olarak belirlendiği tespit edilmiştir. Eskişehir ekolojik koşullarında 12 adet nohut çeşidinin tarımsal özelliklerinin ortaya konulması amacıyla 2018 yılında yürütülen çalışma Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ait deneme arazisinde kurulmuş olup çalışmada yer alan nohut çeşitlerinin yüz tane ağırlık değerlerinin 24.6-42.7 g arasında değişim gösterdiği [14] tarafından tespit edilmiş olup bu parametre üzerine yürütülen diğer çalışmalarda [40] 9.61-39.82 g, [41] 33.87-46.70 g, [42] 16.98-23.98 g, [43] 31.88-47.36 g, [29] 37.60-51.50 g, [44] 35.2-47 g, [45] 31.83-49.80 g, [12] 31.5-37.1 g ve [46] 39.7-45.1 g değerlerini elde etmişlerdir. Yüz tane ağırlığı üzerine elde ettiğimiz değerlerin, araştırmacıların elde ettiği yüz tane ağırlığına ait değerler arasında yer aldığı görülmekte olup yapılan çalışmalarla benzerlik göstermiştir.

3.6. Bitkide Tane Verimi

Dekara tane verimini etkileyen ve dekara tane verim öğesi ile olumlu ve çok önemli ilişki ortaya koyabilen bitkide tane verimi, bitkide bakla ve tane sayısı üzerinden de dekara tane verimine doğrudan, olumlu ve çok önemli katkı yapabilmektedir. Bu kapsamda yürütülen çalışma sonucunda nohut çeşitlerinden elde edilen bitkide tane verimine ait değerlerin 2.58-8.62 g arasında değişim gösterdiği belirlenmiş olup nohut çeşitlerinin bitkide tane verim değerleri arasındaki farkların istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) olduğu görülmüştür. Çağatay nohut çeşidi bitkide tane verimi bakımından en yüksek değere (8.62 g) sahip olurken bu çeşidi Azkan (7.84 g) ve Sezenbey (6.78 g) izlemişlerdir. En düşük bitkide tane verim değeri ise 2.58 g ile Aksu çeşidinde belirlenmiş olup tüm nohut çeşitlerinin ortalama bitki başına tane verim değerinin ise 5.62 g olduğu ortaya konulmuştur. Bazı nohut çeşitlerinin Bingöl koşullarında verim değerlerini belirlemek amacıyla, 2016 yılı yazlık yetiştirme mevsiminde Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Deneme arazisinde yürütülen araştırmada 11 adet nohut çeşidi kullanılmış olup çeşitlerin bitkide tane verimi değerlerin 3.2-7.8 g arasında değişim gösterdiği [12] tarafından ortaya konulmuş olup bu parametre üzerine yürütülen çalışmalarda [18] Erzurum ekolojik koşullarında 4.80-9.74 g, [47] Pakistan ekolojik koşullarında 17.2-26.72

g, [45] Kahramanmaraş ekolojik koşullarında 27.718- 19.367 g, [48] Antalya ekolojik koşullarında 14.09 g, [12] Bingöl ekolojik koşullarında 3.2-7.8 g, [33] Kırşehir ekolojik koşullarında 3.17-13.91 g, [49] Kayseri ekolojik koşullarında 5.84-9.82 g, [20] Kırşehir ekolojik koşullarında 4.06-5.40 g ve [24] Bingöl ekolojik koşullarında 4.26-14.93 g değerlerini elde etmişlerdir. Bitkide tane verimi üzerine elde ettiğimiz değerlerin, araştırmacıların elde ettiği değerler arasında yer aldığı görülmekte olup yapılan çalışmalarla benzerlik göstermiştir.

3.7. Biyolojik Verim

Yürütülen çalışma sonucunda standart nohut çeşitlerinde ortaya konulan biyolojik verim parametresine ilişkin değerler Çizelge 4'de verilmiştir. Gerek hasat indeksi gerekse bitkide tane verim öğelerinin belirlenmesinde önemli bir parametre olarak bilinen biyolojik verim değerleri adına yürütülen çalışmada çeşitler arasında çok önemli ($p<0.01$) ilişkiler ortaya konulmuş olup biyolojik verim değerlerinin 8.81-18.84 g arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek biyolojik verim değeri Zuhal (18.84 g) çeşidinden elde edilirken bitkide tane veriminde olduğu gibi en düşük biyolojik verim değeri ise Aksu (8.81 g) nohut çeşidinde tespit edilmiş olup tüm çeşitlerin ortalama biyolojik verim değerinin ise 14.79 g olarak ortaya konulduğu görülmüştür. Van ekolojik şartlarında bazı nohut çeşitlerinin verim özelliklerinin ortaya konulması amacıyla Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne ait arazide tescil edilmiş 12 nohut çeşidi kullanılarak yürütülen çalışmada nohut çeşitlerinin biyolojik verim değerlerinin 319.30-466.06 kg/da arasında değişim gösterdiği [11] tarafından tespit edilmiş olup bu parametre üzerine yürütülen diğer çalışmalarda [31] 171.96-313.33 kg/da, [50] 123.1-214.9 kg/da, [12] 110.4-168.5 kg/da, [51] 61-253.67 g, [21] 17.20-31.73 g ve [13] 236.1-587 kg/da değerlerini elde etmişlerdir.

3.8. Dekara Tane Verimi

Dekara tane verimi, çeşit ıslah çalışmalarında dikkate alınması gereken verim ve verim öğelerinin ilk sırasında gelmektedir. Geliştirilmeye çalışılan çeşit aday/adaylarının bir sonraki generasyona aktarılmasında dekara tane verim değerleri göz önüne alınmakta olup önemli agronomik özellikler olan bitkide bakla ve tane sayısı ile bitkide tane verimiyle her zaman olumlu ve önemli ilişki içerisindedirler. Bu kapsamda yürütülen çalışma sonucunda nohut çeşitlerinde belirlenen dekara tane verimine ilişkin değerler Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde; nohut çeşitlerinin dekara tane verim değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuş olup çalışmada yer alan nohut çeşitlerinin dekara tane verimi değerlerinin 48.29-83.41 kg/da arasında değişim gösterdiği ortaya konulmuştur. En yüksek dekara tane verimi Sezenbey (83.41 kg/da) nohut çeşidinden elde edilirken buna karşın en düşük dekara tane verim değeri ise Seçkin (48.29 kg/da) nohut çeşidinde görülmüş olup tüm nohut çeşitlerinin ortalama dekara tane verim değerinin ise 60.83 kg/da olarak belirlendiği ortaya konulmuştur. Edirne-Uzunköprü ilçesi ekolojik şartlarında yöreye uygun nohut çeşitlerinin belirlenmesi amacı ile 34 adet tescilli ve 2 adet yerel nohut çeşidi ile 2017-2018 vejetasyon döneminde yürütülen araştırma neticesinde Eser-87 nohut çeşidinden 326.97 kg/da ile en yüksek tane veriminin, Küsmen-99 nohut çeşidinden ise 97.50 kg/da ile en düşük tane veriminin elde edildiği [52] tarafından belirlenmiş olup bu önemli parametre üzerine yürütülen diğer çalışmalarda [53] Konya ekolojik koşullarında 78.14-154.12 kg/da, [54] Diyarbakır ekolojik koşullarında 81.0-140.3 kg/da, [46] Afyonkarahisar ve Yozgat ekolojik koşullarında 102.8-195.4 kg/da, [37] Diyarbakır ekolojik koşullarında 76.20-155.3 kg/da, [22] Kahramanmaraş ekolojik koşullarında 236.67-331.30 kg/da, [38] Kırşehir ekolojik koşullarında

118.7-185.5 kg/da, [55] Adıyaman ekolojik koşullarında 155.40-182.60 kg/da ve [17] Kahramanmaraş ekolojik koşullarında 355.63-411.25 kg/da değerlerini elde etmişlerdir. Çalışmamızda bu parametre üzerine elde ettiğimiz değerler, araştırmacıların dekara tane verim üzerine elde ettikleri değerler aralığında yer almakta olup çalışmamız ile paralellik göstermektedir.

4. SONUÇ

Sivas ekolojik koşullarında bazı standart nohut çeşitlerinin verim ve verim parametrelerinin performans değerlerinin tespit edilebilmesi amacıyla yürütülen çalışma sonuçlarına göre Sezenbey, Çağatay, Ilgaz ve Zuhal nohut çeşitlerinin Sivas ekolojisi için uygun çeşit adayları oldukları ancak bu tür adaptasyon yetenek kabiliyetlerinin belirlendiği çalışmalarda elde edilecek sonuçlarla daha güvenilir öneriler ile tavsiyelerde bulunulabilmesi için yürütülecek çalışmaların en az 2 yıl daha yetiştirme tekniği çalışmalarını da dikkate alarak tekrarlanması gerekliliği sonucuna varılmıştır.

5. KAYNAKÇA

[1] Auckland, L.J.G., Maesen, V.D., Hybridization of Crop Plants. America: American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, Publishers Madison, 1980.

[2] Babaoğlu, M., Nohut ve Tarımı, Edirne: Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayınları, 2003.

[3] Azkan, N., Yemeklik Tane Baklagiller. Bursa: Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, 1989.

[4] http://www.fao.org/statistics. (Erişim Tarihi: 20.01.2023).

[5] http://www.tuik.gov.tr. (Erişim Tarihi: 25.01.2023).

[6] Sarıoğlan, S.G., *Farklı Nohut* (*Cicer arietinum* L.) *Çeşitlerinin Malatya Ekolojik Koşulunda Verim ve Verim Unsurlarının Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bingöl, 2022.

[7] Eser, D., Geçit, H.H., Emekliler, Y., Kavuncu, O., Increasing and Valuating of Chikpea Gene Material. Turkish Journal of Agriculture Forestry, 13: 246-254 p, 1989.

[8] Biçer, B.T., Anlarsal, A.E., Diyarbakır Yöresi Nohut (*Cicer arietinum* L.) Köy Popülasyonlarının Tarımsal, Morfolojik ve Fenolojik Özellikler İçin Değerlendirilmesi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9 (3), 1-8 s, 2005.

[9] Uzun, A., Özçelik, H., Yılmaz, S., Seçilmiş Bazı Nohut *(Cicer arietinum* L.*)* Hatlarının Agronomik ve Kalite Özellikleri Bakımından Değerlendirilmesi. Akademik Ziraat Dergisi, 1 (1), 29-36 s, 2012.

[10] Erden, Z., *Siirt Ekolojik Koşullarında Nohudun* (*Cicer arietinum* L.) *Çeşit ve Adaptasyon Özelliklerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Van, 2014.

[11] Sarımurat, M.Ş., *Van Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Bazı Nohut* (*Cicer arietinum* L.) *Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Van, 72 s, 2018.

[12] Gürbüz, L.G., *Bingöl Ekolojik Koşullarında Bazı Nohut* (*Cicer arietinum* L.) *Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bingöl, 64 s, 2018.

[13] Tetik, S., *Türkiye'de Tescil Edilmiş Bazı Nohut Çeşitlerinin Bolu Şartlarında Verim ve Bazı Öğelerinin Tespit Edilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bolu, 46 s, 2019.

[14] Aydoğan, Y., *Eskişehir Ekolojik Koşullarında Bazı Nohut* (*Cicer arietinum* L.) *Çeşitlerinin Tarımsal Özelliklerinin ve Özellikler Arası İlişkilerin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kırşehir, 74 s, 2019.

[15] Demirci, Ö., *Şanlıurfa Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Bazı Nohut* (*Cicer arietinum* L.) *Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Van, 70 s, 2019.

[16] Yücedağ, M., *Bazı Nohut* (*Cicer arietinum* L.) *Çeşitlerinin Şanlıurfa/Bozova Koşullarında Verim ve Bazı Verim Öğelerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Mardin Artuklu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Mardin, 81 s, 2021.

[17] Güneş, A., Tekatlı, M., Ertürk, E., Kılınç, C., Kahramanmaraş Koşullarında Bazı İleri Nohut (*Cicer arietinum* L.) Genotiplerinde Tarımsal Özelliklerin İncelenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 9 (1), 119-131 s, 2022.

[18] Patan, F., *Tescilli Bazı Nohut* (*Cicer arietinum* L.) *Çeşitlerinin Erzurum Ekolojik Koşullarına Adaptasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 59 s, 2014.

[19] Yalçın, F., *Nohut* (*Cicer arietinum* L.) *Çeşitlerinde Verimce Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yozgat, 74 s, 2017.

[20] Yiğit, M., *Bazı Nohut Çeşitlerinin Farklı Tohum İriliği ve Ekim Zamanlarında Verim ve Kalite Performanslarının Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kırşehir, 114, 2018.

[21] Sözen, Ö., Karadavut, U., Statistical Analysis of Some Characters Affecting Yield in Chickpea Varietıes Which Can Be Breaded in Arid Climate Conditions. J. Glob. Innov. Agric. Soc. Sci., 7 (4), 145-149 p, 2019.

[22] Gürbak, D., *Nohutta Verim ve Verim Unsurları Yönünden Genetik Değişimin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, 62 s, 2019.

[23] Ercan, M., Uzun, S., Özaktan, H., Kayseri Ekolojik Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarının Verim, Verim Öğeleri ve Kalite Üzerine Etkisi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 16, 434-440 s, 2019.

[24] Beykara, İ., *Bingöl Ekolojik Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarının Bazı Nohut* (*Cicer arietinum* L.) *Genotiplerinde Verim ve Verim Özelliklerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bingöl, 84 s, 2019.

[25] Altınbaş, M., Sepetoğlu, H., Yeni Geliştirilen Nohut Hatlarının Bornova Koşullarında Verim ve Bazı Tarımsal Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 38 (2-3), 39-46 s, 2001.

[26] Güner, Ü., Sepetoğlu, H., *Nohutta Yazlık ve Kışlık Ekim ile Bitki Sıklığının Besin Elementleri Alımı, Büyüme ve Verime Etkileri Üzerine Bir Araştırma.* Tarla Bitkileri Kongresi, Agronomi Bildirileri, 1, 105-108 s, 1994.

[27] Ağsakallı, A., Olgun, M., *Erzurum Şartlarında Nohut Islahı İçin Seleksiyon Kriterlerinin Tespiti*. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Adana, 15-20 Kasım, 324-329 s, 1999.

[28] Soylu, Ç., *Nohut* (*Cicer arietinum* L.)*'ta Bakteri Aşılama ve Gübrelemenin Bazı Bitki Özelliklerine ve Verime Olan Etkileri.* Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1999.

[29] Karaköy, T., *Çukurova ve Orta Anadolu Bölgelerinden Toplanan Bazı Yerel Nohut* (*Cicer arietinum* L.) *Genotiplerinin Verim ve Verimle İlgili Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma*. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 105 s., 2008.

[30] Yaşar, M., *Diyarbakır Ekolojik Koşullarında Bazı Nohut* (*Cicer arietinum* L.) *Hat ve Çeşitlerinin Verim ve Verim Öğelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisan Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 73 s, 2010.

[31] Dinç, A., *Türkiye'de Tescil Edilmiş Bazı Nohut* (*Cicer arietinum* L.) *Çeşitlerinin Van Koşullarında Verim ve Verim Öğelerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Van, 63, 2014.

[32] Güneş, M., Kahramanmaraş Koşullarında Bazı Yemeklik Baklagil (Bakla, Mercimek, Nohut, Bezelye) Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, 69 s, 2016.

[33] Sözen, Ö., Karadavut, U., *Yerel Nohut Genotiplerinde Erken Generasyon Döneminde Tane Verimi ve Verim Komponentleri İçin Seleksiyon Üzerine Bir Araştırma*. Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Tohumculuk Kongresi, 10-13 Eylül, Niğde, 2018.

[34] Keskin, S.B., *Kahramanmaraş Koşullarında Farklı Organik Toprak Karışımlarının Nohut Bitkisinde Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, 59 s, 2020.

[35] Oğuz, A., *Siirt Ekolojik Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarının Bazı Nohut Çeşitlerinde Verim, Verim Öğeleri ve Nodülasyon Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Siirt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Siirt, 78 s, 2018.

[36] Doğan, Y., Doğan S., Kendal, E., *Bazı Kışlık Nohut* (*Cicer arietinum* L.) *Çeşitlerinin Mardin Koşullarındaki Verim ve Adaptasyon Yeteneklerinin Belirlenmesi*. ISPEC Uluslararası Tarım ve Kırsal Kalkınma Kongresi, 10-12 Haziran, Siirt, ISPEC Yayın Evi, ISBN 978-605-7811-02-8, 820-873, 2019.

[37] Ertem, T., *Diyarbakır Ekolojik Koşullarında Bazı Nohut* (*Cicer arietinum* L.) *Genotiplerinin Adaptasyon Özelliklerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Diyarbakır, 59 s, 2019.

[38] Karadavut U., Sözen, Ö., Multivariable Analysis of Characters Affecting Yield in Chickpea Plants. J. Glob. Innov. Agric. Soc. Sci., 8 (3), 155-160 p, 2020b.

[39] Güngör, H., Çakır, M.F., Dumlupınar, Z., Bazı Nohut (*Cicer arietinum* L.) Genotiplerinin Kırklareli ve Edirne Koşullarında Verim ve Verim Unsurları Bakımından Değerlendirilmesi. Ziraat Mühendisliği Dergisi, 373, 10-18 s, 2021.

[40] Biçer, B.T., *Diyarbakır Yöresinde Toplanan Bazı Nohut* (*Cicer arietinum* L.) *Yerel Çeşitlerinde Önemli Bitkisel ve Tarımsal Özelliklerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma*. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Adana, 130 s, 2001.

[41] Türk, Z., Koç, M., *Diyarbakır Koşullarında Kuru ve Sulu Olarak Yetiştirilen Nohut* (*Cicer arietinum* L.)*'un Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma*. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, Diyarbakır, 13-17 Ekim, 2, 424-427 s, 2003.

[42] Arshad, M., Bakhsh, A., Bashir, M., Haqqani, A.M., Determining the Heritability and Relationship Between Yield and Yield Components in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Pakistan Journal of Botany, 34 (3), 237-245 p, 2002.

[43] Kaçar, O., Göksu, E., Azkan, N., Bursa'da Kışlık Olarak Yetiştirilebilecek Nohut (*Cicer arietinum* L.) Hatlarının Belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (2), 33-45 s, 2005.

[44] Bayrak, H., Keleş, R., *İleri Çıkmış Nohut Islah Hatları ve Çeşitlerin Konya Ekolojik Koşullarında Bazı Verim ve Verim Unsurları ile İlgili Özelliklerin Belirlenmesi*. XI. Tarla Bitkileri Kongresi, 7-10 Eylül, Çanakkale, 356-359 s, 2015.

[45] Çerikci, M.Ç., *Kahramanmaraş Koşullarına Uygun Kışlık Nohut* (*Cicer arietinum* L.) *Çeşitlerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, 68 s, 2015.

[46] Yalçın, F., Mut, Z., Erbaş Köse, Ö.D., Afyonkarahisar ve Yozgat Koşullarında Yüksek Verim Sağlayacak Uygun Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinin Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 35 (1), 46-59 s, 2018.

[47] Fiaz, S., Aslam, M., Wattoo, F.M., Riaz, A., Bashir, I., Interrelationships among Yield and Yield Contributing Traits in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). International Journal of Biosciences, 9 (2), 49-57 p, 2016.

[48] Talip, M., *Cicer reticulatum Ladizinsky ve Cicer echinospermum P.H. Davis'in Tarımsal ve Morfolojik Özelliklerinin Karşılaştırılması*. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Antalya, 57 s, 2017.

[49] Varol, İ.S., *Nohut Bitkisinde Farklı Gelişim Dönemlerinde Uygulanan Sulamaların Bitki Gelişimi Verim ve Verim Parametreleri Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri, 97 s, 2018.

[50] Karakan Kaya, F., *Bazı Nohut* (*Cicer arietinum* L.) *Çeşitlerinin Elazığ Koşullarındaki Verim ve Adaptasyon Yeteneklerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bingöl, 60 s, 2014.

[51] Erol, C., *Mardin İli ve Civarında Yabani* Nohut (*Cicer reticulatum) Gen Kaynaklarının Belirlenmesi, Toplanması ve Karakterizasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Şanlıurfa, 68 s, 2019.

[52] Topçu, M., *Bazı Nohut* (*Cicer arietinum* L.) *Çeşitlerinin Edirne Koşullarında Verim ve Verim Unsurlarının İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Çanakkale, 49, 96 s, 2019.

[53] Bayrak, H., Önder, M., Konya Ekolojisinde Tarımı Yapılan Yerel Nohut Popülasyonları ve Çeşitlerinin (*Cicer arietinum* L.) Tarımsal, Teknolojik ve Besinsel Karakterlerinin

Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 26 (Özel Sayı), 52-61 s, 2017.

[54] Biçer, B.T., Albayrak, Ö., Akıncı, C., Farklı Ekim Zamanlarının Nohutta Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 14 (1), 51-57 s, 2017b.

[55] Sönmez, V., Kumlay, A.M., Adıyaman Ekolojik Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarında Bazı Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 23, 656-665 s, 2021.

TERMAL SULAR VE BALNEOLOJİ

THERMAL WATER AND BALANEOLOGY

Doç. Dr. GÜLLÜ KIRAT [1], Doç. Dr. SERPİL SAVCI [2]

[1] Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, 0000-0002-1167-0574

[2]Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, 0000-0003-2015-2223

ÖZET

Jeotermal enerji, toprakta, kayaçlarda ve rift havzalarında biriken, Dünya'nın çekirdeğinden gelen doğal bir enerjidir. Birçok alanda farklı şekillerde kullanılmaktadır. Bunlardan biri termal sulardan elde edilen ısının doğrudan balneolojik ve tedavi edici amaçlarla kullanılmasıdır. Balneoloji terimi, kaplıca tıbbının yeraltı sularının özelliklerini ve bunların tedavi ve rekreasyon alanındaki kullanımlarını inceleyen en eski dallarından birini ifade eder.

Jeotermal enerji, temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olup, tüm dünyada binlerce yıldır kullanılmaktadır. Mevcut kaynaklara ve mevcut teknolojilere bağlı olarak, bu tür enerjiler farklı amaçlar için farklı şekillerde kullanılmaktadır. Bu kullanım çeşitliliği, jeotermal sistemlerin jeolojik konumlarına, oluşum yöntemlerine, ısı transfer mekanizmalarına ve bulunuşlarına göre farklı şekillerde sınıflandırılır. Jeotermal sistemler sadece jeotermal enerjiyi oluşturan teknolojik sistemler değil aynı zamanda ısı depolarıdır. Bu nedenle jeotermal sistemlerin tanımı, jeotermal sistemlerin jeofizik ve jeokimyasal özellikleri, ısı transferi, bölgesel ısı akışı, jeotermal anomaliler, jeotermal sistemlerin matematiksel modellemesi, jeotermal rezervuarlardan ısı elde edilmesi ve çevresel yönleri gibi konuları kapsamaktadır.

Jeoermal sular olarak da adlandırılan jeotermal sular, mineral içeriği düşük ve sıcaklığı 20°C olan yeraltı sularıdır. Balneolojide suların sınıflandırılması, insan vücudunun sıcaklığıyla karşılaştırılmasına dayanır. Bu karşılaştırmaların sonucu, suların sıcaklığı 20–35°C arasında değişen hipotermal, 35–40°C arasında değişen izotermal ve 40°C'nin üzerindeki sıcaklıkta hipertermal olarak bölünmesidir.

Kaplıca tıbbi, hastalıkları iyileştirmek için birçok yöntem ve tedavide kullanır. Kaplıcalar, balneoterapi, hidroterapi, turba, şifalı bitkiler, sıcak veya soğuk sular ile masaj içeren tedaviler sunar. Balneolojide kaplıcalar en popüler ve beğenilen tedavilerdir. Sudaki bu mineraller hastanın derisi tarafından emilir. Balneolojik olarak tedavi edilen hastalıklar için kullanılan sular, Sodyum klorürlü, Kükürtlü, Karbonik asitli ve Radon'lu olmak üzere dörde ayrılır.

Anahtar Kelimeler: Jeoermal sular, balneoloji, çevre

ABSTRACT

Geothermal energy is a natural energy from the Earth's core that accumulates in soil, rocks and rift basins. It is used in different ways in many fields. One of them is the direct use of heat obtained from thermal waters for balneological and therapeutic purposes. The term balneology

refers to one of the oldest branches of spa medicine that studies the properties of groundwater and their use in treatment and recreation.

Geothermal energy is a clean and renewable energy source and has been used all over the world for thousands of years. Depending on available resources and available technologies, such energies are used in different ways for different purposes. This variety of uses is classified in different ways according to the geological locations, formation methods, heat transfer mechanisms and presence of geothermal systems. Geothermal systems are not only technological systems that create geothermal energy, but also heat stores. Therefore, the definition of geothermal systems covers topics such as geophysical and geochemical properties of geothermal systems, heat transfer, regional heat flow, geothermal anomalies, mathematical modeling of geothermal systems, obtaining heat from geothermal reservoirs and environmental aspects.

Geothermal waters, also called thermal waters, are underground waters with a low mineral content and a temperature of 20°C. Classification of waters in balneology is based on comparison with the temperature of the human body. The result of these comparisons is the division of waters into hypothermal with a temperature of 20–35 °C, isothermal at a temperature of 35–40 °C, and hyperthermal at a temperature above 40 °C.

Spa medicine uses many methods and treatments to cure diseases. The spas offer treatments that include balneotherapy, hydrotherapy, peat, herbs, hot or cold waters and massage. In balneology, spas are the most popular and admired treatments. These minerals in the water are absorbed by the patient's skin. The waters used for balneologically treated diseases are divided into four as sodium chloride, sulfur, carbonic acid and radon.

Keywords: Geothermal waters, balneology, environment

1. GİRİŞ

Jeotermal enerji, temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olup, tüm dünyada binlerce yıldır kullanılmaktadır. Mevcut kaynaklara ve mevcut teknolojilere bağlı olarak, bu tür enerjiler farklı amaçlar için ve farklı şekillerde kullanılmaktadır. Bu kullanım çeşitliliği, jeotermal sistemlerin jeolojik konumlarına, oluşum yöntemlerine, ısı transfer mekanizmalarına veya bulunuşlarına göre farklı şekilde sınıflandırılır. Fosil yakıtların mevcut kullanımı çevreye zarar vermekte, doğal kaynakların tükenmesine ve birçok bölgede atmosfere önemli miktarda kirletici emisyonu nedeniyle, çevre kalitesinin önemli ölçüde bozulmasına yol açmaktadır. Başta temiz ve çevre dostu jeotermal enerji olmak üzere yenilenebilir enerji kaynakları, dönüşüm sürecinde önemli bir rol oynamaktadır. Jeotermal sistem çok geniş bir kavramdır. Bu sistemlerin ayrıntılı bir şekilde anlaşılması için jeoloji, çevre, fizik, kimya, hidrojeoloji ve diğerleri gibi birçok disiplinin entegrasyonunu gerektirir (Onıszek-Popławska, 2003; Kochańskı, 2002). Jeotermal sistemler sadece jeotermal enerjiyi çıkaran teknolojik sistemler değil, aynı zamanda ısı depolarıdır. Bu nedenle, jeotermal sistemlerin tanımı, jeotermal sistemlerin jeofizik ve jeokimyası, ısı transferi ve bölgesel ısı akışı, jeotermal anomaliler, jeotermal sistemlerin matematiksel modellemesi, jeotermal rezervuarlardan ısı çıkarılması, jeotermal kaynak

değerlendirmesi, jeotermal enerji gelişiminin çevresel yönleri gibi konuları da kapsar (Sowizdzał, 2022).

Zararlı bileşenleri içeren jeotermal suyun doğal deşarjı, çevredeki ortamın su kalitesini etkiler ve içme suyundaki riskleri artırır (Li ve ark., 2022).

2. BALNEOLOJİDE TERMAL SULAR

Termal sular olarak da adlandırılan jeotermal sular, mineral içeriği düşük ve sıcaklığı 20°C olan yeraltı sularıdır. Balneolojide suların sınıflandırılması, insan vücudunun sıcaklığıyla karşılaştırılmasına dayanır. Bu karşılaştırmaların sonucu, suların sıcaklığı 20–35°C arasında değişen hipotermal, 35–40°C arasında değişen izotermal ve 40°C'nin üzerindeki sıcaklıkta hipertermal olarak bölünmesidir (Straburzyńska-Lupa And Straburzyńskı, 2008; Lazarowıcz and Mıchałowskı, 2015).

3. JEOTERMAL SULARININ KİMYASAL BİLEŞİMİ

Jeotermal sular hemen hemen tüm jeolojik oluşumlarda bulunmaktadır. Sedimanter kayaçların çoğu esas olarak sodyum klorür, radon ve florür içermektedir. Sağlık açısından yararlı olan suyun bileşenleri demir, iyot, brom, florür, hidrojen sülfit, bor, karbon dioksit, radon ve silikadır. Bazı sular ayrıca lityum, baryum, stronsiyum ve radyum da içermektedir (Karwan, 1989; Lazarowıcz and Mıchałowskı, 2015).

4. BALNEOLOJİNİN SAĞLIKTA ÖNEMİ

Kaplıca tıbbında, hastaları iyileştirmek için birçok yöntem ve tedavi kullanılır. Kaplıcalar, balneoterapi, turba, şifalı bitkiler ve ayrıca sıcak veya soğuk su veya suyun hareketi ile masaj içeren tedaviler içerir. Balneoloji kaplıcalarda en popüler ve beğenilen tedavilerdir ve gevşetici, analjezik veya antiinflamatuar etkiye sahiptirler. Banyo seansı sırasında sudaki mineraller hastanın derisi tarafından emilir ve en kolay emilen CO_2, H_2S ve radondur (Rak, 2011). Balneolojik olarak tedavi edilen hastalıklar için kullanılan sular, Sodyum klorürlü, Kükürtlü, Karbonik asitli ve Radon'lu olmak üzere dörde ayrılır (Lazarowıcz and Mıchałowskı, 2015).

1. Sodyum klorürlü sular; tuzlu su banyolarında kullanılmaktadır. Sularda sodyum klorürün dışında brom, iyot ve demir iyonları bulunur. Tuzlu su banyoları, havuzdaki eş zamanlı fiziksel aktivite ile de bağlantılı olabilir. Antienflamatuvar, bakteriyostatik ve mukotilik özellikleri sayesinde lokomotor sistem (ortopedik yaralanmalar), nörolojik, jinekolojik, dermatolojik (örneğin akne, sedef hastalığı) hastalıklarını hafifletmek ve ortadan kaldırmak için kullanılırlar. Ayrıca, kilo vermeye ve yağ yakmaya yardımcı olurlar ve nemini, sıkılığını, elastikiyetini ve kan akışını artırarak derinin durumunu iyileştirirler (Cıągło and Kępińska, 2008; Lazarowıcz and Mıchałowskı, 2015).

2. Kükürtlü sular; kükürt içeriği en az 1 mg/l sülfürik asit içeren doğal mineralli sulardır. Kükürt oluşumu için suyun birkaç önemli koşulu karşılaması gerekir. Bunlar; kayaçlardaki organik maddelerle temas etmesi gereken suda çözünmüş sülfatlardır. Metabolizmalarında çözünmüş sülfatları parçalayan bakterilerin varlığı da gereklidir. Oksijeni uzaklaştırırlar ve kükürt, kokulu hidrojen sülfite dönüşür. Kükürt kaynakları ayrıca mevsimlerin değişmesi sırasında sıcaklık değişimleri, yüzey suyu girişlerindeki değişimler gibi diğer faktörlerden ve aynı zamanda kaynağın yakınındaki insan müdahalesinden de etkilenir. Tüm bunlar sudaki hidrojen sülfür konsantrasyonunu değiştirebilir ve dolayısıyla kalitesini etkileyebilir. Kükürt aynı zamanda "doğanın güzellik minerali" olarak bilinir ve güçlü saç, tırnak ve elastikiyet, genç görünen cildi korumaya yardımcı olduğu için kozmetikte de kullanılır (Tometzová, 2022.).

Kükürtlü banyolarda çeşitli kükürt bileşikleri içeren kükürt hidrojen sülfür suları kullanılır. Aktif madde, enflamatuar süreçlerin neden olduğu hasarlara karşı dokuların korunmasında kilit rol oynayan, kan pıhtılaşmasını ve kan damarlarının hasar görmesini önleyen sülfid iyonudur. Bu tür banyolar omurga bozukluğu, romatizma, eklem veya hareket sistemi ameliyatları sonrası hastalar için tavsiye edilir. Akne, sedef gibi deri hastalıklarında ve periferik dolaşıma bağlı hastalıklarda da faydalıdır. Sular hastalar tarafından içilebilir. Sindirim sistemi, solunum sistemi hastalıkları ve düşük meabolik hız ile ilgili sorunları tedavi etmek için içilmesi tavsiye edilir. Ayrıca kurşun gibi ağır metal zehirlenmesinden sonra vücudu detoksifiye ederler (Ponıkowska, 1996; Lazarowıcz and Mıchałowskı, 2015).

3. Karbonik asit banyoları; sudaki karbondioksit varlığı ile karakterize edilir. Banyo sırasında ayrışmış karbondioksit, seçilen banyo türüne bağlı olarak deri veya solunum sistemi tarafından salınır ve emilir. Bu tür banyolar özellikle şeker hastalarına tavsiye edilir. Tedavi alt ekstremitede kan akışını iyileştirir ve kan şekerini düşürür. Karbonik asitli suların kullanıldığı terapi, öncelikle romatizma, kalp hastalıkları, alt ve üst ekstremite iskemileri, tansiyon sorunları ve nevrozlar için kullanılır. Tedavi küvette hastanın hızlı hareket etmesini engelleyecek pozisyonda yapılır. Su yüzeyinde biriken CO_2'in solunmaması için hastanın başı yukarı kaldırılmalıdır (Ponıkowska, 1996; Lazarowıcz and Mıchałowskı, 2015).

4. Radon banyolarında; radon sularında çözünen ve tedavi edici özelliği olan izotop 222Rn kullanılır (Ponıkowska, 2004). Radon içeren su, hızlı ve yoğun iyileştirici özelliklere sahiptir. İyonlaştırıcı radyasyon deri ve/veya mukoza zarı yoluyla vücuda kolayca girer. En büyük radyasyon miktarı solunum sistemi yoluyla girer. Bu nedenle radon banyosu yapmak mantıklı olmalıdır. Radon banyoları romatizma, kadın hastalıkları ve solunum yolu hastalıklarının yanı sıra kalp-damar hastalıklarının tedavisinde de kullanılmaktadır (Ponıkowska, 1996; Lazarowıcz and Mıchałowskı, 2015).

SONUÇ

Jeotermal enerji, temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olup, tüm dünyada binlerce yıldır kullanılmaktadır. Mevcut kaynaklara ve mevcut teknolojilere bağlı olarak, bu tür enerjiler farklı amaçlar için farklı şekillerde kullanılmaktadır. Jeotermal enerji, toprakta, kayaçlarda ve rift havzalarında biriken, Dünya'nın çekirdeğinden gelen doğal bir enerji kaynağıdır. Birçok alanda farklı şekillerde kullanılmaktadır. Bunlardan biri de termal sulardan elde edilen ısının balneolojik amaçlarla kullanılmasıdır.

Jeotermal sistemler sadece jeotermal enerjiyi oluşturan teknolojik sistemler değil aynı zamanda ısı depolarıdır. Bu nedenle jeotermal sistemlerin tanımı, jeotermal sistemlerin jeofizik ve jeokimyasal özellikleri, ısı transferi, bölgesel ısı akışı, jeotermal anomaliler, jeotermal sistemlerin matematiksel modellemesi, jeotermal rezervuarlardan ısı elde edilmesi ve çevresel yönleri gibi konuları kapsamaktadır.

Balneolojide kaplıcalar en popüler ve beğenilen tedavilerdir. Sudaki bu mineraller hastanın derisi tarafından emilir. Balneolojik olarak tedavi edilen hastalıklarda kullanılan sular sodyum klorürlü, kükürtlü, karbonik asitli ve radon içermektedir.

KAYNAKÇA

Ciągło J., Kępińska, B. (2008). Możliwości zagospodarowania wód geotermalnych Podhala do celów balneoterapeutycznych i rekreacyjnych. Geologia, 34(3).

Karwan, K. (1989). Wody mineralne i lecznicze uzdrowisk karpackich. Kraków: Wydawnictwa AGH.

Kochański, J.W. (2002). Balneologia i hydroterapia. Wrocław: Akademia Wychowania Fizyczne-go.

Lazarowicz, K., and Michałowski, M., (2015). Analyze the Balneotherapeutic Properties of Thermal Springs in Poland , Inżynieria Mineralna — Lipiec – Grudzień July – December — Journal of the Polish Mineral Engineering Society. 277-281.

Li, L., Wang, Y., Gu, H., Lu, L., Li, L., Pang, J., Chen, F. (2022). The Genesis Mechanism and Health Risk Assessment of High Boron Water in the Zhaxikang Geothermal Area, South Tibet. Water, 14, 3243. https://doi.org/10.3390/w14203243

Oniszek-Popławska, A., Zowsik, M., Rogulska, M. (2003). Ciepło z wnętrza ziemi.Warszawa–Gdańsk: EC BREC.

Ponikowska, I. (1996). Lecznictwo uzdrowiskowe: poradnik dla chorych. Bydgoszcz: Oficyna Wydawnicza Branta.

Ponikowska, I. (2004). Kompendium balneologii: rekomendacje krajowego konsultanta. Toruń: Wydawnictwo Adam Marszałek

Rak, J.R. (2011). Balneotechnika. Terapie uzdrowiskowe. Rzeszów: Oficyna Wydawnicza Politechni-ki Rzeszowskiej.

Sowizdzał, A. (2022). Geothermal Systems—An Overview. Energies, 15, 6377. https://doi.org/ 10.3390/en15176377

Straburzyńska-Lupa, A. and Straburzyński, G. (2008). Fizjoterapia z elementami klinic-znymi, t. 1, Warsyawa: PZWL.

Tometzová, D. (2022). The Use of Sulfur Water of Slovakia For Balneotourism (https://www.researchgate.net/publication/319334017_THE_USE_OF_SULFUR_WATER_OF_SLOVAKIA_FOR_BALNEOTOURISM).

ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN JEOLOJİ İLE İLİŞKİSİ

THE RELATIONSHIP OF ENVIRONMENTAL POLLUTION AND GEOLOGY

Doç. Dr. SERPİL SAVCI [1], Doç. Dr. GÜLLÜ KIRAT [2]

[1]Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, 0000-0003-2015-2223

[2]Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, 0000-0002-1167-0574

ÖZET

Dünya nüfusunun hızla artması, kentleşme ve sanayileşme çevre kirliliğini de beraberinde getirmektedir. Çevre kirliliğine insan kaynaklı (antropojenik) kaynakların sebep olduğu bilinmekle birlikte, son yıllarda yapılan çalışmalar bu kirliliğin jeolojik kaynaklı olduğunu göstermiştir. İnsanoğlunun yeraltı kaynaklarına olan gereksinimi kaçınılmazdır. Ancak maden üretimi sonrasında çok sayıda ekonomik değeri yüksek hammadde yanında, atıklar da ortaya çıkmaktadır. Maden yatakları çok büyük ekonomik özelliğe sahiptir, ancak su, hava ve toprak kaynaklarının bozulması ve ekolojik peyzaj tahribatı gibi faktörler jeolojik olarak çevresel problemlere yol açmaktadır. Özellikle kömür madeni sahalarında bu duruma çok sık rastlandığı bilinmektedir. Kömür tozları, yağmur ile karıştığında çevre kirliliğini oluşturacaktır. Özellikle rüzgarlı havalarda kömür yatakları üzerindeki toz tanecikleri şişerek havada asılı kalır ve bu da havayı kirletir. Bu tozlar, gang mineralleri, civa, krom, kadmiyum, bakır, arsenik ve diğer zararlı element parçacıklarını içermektedir. Solunması halinde akciğerlerde bronşit, amfizem (akciğer hastalığı), pnömokonyoz (akciğerlerde inorganik tozların birikmesi) ve diğer hastalıklara yol açmaktadır ve daha ciddisi kansere neden olmaktadır.

Dağ yamaçlarında yapılan madencilik faaliyetleri heyelanlara sebep olabilir. Ayrıca, yeraltı madenciliği de yüzeyde çatlaklara oluşturabilir. Heyelanlar ile yüzey çatlakları birlikte bölgede yaşayan halkın güvenliğini tehdit edecek boyutlara ulaşabilir.

Madencilik sahalarında kullanılan patlayıcılar yıkıcı tahribatlara neden olabilmektedir. Maden kazıları ile yer şekillerindeki bozulmalar, jeoloji ve hidrolojinin yanısıra, arazinin drenaj sistemi ve su temin sisteminde hasara yol açan çökmelerle de tahribata katkıda bulunmaktadır. Böylece, toprak verimliliği azalmakta, toprak stabilizasyonu, çölleşme, su ve toprak erozyonu giderek daha da kötü hale gelmektedir. Maden sahalarındaki atık yığınları çok büyük alanlar kaplamaktadır. Bu bildirinin amacı, çevre kirliliğinin jeoloji ile ilişkisinin araştırılması ve madenciliğin ekolojik tehlikelerinin ortadan kaldırılmasına yönelik ne gibi çalışmaların yapılacağının belirlenmesidir.

Anahtar Kelimeler: Çevre, kirlilik, jeoloji.

ABSTRACT

The rapid increase in the world population, urbanization and industrialization bring environmental pollution. Although it is known that environmental pollution is caused by human

origin (anthropogenic) sources, recent studies have shown that this pollution is of geological origin. Mankind's need for underground resources is inevitable. However, after the mine production, besides a large number of raw materials with high economic value, wastes are also generated. Mineral deposits have great economic features, but factors such as deterioration of water, air and soil resources and ecological landscape destruction cause geological environmental problems. It is known that this situation is very common especially in coal mine fields. Coal dust will create environmental pollution when mixed with rain. Particularly in windy weather, the dust particles on the coal beds swell and hang in the air, which pollutes the air. These dusts contain particles of gangue minerals, mercury, chromium, cadmium, copper, arsenic and other harmful elements. If inhaled, it causes bronchitis, emphysema (lung disease), pneumoconiosis (accumulation of inorganic dusts in the lungs) and other diseases in the lungs, and more seriously, it causes cancer.
Mining activities on mountain slopes can cause landslides. Additionally, underground mining can also create cracks on the surface. Landslides and surface cracks can reach dimensions that threaten the safety of the people living in the region.
Explosives used in mining sites can cause devastating damage. Mining excavations and landforms also contribute to the destruction of geology and hydrology, as well as collapses that cause damage to the land's drainage system and water supply system. Thus, soil fertility decreases, soil stabilization, desertification, water and soil erosion are getting worse. Waste piles at mining sites cover very large areas. The aim of this paper is to investigate the relationship between environmental pollution and geology and to determine what kind of work will be done to eliminate the ecological dangers of mining.

Keywords: Environment, pollution, geology.

1.GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artması, kentleşme ve sanayileşme çevre kirliliğini de beraberinde getirmiştir. Çevre kirliliğine insan kaynaklı (antropojenik) kaynakların sebep olduğu bilinmekle birlikte, son yıllarda yapılan çalışmalar bu kirliliğin jeolojik kaynaklı olduğunu göstermektedir [1].

Yıllardır madencilik faaliyeti yapılan bölgeler araştırıldığında, o bölgede, yüzey çökmesi, arazi tahribatı, su kaynakların bozulması, hava kirliliği ve ekolojik peyzaj tahribatı vb. yerel ekolojik çevreyi ve yaşam ortamını büyük ölçüde değiştirdiği gözlenmiştir. Yeraltı sularının madenciliğin etkisiyle ciddi bir şekilde kirlendiği bilinmektedir. Ayrıca çok sayıda çalışma madencilik sahalarındaki yeraltı suyu kalitesinin olumsuz yönde etkilendiğini belirtmiştir [2-6].

İnsanoğlunun yeraltı kaynaklarına olan gereksinimi kaçınılmazdır. Ancak maden üretimi sonrasında çok sayıda ekonomik değeri yüksek hammadde yanında, atıklar da ortaya çıkmaktadır [7].

Bu bildiride jeolojinin çevre kirliliği ile ilişkisi açıklanmıştır. İlerde yapılacak çalışmaların doğaya, çevreye ve bölgede yaşayan canlılara zarar vermemesi gerektiği bildirilmiştir. Alınabilecek önlemler üzerinde durulmuştur.

2.MADENLERİN JEOLOJİK ÇEVRESEL PROBLEMLERİ

Madenlerin sebep olduğu jeolojik tehlikelerden en önemlilerinin yüzey çökmesi ve zemin çatlakları olduğu bilinmektedir. Maden sahasında bulunan yüzey çöküntüsü, kömür kaynaklarının kullanılmasıyla ortaya çıkmaktadır. Bazı patlayıcı maddelerin kullanımı yeryüzünde bozulma ve tortulaşmaya neden olmuştur. Kömür madenlerinin uzun süreli işletilmesi de, yüzey çökmesi ve zemin çatlakları oluşturmaktadır. Şekil 1'de topraklardaki çatlak oluşumunun görseli verilmiştir.



Şekil 1. Çatlak oluşumu [15]

Heyelan da madenciliğin sebep olduğu olumsuz etkilerden biri olarak sayılabilir. Madencilik, dağ yamaçlarında atık yığınları oluşturmaktadır. Korumaya alınmayan şevlerin kayması oldukça kolaydır. Heyelanlar yerel halkın güvenliğini tehdit edebilir. Ayrıca, yeraltı madenciliği, yüzey çatlaklarının oluşması, dağ yamaçlarının stabilitesinin azalmasına neden olabilir. Bu nedenle yağmur fırtınası, akarsu ve depremlerde çökme veya heyelan oluşması kolaylaşır [8].

Arazi kaynaklarına verilen zararlar, jeolojinin çevre üzerine olan olumsuz etkileri arasındadır. Arazi kaynakları patlayıcılarla doğrudan tahrip edilebilir (Şekil 2). Bu durumda arazi çökebilir, kötüye kullanılabilir ve kirlenebilir. Ayrıca, kurallara uygun olarak yapılmayan maden kazıları arazide çökmelere, drenaj sistemine ve araziye su temin edilmesinde yıkımlara sebep olabilir. Böylece toprak verimliliği azalır. Yeryüzünde çölleşme, su ve toprak erozyonu daha fazla meydana gelebilir [8-9].



Şekil 2. Madenlerde patlayıcı kullanımı [16]

Maden sahalarında atık yığınları çok büyük yüz ölçüme sahip alanları kaplamaktadır. Özellikle, kömür madenleri civa, krom, kadmiyum, bakır, arsenik ve diğer istenmeyen elementleri içermektedir. Bu bölgelerde yaşayan insanlar bu elementleri havadan solumaktadır. Bu kirli havanın akciğere solunması halinde bronşit, amfizem, pnömokonyoz ve diğer hastalıklara, daha ciddisi kansere neden olabilir. Ayrıca kömür yataklarındaki atıklar birikerek atmosferik ortamda ciddi kirliliğe neden olur ve çevreyi olumsuz yönde etkiler. Özellikle rüzgarlı havalarda kömür yataklarının üzerindeki toz tanecikleri savrulur. Bu tanecikler de havayı kirletir. Özellikle yaz aylarında maden sahasının sıcaklığını da artırabilir [8, 10].

Yıllarca süren kömür madenciliği, yüzey suyunun depolanmasını, taşınmasını ve geri dönüştürülmesini ciddi şekilde etkileyebilir. Yeraltı suyu kaynaklarını tüketebilir. Bölgede yaşayan yerel halkın yaşam ve sulama suları üzerinde tehlikeli etkiler yaratabilir. Ayrıca, madencilik sürecinde üretilen ocak suları bazı toksik elementler içermektedir. Madenlerden sızan sular, yüzey ve yeraltı sularında belirli ölçüde kirliliğe neden olabilir. Bu faaliyetler çevre kirliliği yaratabilir [8, 11].

Kömür madeni çıkarılan bölgelerde, kömür tozları havayı kirletebilir. Rüzgarlarla yerleşim bölgelerine taşınan bu parçacıklar binaların ve bitkilerin orijinal rengini kaybetmesini sağlayabilir. İnsan sağlığı ve çevreyi tehdit edici boyutlara ulaşabilir. Toprak, su ve hava kirliliği canlıların bulunduğu çevreyi değiştirebilir ve/veya bozabilir. Maden sahasının bulunduğu bölgede doğal ortam bozulabilir ve bu durum besin zincirini de etkileyebilir [8, 12-14].

3.SONUÇLAR ve GENEL DEĞERLENDİRME

Yeraltı kaynaklarının ekonomik değeri yadsınamaz bir gerçek olmakla birlikte, bunların elde edilişi sırasında, çevreyi kirlettiği de bilinen bir gerçektir. Madencilik gibi faaliyetler, toprak,

su ve hava kirliliğine neden olmakla birlikte, bölgede yaşayan canlıları da olumsuz yönde etkilemektedir. Besin zincirindeki bir kopukluk bütün sistemi karmaşık hale getirebilmektedir. Bu nedenle bu bildiride jeolojinin çevre kirliliği üzerine etkileri araştırılmıştır.

Sonuç olarak ileride madenciliğin jeolojik tehlikeleri ortadan kaldıracak ve ekolojik ortamı iyileştirecek, bunun yanında tarım ve ormancılığın ekonomik gelişimini devam ettirecek yöntemler üzerinde çalışmalar yapılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Karapınar, N., (2023). Çevre kirliliği tıbbi jeoloji ve jeokimya. http://mta.gov.tr (Erişim Tarihi:28.02.2023).

[2]Sushil, S., Batra, V.S., (2006). Analysis of fly ash heavy metal content and disposal in three thermal power plants in India. Fuel 85, 2676–2679.

[3]Singh, U.K., Ramanathan, A.L., Subramanian, V., (2018). Groundwater chemistry and human health risk assessment in the mining region of East Singhbhum, Jharkhand, India. Chemosphere 204, 501–513.

[4]Bhangare, R.C., Ajmal, P.Y., Sahu, S.K., Pandit, G.G., Puranik, V.D., (2011). Distribution of trace elements in coal and combustion residues from five thermal power plants in India. Int. J. Coal Geol. 86, 349–356.

[5]Mukherjee, I., Singh, U.K., Patra, P.K., (2019). Exploring amulti-exposure-pathway approach to assess human health risk associated with groundwater fluoride exposure in the semi-arid region of east India. Chemosphere 233, 164–173.

[6]Mukherjee, I., Singh, U. K., Singh, R. P., Anshumali, Kumari, D., Jha, P. K., Mehta, P., (2020). Characterization of heavy metal pollution in an anthropogenically and geologically influenced semi-arid region of east India and assessment of ecological and human health risks, Science of the Total Environment 705, 135801.

[7]Akıncı, Ö., (2007). Maden İşletmelerinde Jeoloji Bilgisinin Mühendislik Problemlerine Etkisi, S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Dergisi., 23, 1-2.

[8]Zhiguo, Z., Naiqi, S., Yingshuang， W., Yongcheng, L., Yanyan, S., Tao, S., (2011). Geological Environment Problems and Countermeasures of Shijiaying Mine in western Beijing, Procedia Environmental Sciences, 11, 1245-1252.

[9]Yao, Y., Zhang, M., Deng, Y., Dong, Y., Wu, X., Kuang, X., (2021). Evaluation of environmental engineering geology issues caused by rising groundwater levels in Xi'an, China, Engineering Geology 294, 106350.

[10]Rawat, M., Singh, U.K., Mishra, A.K., Subramanian, V., (2008). Methane emission and heavymetals quantification from selected landfill areas in India. Environ. Monit. Assess. 137, 67–74.

[11]Cai, L.M., Wang, Q.S., Luo, J., Chen, L.G., Zhu, R.L., Wang, S., Tang, C.H., (2019). Heavy metal contamination and health risk assessment for children near a large Cu-smelter in central China. Sci. Total Environ. 650, 725–733.

[12]Gwenzi, W., (2020). Occurrence, behaviour, and human exposure pathways and health risks of toxic geogenic contaminants in serpentinitic ultramafic geological environments (SUGEs): A medical geology perspective, Science of the Total Environment 700, 134622.

[13]Cheng, Y., Zhou, K., Wang, J., Cui, S., Yan, J., De Maeyer, P., Van de Voorde , T., (2022). Regional metal pollution risk assessment based on a long short-term memory model: A case study of the South Altai Mountain mining area, China, Journal of Cleaner Production 379, 134755.

[14]Zhu, W.F., Xu, S.Q., Zhang, H., Shao, P.P., Wu, D.S., Yang, W.J., (1996). Investigation of children intelligence quotient in REE mining area: bio-effect study of REE mining area of South Jiangxi. Chin. Sci. Bull. 41, 914–916.

[15]https://isgtedbir.com/maden/madenlerde-patlatma/ (Erişim Tarihi:28.02.2023).

[16]https://en.wikipedia.org/wiki/Fissure (Erişim Tarihi:28.02.2023).