ISPEC

5 th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING & NATURAL SCIENCES

December 20-22, 2019

VAN, TURKEY

FULL TEXTS BOOK

VOLUME-1

ISBN: 978-605-7811-41-7

ISPEC

5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING & NATURAL SCIENCES

December 20-22, 2019 / VAN, TURKEY

FULL TEXTS BOOK

EDITORS
Dr. Ethem İlhan ŞAHİN

All rights of this book belong to ISPEC Publishing House
Authors are responsible both ethically and jurisdically
ISPEC Publications - 2019©

Issued: 28.12.2019

ISBN: 978-605-7811-41-7

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE..... ISPEC 5rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING & NATURAL SCIENCES

DATE AND PLACE..... December 20-22, 2019 / VAN, TURKEY

ORGANIZATION..... ISPEC Enstitute, ISPEC Publishing House

ORGANIZING COMMITTEE. Prof. Dr. Hacer HUSEYINOVA
Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU
Dr. E. İlhan ŞAHİN
Dr. Hüseyin ERİŞ
Elena MAGLIO
Dr. Almaz AHMETOV

INTERNATIONAL PARTICIPANTS..... Kun HARISMAH - *Indonesia*
Mahmoud MIRZAEI - *Iran*
Prof. Dr. Claudiu T. Supuran - *Italy*
Belarbi Lakhdar – *Algeria*
Хамраева Шахло Мирджановна – *Uzbekistan*

SCIENTIFIC & ADVISORY COMMITTEE

Dr. Almaz AHMEDOV - Bakü State University

Dr. BOUKHATEM Mohamed Nadjib- Université Saad Dahlab Blida

Dr. Remzi TUNTAŞ - Van Yüzüncü Yıl University

Dr. Anatoliy LOGINOV - Ukraine Shevchenko Lugan National University

Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA - Orleu National Development Institute

Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA - Rasulbekov Kyrgiz Economy University

Dr. Feda REHIMOV - Bakü State University

Dr. Ali BİLGİLİ - Ankara University

Dr. George RUDIC - Montreal Pedagogy Institute

Dr. Hilale CAFEROVA - AMEA Institute

Dr. İsmail ALTINTOP - Kayseri State Hospital

Dr. MEIXIA Huou - Capital Normal University

Dr. Kenes JUSUPOV - M. Tinisbaev Kazakh Vehicle Academy

Dr. Mahmut Alkan - Niğde Ömer Halisdemir University

Dr. Maha Hamdan ALANAZI - Riyad King Abdulaziz Technology Institute

Dr. Maria LEONTIK - Macedonia Ishtib Gotse Delchev University

Dr. Mavlyanov ABDIGAPPAR - Kyrgiz Elaralık University

Dr. Maira ESIMBOLOVA - Kazakhistan Narkhoz University

Dr. Mustafa ŞAHİN - Selçuk University

Dr. Mustafa TALAS - Niğde Ömer Halisdemir University

Dr. Khan Nadezhda - E.A. Buketov Karaganda State University

Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU - Siirt University

Dr. Rovshan ALİYEV - Bakü State University

Dr. Ümran SEVİL - Ege University

Dr. Yüksel KAPLAN - Niğde Ömer Halisdemir University

Dr. Remzi TUNTAŞ-Van Yüzüncü Yıl University

Dr. Fatih ÇOLAK-Usak University

Dr. Canan DEMİR-Van Yüzüncü Yıl University

Dr. Nazile Abdullazadeh-Azərbaycan Dövlət Pedaqoji University

Dr. Nazmiye ÖZLEM ŞANLI-İstanbul University

Dr. Merve OKUTAN-Hitit University

Dr. Şeyma AYDEMİR-Hitit University

Dr. Filiz BORAN-Hitit University

Dr. Elif Ayşe ANLI-Ankara University

Dr. Elif BAŞKAYA-Karadeniz Technical University

Dr. Derya OKUYAN-Balıkesir University University

Dr. Ayşe KABATAŞ-Karadeniz Technical University

Dr. Murat EYVAZ-Gebze Technical University

Dr. Gökhan KÖK-Ege University

Dr. Özlem ÖZDEMİR-Gazi University

Dr. Leyla ÇİMEN-Niğde Ömer Halisdemir University

Dr. Kevser Sevgi ÜNAL ASLAN-Osmaniye Korkut Ata University

Dr. Murat SÖNMEZ-METU

Dr. Ahmet H. ERTAŞ-Bursa Technical University

Dr. Şevket TULUN-Aksaray University

Dr. Gökhan KÖK-Ege University

Dr. Kerem ASMAZ-Yıldız Technical University

Dr. Merdin DANIŞMAZ-Ahi Evran University

Dr. Aziz AKSOY-Bitlis Eren University

Dr. Nurhayat ATASOY-Van Yüzüncü Yıl University

Dr. Aysel GÜVEN-Başkent University

Dr. Ahu PAKDEMİRLİ-Izmir Demokrasi University

Dr. Yılmaz KOÇAK-Van Yüzüncü Yıl University

5. ULUSLARARASI ISPEC MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ KONGRESİ
20-22 Aralık 2019
VAN

KONGRE YERİ: *HILTON DOUBLETREE HOTEL*

Adres: İpek Yolu Cd. 8.km, 65300 Van Merkez/Van

KONGRE PROGRAMI

Katılımcı Ülkeler:
Türkiye, Azerbaycan, Italya, Algeria, Iran, Kazakistan

- **Kayıt masası kongre süresince 09:00 – 17:00 saatleri arasında hizmet verecektir**
- **Kaydınızı oturum saatinizden en geç yarım saat öncesine kadar yaptırabilirsiniz**
- **Sunum sıralaması, ara verilmesi ve oturuma ilişkin tüm hususlarda oturum başkanları tam yetkilidir**
- **Katılım belgeleri oturum sonunda oturum başkanı tarafından verilecektir**
- **Kongre programında yer ve saat değişikliği *gibi talepler dikkate alınmayacaktır***
- **Programda herhangi bir eksiklik/yazım hatası olduğunu düşünüyorsanız lütfen en geç 10 Aralık 2019 tarihine (saat 17:00) kadar e-mail ile bilgilendirme yapınız**
- **Katılım belgelerindeki yazar isimleri ve bildiri isimleri programdaki gibi basılacaktır**

5. ULUSLARARASI ISPEC
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ KONGRESİ
20.12.2019
CUMA / 09:30-12:00

SALON MF1, OTURUM 1.	OTURUM BAŞKANI: Prof. Dr. Naki ERDEMİR
Kader UMAZ Adil UMAZ	DETERMINATION OF VOLATILE COMPONENTS OF *ARTEMISIA ABSINTHIUM L. PLANT*
Adil UMAZ Kader UMAZ	DETERMINATION OF FATTY ACID COMPOSITION OF *ARBUTUS UNEDO L. FRUIT*
Mustefa Sultan Dalu	DIVERSITY, DISTRIBUTION AND RELATIVE ABUNDANCE OF AVIAN FAUNA IN ARSI MOUNTAINS NATIONAL PARK (AMNP), SOUTHEAST OROMIA, ETHIOPIA
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman Mesut PINAR Dr. Öğr. Üyesi Mehmet FİDAN Arş. Gör. Hüseyin EROĞLU Tuba Nur DEMİR İNAL	SİİRT İLİ PETALOİD MONOKOTİLEDON FLORASI
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet FİDAN Dr. Öğr. Üyesi Süleyman Mesut PINAR Arş. Gör. Hüseyin EROĞLU Merve YILMAZ	SİİRT İLİ NADİR VE ENDEMİK BİTKİLERİ
Serdar BOYALI Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ÇETİN	ELEŞKİRT (AĞRI) İLÇESİ FİĞ EKİM ALANLARINDAKİ TOHUM BÖCEĞİ (COL.: CHRYSOMELIDAE) TÜRLERİ VE ORANLARI
Mustafa BAŞAK Prof. Dr. Naki ERDEMİR Jiyan ZENGİN Nuray AKENGİN	MESLEĞE YENİ BAŞLAYAN ÖĞRETMENLERİN KARŞILAŞTIKLARI SORUNLARIN TESPİTİ
Prof. Dr. Naki ERDEMİR Hacer TURGUT Rojbin SARUHAN	İŞBİRLİKLİ ÖĞRENME YÖNTEMİNİN ORTAOKUL 5. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ELEŞTİREL DÜŞÜNME BECERİLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ (AYRILIP BİRLEŞME TEKNİĞİ IV)
Prof. Dr. Naki ERDEMİR Jiyan ZENGİN Mustafa BAŞAK	GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE ÖĞRETMEN SEÇİMİ VE KABUL ŞARTLARININ TESPİTİ
Öğr. Gör. Nihayet KOÇYİĞİT	YENİ DÖNEM BONCUKLU KÖPÜKLER VE ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ
Öğr. Gör. Nihayet KOÇYİĞİT	SÜSPANSİYON POLİMERİZASTYONU İLE POLİSTİRENDEN BLOK HALİNDE GENİŞLEYEBİLEN POLİSTİREN ÜRETME AŞAMALARI

20.12.2019
CUMA / 12:00-14:00

SALON MF1, OTURUM 2.	OTURUM BAŞKANI: Prof. Dr. Nılgün KALAYCIOĞLU ÖZPOZAN
Murat BAKIRCI	EFFECT OF PROPERTIES OF THE ELECTROLYTE SOLUTION AND TIP DIAMETER ON THE ION TRANSPORT AND CURRENT RECTIFICATION IN AN ASYMMETRIC NANOCHANNEL
Dr. Öğr. Üyesi Ali Rıza KUL Hasan ELİK Dr. Öğr. Üyesi Adnan ALDEMİR Dr. Öğr. Üyesi Hasan ERGE Cemile KUL ESER	TRABZON FINDIĞINDAN (CORYLUS AVELLANA) ALINAN KABUKLAR ÜZERİNDE METİLEN MAVİSİ ADSORPSİYONU ÇALIŞMASININ KİNETİK HESAPLAMALARI
Dr. Öğr. Üyesi Ali Rıza KUL Hasan ELİK Dr. Öğr. Üyesi Adnan ALDEMİR Dr. Öğr. Üyesi İhsan ALACABEY	TRABZON FINDIĞINDAN (CORYLUS AVELLANA) SAĞLANAN KABUKLARDA METİLEN MAVİSİ ADSORLAMA ÇALIŞMALARININ TERMODİNAMİK VE İZOTERM HESAPLAMALARI
Doç. Dr. İbrahim TEĞİN Dr. Öğr. Üyesi Mehmet FİDAN	Salvia pachystachys'in ICP-MS İLE MİNERAL MADDE ANALİZİ
Doç. Dr. İbrahim TEĞİN Dr. Öğr. Üyesi Mehmet FİDAN	ÇÖL TUZLASI'NDAN (SİİRT-TÜRKİYE) TOPLANAN Polycarpon tetraphyllum TÜRÜNÜN DPPH, TOPLAM FENOLİK MADDE MİKTARI VE ELEMENT ANALİZİ
Prof. Dr. Nılgün KALAYCIOĞLU ÖZPOZAN Noor Ibrahım Alhayalı Serkan DAYAN Arş. Gör. Burcu SOMTÜRK YILMAZ Doç. Dr. Nalan ÖZDEMİR	BAKIR(II) İYONU, DEMİR SPİNELİ VE KATALAZ ENZİMİ KULLANILARAK NANOÇİÇEK ÜRETİMİ
Doç. Dr. Mehmet Emre EREZ Doç. Dr. İbrahim TEĞİN Melike DÖRTKARDEŞ	DÖRT FARKLI BİTKİ TÜRÜNÜN METAL İÇERİĞİ TAYİNİNE KEMOMETRİK BİR YAKLAŞIM
Doç. Dr. Mehmet Emre EREZ Prof. Dr. Peyami BATTAL	BİTKİ EKSTRAKTLARININ, KÜLTÜR VE YABANCİ OT BİTKİLERİNİNİN GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Mine PAKYÜREK	KRİYOPREZERVASYON TEKNİĞİ
Dr. Öğr. Üyesi Mine PAKYÜREK	MUTASYON ISLAHI: MEYVECİLİK ALANINDAKİ UYGULAMALAR
Dr. Öğr. Üyesi Zehra Funda TÜRKMENOĞLU Arş. Gör. Ogün Ozan VAROL Doç. Dr. Ali ÖZVAN Arş. Gör. Dr. Esma KAHRAMAN Prof. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ	YÜKSEK SICAKLIĞIN DOĞAL YAPI TAŞLARININ BASINÇ DAYANIMLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ
Arş. Gör. Dr. Esma KAHRAMAN Dr. Öğr. Üyesi Zehra Funda TÜRKMENOĞLU Prof. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ	KİREÇTAŞI OCAKLARINDA PATLATMADAN SONRA PARÇA BOYUT DAĞILIMIN WİPFRAG YAZILIMI İLE İNCELENMESİ: ÖRNEK ÇALIŞMA

20.12.2019
CUMA / 14:00-16:00

SALON MF1, OTURUM 3.	OTURUM BAŞKANI: Dr. Öğr. Üyesi Gülistan KAYA GÖK
Emrah YAYLI	4.5G MOBİL HABERLEŞME SİSTEMLERİNDE GÜÇ TASARRUFU
Doç. Dr. Mine Elif KARSLIGİL Mukaddes ALTUNTAŞ UÇAR	ÜRETİCİ ÇEKİŞMELİ AĞLARIN MİMARİ TASARIMDA KULLANILMASI
Bruno Cristos Madeira Tuğrul TAŞCI	PERFORMANCE ANALYSIS OF TIME SERIES ESTIMATION METHODS IN EXTRAORDINARY PERIODS
Numan ÇELEBİ Tuğrul TAŞÇI Tuğba KÖPRÜLÜ Bruno Cristos MADEİRA	MINING SIGNIFICANT FACTORS AFFECTING THE RESPIRATORY TRACT DISEASES USING ROUGH SET
Dr. Öğr. Üyesi Atilla BAYRAM Fırat KARA	THE WORKSPACE OPTIMIZATION OF A 2-DOF RRRRP PLANAR MECHANISM USING GENETIC ALGORITHM
Adem HAYLAZ Doç. Dr. Remzi TUNTAŞ	SAYISAL HABERLEŞMEDE ADAPTİF DELTA MODÜLASYON YÖNTEMİ İLE NESNE TABANLI YAZILIM UYGULAMASI
Adem HAYLAZ Doç. Dr. Remzi TUNTAŞ	ADAPTİF DELTA MODÜLASYON YÖNTEMİ İLE MATLAB ORTAMINDA SAYISAL HABERLEŞME UYGULAMASI
Dr. Öğr. Üyesi Gülistan KAYA GÖK Öğr. Gör. Dr.Seda EREN	SOME RELATIONS OF RESOLVENT ENERGY
Dr. Öğr. Üyesi Gülistan KAYA GÖK Doç. Dr. Şerife BÜYÜKKÖSE	SOME INEQUALITIES FOR ATOM BOND CONNECTIVITY INDEX
Dr. Öğr. Üyesi Yener ALTUN Abdullah YİĞİT	SOME QUALITATIVE BEHAVIORS OF CERTAIN NONLINEAR CHAOTIC SYSTEMS WITH THREE DIMENSIONAL

20.12.2019
CUMA / 16:00-18:00

SALON MF1, OTURUM 4.	OTURUM BAŞKANI: Dr. Öğr. Üyesi İrfan UÇKAN
Rabia BOZMAÇ Kader MÜHÜRDAROĞLU Dr. Öğr. Üyesi, Yaşar SUBAŞI DİREK	BAŞKALE KIRSAL MİMARİSİNDE KONUT DOKUSUNUN EKOLOJİK AÇIDAN İNCELENMESİ
Murad Shaheen Sabah KATAW Dr. Öğr. Üyesi Lütfiye KARASAKA	İNSANSIZ HAVA ARACI VE YERSEL LAZER TARAYICIDAN ELDE EDİLEN NOKTA BULUTLARININ ENTEGRASYONU
Arman UÇAR Mahmut FIRAT	HAVZA HİDROLOJİSİNDE KULLANILAN AKARSU HAVZALARINA AİT BOYUTSUZ HAVZA PARAMETRELERİ
Arman UÇAR Mahmut FIRAT	COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE DRENAJ AĞI PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ
Prof. Dr. Aynur KAZAZ Doç. Dr. Serdar ULUBEYLİ Ali Evren İMRE Arş. Gör. Gökçen ARSLAN	YÜKLENİCİ İNŞAAT FİRMALARINDA RİSK ESASLI PROAKTİF YÖNETİM
Dr. Öğr. Üyesi İrfan UÇKAN	BUHARLAŞTIRMALI SOĞUTMA SİSTEMİ KULLANILARAK FOTOVOLTAİK GÜNEŞ PANELLERİNİN PERFORMANSININ İYİLEŞTİRİLMESİ
Prof. Dr. Aynur KAZAZ Doç. Dr. Serdar ULUBEYLİ Arş. Gör. Gökçen ARSLAN Ali Evren İMRE	YÜKLENİCİ İNŞAAT FİRMALARININ RİSK YÖNETİMİ ALGISI VE RİSK TUTUMU ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME
Azimollah ALESHZADEH Assoc. Prof. Dr. Enver Vural YAVUZ	GIS-BASED LANDSLIDE VULNERABILITY MODELING USING DATA-DRIVEN BIVARIATE STATISTICAL APPROACH AND GEOSTATISTICAL TECHNIQUES
Prof. Dr. Aynur KAZAZ Doç. Dr. Serdar ULUBEYLİ Ersan ERKOVAN	YÜKLENİCİ İNŞAAT FİRMALARI İÇİN BİR COSO İÇ KONTROL MODELİ UYGULAMA ARACI
Prof. Dr. Aynur KAZAZ Rıdvan ŞİMŞEK	İNŞAAT SEKTÖRÜNDE KARBONDİOKSİT SALINIMI FARKINDALIĞI VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

21.12.2019
CUMARTESİ / 09:30-12:00

SALON MF1, OTURUM 1.	OTURUM BAŞKANI: Doç. Dr. İlhami GÖK
Öğr. Gör. Veysel AKYOL Dr. Öğr. Üyesi Necat KOYUN	VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ 1. SINIF ÖĞRENCİLERİNDE ANTROPOMETRİK GÖVDE ÇEVRE ÖLÇÜMLERİ İLE BEDEN KİTLE İNDEKSİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Dr. Keziban EVLİYAOĞLU Prof. Dr. Nihat MERT Doc. Dr. Bahat COMBA Prof. Dr. Handan MERT	DENEYSEL LÖSEMİ OLUŞTURULMUŞ RATLARDA ÖKSE OTU EKSTRAKTININ ANTİKANSEROJENİK ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI
Ümit GÜNEŞ Prof. Dr. Nihat MERT Dr. Keziban EVLİYAOĞLU Prof. Dr. Handan MERT Uzm. Dr, Mehmet Murat AKIN	VAN EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİNE BAŞVURAN 18-35 YAŞ ARALIĞINDAKİ BÖLGE KADINLARININ SON 5 YILLIK D VİTAMİNİ DÜZEYİNİN SAPTANMASI
Dr. Sadi ELASAN Sıddık KESKİN	BEBEK DOĞUM AĞIRLIĞI ÜZERİNDE ETKİLİ OLABİLECEK DEĞİŞKENLERİN BAZI VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİ İLE TESPİTİ
Dr. Sadi ELASAN	ÇOKLU UYUM ANALİZİ VE SAĞLIK BİLİMLERİNDE BİR UYGULAMASI
Serek TEKIN	ACCELERATED CORNEAL CROSS-LINKING OUTCOMES IN PATIENTS WITH PEDIATRIC KERATOCONUS
Dr. Öğr. Üyesi İzzet ÇELEĞEN Dr. Öğr. Üyesi Sinemis Çetin DAĞLI Arş. Gör. Danyal Burak KOCA	AİLE HEKİMLERİNİN AİLE HEKİMLİĞİ UYGULAMASI İLE İLGİLİ GÖRÜŞLERİ
Dr. Erbil SEVEN	ŞAŞILIK CERRAHİSİ SONRASI OKÜLER BİYOMETRİK PARAMETRELERDEKİ DEĞİŞİMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Doç. Dr. İlhami GÖK	KARS POPÜLASYONUNDA VÜCUT KİTLE İNDEKSİNİN İSTATİKSEL DAĞILIMLARININ BELİRLENMESİ
Doç. Dr. İlhami GÖK	DOĞU ANADOLU BÖLGESİNDE OBSTRÜKTİF UYKU APNE SENDROMLU HASTALARDA VÜCUT KİTLE İNDEKSLERİNİN (VKİ) İSTATİKSEL DAĞILIMLARI

21.12.2019
CUMARTESİ / 12:00-14.00

SALON MF1, OTURUM 2.	OTURUM BAŞKANI: Doç. Dr. Zehra ŞAPCI AYAS
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet FENKLİ Tüba ALKAY	KENTSEL DÖNÜŞÜM PROJELERİNDE YEŞİL BİNALARIN UYGULANABİLİRLİĞİ VE SAĞLADIĞI YARARLAR
Prof. Dr. Salim Serkan NAS Öğr. Gör. Çağrı AKGÜN	BARAJLARDA ÇEVRESEL ETKİ MALİYETİ HESAPLAMA: TUZLUCA BARAJI ÖRNEĞİ
Doç. Dr. Zehra ŞAPCI AYAS Ahmet FİDAN	YOZGAT İLİ'NDE BULUNAN KENTSEL-ENDÜSTRİYEL ATIKSU ARITMA TESİSLERİ VE YAPAY SULAK ALANLARIN DURUMLARININ İNCELENMESİ, YAŞANAN PROBLEMLERİN TESPİTİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ
Dr. Mehmet Sait CENGİZ	PROFESYONEL FUTBOL SAHALARINDA AYDINLATMA KRİTERLERİ
Dr. Mehmet Sait CENGİZ	HOBİ AMAÇLI FUTBOL SAHALARINDA AYDINLATMA
Dr. Mehmet Sait CENGİZ	AKARYAKIT İSTASYONU AYDINLATMA SİSTEMLERİ
Dr. Mehmet Sait CENGİZ	KAVŞAK AYDINLATMASINDA YATAY VE DİKEY AYDINLATMA
Aişe YAMAÇ Doç. Dr. Zehra ŞAPCI AYAS	DÜNYA'DA, AVRUPA'DA, VE TÜRKİYE'DE BİYOGAZ ÜRETİMİ
Doç. Dr. Zehra ŞAPCI AYAS Dr. Öğr. Üyesi Mehmet TÜRKMENOĞLU Araz BAHJAT ABDULLAH	THE COST OF BUILDING AN ECOLODGE IN DUHOK GOVERNORATE, NORTHERN IRAQ
Dr. Yaşar SUBAŞI DİREK Dr. Arash M. FALLAH Dr. Saeid Khoshniyyat	SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAPSAMINDA DOĞAL TAŞ ÜRETİMİNDE ORTAYA ÇIKAN ATIKLARIN VAN ÖRNEĞİ ÜZERİNDE İNCELENMESİ
Dr. Yaşar SUBAŞI DİREK Dr. Saeid Khoshniyyat Dr. Arash M. FALLAH	KENTSEL ISI ADASI OLUŞUMUNDA YAPI MALZEMELERİNİN ROLÜ

21.12.2019

CUMARTESİ / 14:00-16:00

SALON MF1, OTURUM 3.	**OTURUM BAŞKANI:** Dr. Öğr. Üyesi Ali YEŞİLDAĞ
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet TÜRKMENOĞLU	FLOTASYONDA HAVA AKIŞ HIZININ % BAKIR KAZANIMINA ETKİSİ
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet TÜRKMENOĞLU Dr. Öğr. Üyesi Bayram Ali MERT	VAN GÖLÜNÜ ÇEVRELEYEN JEOTERMAL SU KAYNAKLARININ KİMYASI
Emir ÇEPNİ Dr. Öğr. Üyesi Hülya ÖZTÜRK DOĞAN	H_2O_2 TESPİTİ İÇİN METAL-GRAFEN NANOKOMPOZİT ELEKTROTLAR
Dr. Öğr. Üyesi Hülya ÖZTÜRK DOĞAN	FARKLI METAL TEK TABAKALARININ (Bi, Cd, Ru) GRAFEN OKSİTİN ELEKTROKİMYASAL İNDİRGENMESİNDEKİ KATALİTİK ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
Dr. Öğr. Üyesi Ali YEŞİLDAĞ	H-SONLU n-tipi Si(111), n-tipi Si(100) ve GC ELEKTROTLARININ NİTROFENİLDİAZONYUM TUZLARI İLE KARŞILAŞTIRMALI MODİFİKASYONU VE KARAKTERİZASYONU
Dr. Öğr. Üyesi Ali YEŞİLDAĞ	KARARLI İNCE FİLM YAPILARININ KATI ELEKTROT YÜZEYLERİNE MODİFİKASYONU VE KARAKTERİZASYONU
Doç. Dr. Zehra ŞAPCI AYAS Araş. Gör. Dr. Dilara ÖZTÜRK Dr. Öğr. Üyesi Hülya DURMAZ BEKMEZCİ	EFFECT OF ADSORBENT PRETREATMENT ON COD REMOVAL IN THE ADSORPTION OF TEXTILE INDUSTRY WASTEWATER WITH POTATO HUSK
Dr. Öğr. Üyesi Ayhan BAŞTÜRK Şebnem BADEM	BALMUMU OLEOJELİ VE TİCARİ ŞORTENİNG İLE ÜRETİLEN KEKLERİN TEKSTÜREL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
Serdar UĞURLU Doç. Dr. Emre BAKKALBAŞI	YEŞİL CEVİZLERDEN FENOLİK MADDE EKSTRAKSİYONU
Kun HARISMAH Ina Lutfia INDRIATI Aulia CAHYANI Mahmoud MIRZAEI	FORMULATION AND EFFECTIVENESS OF A HAND ANTISEPTIC GEL PRODUCED USING CLOVE LEAF OILS AND SOURSOP LEAF EXTRACT (Annona muricata)

21.12.2019 CUMARTESİ / 16:00-19:00	
SALON MF1, OTURUM 4.	**OTURUM BAŞKANI: Prof. Dr. Gökhan OTO**
Aysel Güven Hacı Ahmet DEVECİ	HEPATİT HASTALIKLARINDA OKSİDATİF STRES VE ANTİOKSİDANLARIN ROLÜ
Mehtap TUGRAK Halise Inci GUL	FLOR TAŞIYAN BAZI ŞALKON TÜREVLERİNİN TASARIMI VE SENTEZİ
Dr. Arş. Gör. Cem YAMALİ Prof. Dr. Halise İnci GÜL Prof. Dr. Claudiu T. Supuran	PİRAZOL BENZENSÜLFONAMİTLER: KANSER İLİŞKİLİ KARBONİK ANHİDRAZ IX (CA IX) İZOENZİMİ ÜZERİNE İNHİBİSYON ETKİLERİ
Prof. Dr. Gökhan OTO Öğr. Gör. Yılmaz KOÇAK Barış ÇELİK Öğr. Gör. Sevgi YÜKSEK	NANOFARMAKOLOJİDE VE NANOTOKSİKOLOJİDE SON GELİŞMELER
Öğr. Gör. Sevgi YÜKSEK Barış ÇELİK Öğr. Gör. Yılmaz KOÇAK Prof. Dr. Gökhan OTO Dr. Öğr. Üyesi Sema KAPTANOĞLU	TIBBİ BİR BİTKİ OLARAK SİYABO (Diplotaenia turcica)
Arş. Gör. Özge ÇAĞLAR Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Enes ARSLAN Prof. Dr. Hasan TÜRKEZ	L- MALİK ASİTİN SAĞLIKLI İNSAN FİBROBLAST HÜCRELERİ ÜZERİNDEKİ İN VİTRO TOKSİSİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Şengal BAĞCI TAYLAN Prof. Dr. Hülagü BARIŞKANER	SIÇANLARDA MORFİN, DEKSKETOPROFEN, PARASETAMOL VE DEKSMEDETOMİDİNİN ANALJEZİK ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
Dr. Öğr. Üyesi Tuğba GÜR Fatma GÖL Ayşenur AYGÜN Prof. Dr. Cengiz YENİKAYA Doç. Dr. Fatih ŞEN	BİYOJENİK Ag NANOPARTİKÜLLERİNİN ANTİBAKTERİYEL SERAMİK ÜRETİMİNE YÖNELİK UYGULAMALARI
Dr. Öğr. Üyesi Tuğba GÜR Ayşenur AYGÜN Fatma GÖL Prof. Dr. Cengiz YENİKAYA Doç. Dr. Fatih ŞEN	BORİK ASİTİN ANTİBAKTERİYEL SERAMİK ÜRETİMİNE YÖNELİK UYGULAMALARI

22.12.2019
PAZAR/ 09:30-12:00

SALON MF1, OTURUM 1.	OTURUM BAŞKANI: Doç. Dr. Abdulahad DOĞAN
Doç. Dr. Abdulahad DOĞAN Hanife Ceren HANALP	DİYABETİK RATLARDA HANZABEL (Achillea arabica Kotschy.) BİTKİ EKSTRAKTININ ANTİDİYABETİK ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI
Doç. Dr. Abdulahad DOĞAN Hanife Ceren HANALP	HANZABEL (Achillea arabica Kotschy.) ÇİÇEK LİYOFİLİZE EKSTRAKTININ İN VİVO ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİNİN DİYABETİK RATLARDA ARAŞTIRILMASI
Doç. Dr. Burak KAPTANER Handan AYKUT Emine DOĞAN	VAN GÖLÜ BALIĞI (ALBURNUS TARICHI GÜLDENSTÄDT, 1814)'NIN SAFRA KESESİ ÜZERİNE HİSTOLOJİK VE HİSTOKİMYASAL BİR ÇALIŞMA
Dr. Öğr. Üyesi Nilüfer ÇİRİĞ SELÇUK Büşra ARIK	FARKLI DOĞAL YAYILIŞ ALANLARINDAN TOPLANAN SİLENE ARARATİCA SCHISCHK. SUBSP. ARARATİCA' NIN EKOLOJİK VE ANATOMİK ÖZELLİKLERİ
Dr. Öğr. Üyesi Necati ÖZOK	VAN GÖLÜ BALIKLARINDA (Alburnus tarichi) SOLUNGAÇ DOKUSU ÜZERINE ESFENVALERATE'NIN OKSIDATIF ETKILERİ
Dr. Öğr. Üyesi Necati ÖZOK Abdurrahman KOÇ	FLUVALİNATENİN SUBLETHAL KONSNATRASYONLARININ LEPİSTESİN (Poecilia reticulata) SOLUNGAÇLARINDA ANTİOKSİDAN SİSİTEM ÜZERİNE ETKİSİ
Dr. Öğr. Üyesi Melek ERDEK	TÜRKİYE BÖĞÜLERİ (SOLIFUGAE, ARACHNIDA) VE GÜNCEL TAKSONOMİK PROBLEMLER
Erdal ÇILGIN	SALVIA CANDIDISSIMA BİTKİSİNDEN YAĞ ELDESİ YAKITA ÇEVRİLMESİ VE İÇTEN YANMALI MOTORLARDA KULLANILABİLİRLİĞİNİN DENEYSEL ARAŞTIRILMASI
Erdal ÇILGIN	YANMA ODASI YÜZEYLERİ YALITILMIŞ BİR DİZEL MOTORUNDA MİKROALG BİYODİZEL KULLANIMININ PERFORMANS VE EMİSYONA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

22.12.2019
PAZAR/ 12:00- 14.00

SALON MF1, OTURUM 2.	OTURUM BAŞKANI: Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem ÖTER
Halit DEMİR Nihat AKA Canan DEMİR	FARKLI BÖLGELERDE YETİŞEN PORTAKAL (CİTRUS SİNENSİS) MEYVESİNDE BAZI ANTİOKSİDAN ENZİM AKTİVİTELERİNİN KARŞILAŞTIRLMASI
Halit DEMİR Nihat AKA Canan DEMİR	FARKLI BÖLGELERDE YETİŞEN İNCİR (FİCUS CARİCA) MEYVESİNDE BAZI ANTİOKSİDAN ENZİM AKTİVİTELERİNİN KARŞILAŞTIRLMASI
Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem ÖTER Doç. Dr. Özlem SELÇUK ZORER	ATIK SULARDAN GÜRGEN TALAŞI ÜZERİNE Cr (VI) ADSORPSİYONU
Ayşenur ÖZTÜRK Doç. Dr. Ayşe BAYRAKÇEKEN YURTCAN	FONKSİYONLANDIRILAN KARBON NANOTÜPLERLE HAZIRLANAN MİKRO GÖZENEKLİ TABAKALARIN FİZİKSEL VE ELEKTROKİMYASAL KARAKTERİZASYONU VE PEM YAKIT PİLİNDE KULLANIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ
Res. Asst. Neşe ERAY Asst. Prof. Deniz İRTEM KARTAL Prof. Dr. İsmail ÇELİK Asst. Prof. Ahmet ALTAY	CYTOTOXIC EFFECTS OF Cichorium intybus L. EXTRACTS ON HepG2 CELL LINE
Res. Asst. Neşe ERAY Asst. Prof. Deniz İRTEM KARTAL Prof. Dr. İsmail ÇELİK	CHEMICAL CHARACTERIZATION OF Cichorium intybus L. EXTRACTS
Doç. Dr. Nevin TURAN Prof. Dr. Ercan BURSAL Prof. Dr. Naki ÇOLAK	SCHIFF BASE CONTAINING THIOPHENE/PIRIDINE AND ITS RU(II), PD(II) COMPLEXES: THE SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND ANTIOXIDANT STUDIES
Doç. Dr. Nevin TURAN Prof. Dr. Ercan BURSAL	THE SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF FE(II) AND ZN(II) COMPLEXES WITH A SCHIFF BASE DERIVED FROM SALICYLALDEHYDE
İbrahim TEBER Prof. Dr. Ercan BURSAL	DETERMINATION of ANTIOXIDANT ACTIVITIES of *Nepeta fissa* EXTRACTS by DIFFERENT *in vitro* BIOANALYTICAL METHODS
Prof. Dr. Ercan BURSAL	RECENT STUDIES for PHENOLIC COMPOUNDS of NATURAL PLANTS by HPLC and LC-MS/MS METHODS

22.12.2019 PAZAR/ 14:00- 16.00	
SALON MF1, OTURUM 3.	**OTURUM BAŞKANI: Doç. Dr. Emine GÜNERİ**
Ebru TANBOĞA KORKMAZ Doç. Dr. Fatih Ahmet ÇELİK	FARKLI BAKIR KONSANTRASYONLARI İÇİN CU-PD VE CU-PT ALAŞIMLARININ YAPISAL VE TERMODİNAMİK ÖZELLİKLERİNİN MOLEKÜLER DİNAMİK YÖNTEMLE İNCELENMESİ
Ebru TANBOĞA KORKMAZ Doç. Dr. Fatih Ahmet ÇELİK	CU-PD VE CU-PT ALAŞIMLARININ ERİME SICAKLILARININ NANO BOYUTTA BAĞLI ÇİFTLER İLE BELİRLENMESİ: BİR MOLEKÜLER DİNAMİK ÇALIŞMA
Doç. Dr. Emine GÜNERİ Prof. Dr. Fatma GÖDE	KİMYASAL BANYO DEPOLAMA YÖNTEMİYLE ZnS İNCE FİLMLERİN ELDE EDİLMESİ
Ali UĞUR Doc. Dr. Arife GENCER IMER	THE PHOTOELECTRICAL PPROPERTY OF PHOTODIODE BASED ON ORGANIC INTERLAYER
Sabiha ABDULLAH OMARBLI Doc. Dr. Arife GENCER IMER	THE EEFECT OF ORGANIC INTERLAYER ON THE ELECTRICAL PPROPERTIES OF HETEROJUNCTION DEVICE
Dr. Fikriye Şeyma KAYA Prof. Dr. Songül DUMAN Prof. Dr. Özlem BARIŞ	Au/n-GaP/Al ve Au/Klorofil-a/n-GaP/Al YAPILARININ KARAKTERİSTİK PARAMETRELERİNİN AKIM-GERİLİM VE KAPASİTE-GERİLİM ÖLÇÜMLERİNDEN HESAPLANMASI
Araş. Gör. Dr. Dilara ÖZTÜRK	ELEKTROKİMYASAL OKSİDASYON YÖNTEMİ İLE SULU ORTAMLARDAN REACTIVE ORANGE 16 GİDERİMİ ÜZERİNE DESTEK ELEKTROLİT KONSANTRASYONUNUN ETKİSİNİN İNCELENMESİ
Esra KAYA Doc. Dr. Arife GENCER IMER	METAL KATKILAMA YARDIMIYLA İNCE FİLM OPTİK ENERJİ ARALIĞININ MODİFİKASYONU
Esra KAYA Doc. Dr. Arife GENCER IMER	ORGANİK ARAYÜZEYİN Au/n-Si AYGITIN ENGEL YÜKSEKLİĞİNE ETKİSİ
Dr. Öğr. Üyesi Kenan BULDURUN	SCHIFF BAZI-RUTENYUM(II) KOMPLEKSLERİ: SENTEZ, KARAKTERİZASYON VE KETONLARIN HİDROJEN TRANSFER TEPKİMESİNDE KATALİTİK AKTİVİTESİ
Prof. Dr. Ercan BURSAL Dr. Öğr. Üyesi Abdulmelik ARAS Dr. Öğr. Üyesi Kenan BULDURUN	EVALUATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY *of Anthemis kotschyana*

22.12.2019 PAZAR/ 16:00- 18.00	
SALON MF1, OTURUM 4.	**OTURUM BAŞKANI:** Dr. Öğr. Üyesi Tuba BAYRAM
Gökselhan KULA Prof. Dr. Murat CİNİVİZ İbrahim TOY	AĞIR HİZMET TİPİ ARAÇ KOMPRESÖRLERİNİN ŞARTLANDIRILMIŞ HAVA İLE BESLENMESİ SONUCU ÇALIŞMA KOŞULLARININ İNCELENMESİ
Dilan DOĞAN Doç. Dr. Süleyman NEŞELİ Gökselhan KULA	HONLAMA ÇİZGİ DERİNLİĞİNİ ETKİLEYEN PARAMETRELERİN ANALİZİ
Betül ZENGİN İhsan KAYA	ENERJİ ALTERNATİFLERİNİN DAĞITIK VE MERKEZİ ÜRETİM KAPSAMINDA ANALİZİ İÇİN BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TABANLI BİR MODEL ÖNERİSİ
Arş. Gör. Aybike ÜSTÜNDAĞ Prof. Dr. Mustafa TÜRK	FIR VE IIR FİLTRENİN FPGA ÜZERİNDE TASARIMI
Dr. Öğr. Üyesi Tuba BAYRAM Prof. Dr. Alper NUHOĞLU	MONTMORİLLİONİT KİLİ KULLANILARAK ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ PİLOT SÜT FABRİKASI ATIKSULARININ ÖN ARITIMI
Dr. Öğr. Üyesi Tuba BAYRAM Dr. Öğr. Üyesi Ayşe ÖZGÜVEN	VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ KAMPÜS ALANINDA SIFIR ATIK PROJESİNİN UYGULANABİLİRLİLİĞİ İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR
Dr. Öğr. Üyesi Neşe BUDAK ZİYADANOĞULLARI Zozan BASKIN Necip DONGAZ	FARKLI KURUTMA YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ VE KURUTMA PARAMETRELERİNİN ÜRÜNLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
Ümit SEVİM Prof. Dr. Osman EROĞUL	AKTİF TIBBİ CİHAZLARDA FONKSİYONEL GÜVENLİK GEREKLİLİKLERİNİN İNCELENMESİ
Bayram Arda KUŞ Dr. Tolgay KARA	OPTIMIZATION OF AERATION TANK DESIGN FOR EFFICIENT OPERATION OF WASTEWATER TREATMENT PLANTS
Bayram Arda KUŞ Dr. Tolgay KARA	MODELLING AND SIMULATION OF AN ALTERNATIVE AERATION PROCESS STRUCTURE IN WASTEWATER TREATMENT PLANTS

22.12.2019 PAZAR/ 10.00-12.00	
SALON MF2, OTURUM 1.	**OTURUM BAŞKANI:** Doç. Dr. Aslı ÇİLİNGİR YELTEKİN
Doç. Dr. Ahmet Regaib OĞUZ Ayşe Nur KIRAÇÇAKALI Doç. Dr. Elif KAVAL OĞUZ Zehra ALKAN	VAN BALIĞI (*Alburnustarichi*) TATLI SU ADAPTASYONUNDA SOLUNGAÇLARDA ISI ŞOK PROTEİNLERİNİN BELİRLENMESİ
Doç. Dr. Ahmet Regaib OĞUZ Ayşe Nur KIRAÇÇAKALI	DELTAMETRİNİN VAN BALIĞI HEPATOSİTLERDEASPART T TRANSAMİNAZ VE ALANİN TRANSAMİNAZ ENZİMLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Erdal ÖĞÜN Sedat KAVAK	VAN GÖLÜ'NDEN SAĞLANAN SEDİMENT ÖRNEKLERİNDEN İZOLE EDİLEN BAKTERİLERİN BAZI ORGANİK ÇÖZÜCÜLERE KARŞI TÖLERANSININ BELİRLENMESİ
Arş. Gör. Damla RÜZGAR Doç. Dr. Arzu GÖRMEZ	ANTİBİYOTİKTEN İZOLE EDİLEN MİKROORGANİZMALARIN KLİNİK PATOJENLER ÜZERİNE ETKİSİ
Doç. Dr. Aslı ÇİLİNGİR YELTEKİN	*Salmo trutta macrostigma ile Oncorhynchus mykiss* BALIKLARININ KARACİĞER VE BEYİN DOKULARINDA ACHE VE BCHE DÜZEYLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
Arş. Gör. Burak SARI Dr. Öğr. Üyesi M. Bünyamin ÜZÜMCÜ	TEKSTİL SEKTÖRÜNDE KULLANILAN BİTKİSEL KAYNAKLI DOĞAL LİFLERDEKİ GÜNCEL GELİŞMELER
Arş. Gör. Burak SARI Dr. Öğr. Üyesi M. Bünyamin ÜZÜMCÜ	TEKSTİL VE MODA SEKTÖRLERİNDE KULLANILAN LÜKS LİFLER

20.12.2019 CUMA / 10:00-12:00	
SALON SB2, OTURUM .	**Ahmed FEDDAG**
Ahmed FEDDAG	THE USE OF ZEOLITE FOR PHENOL AND METHANOL REMOVAL FROM WATER
Ahmed FEDDAG	CONVERSION OF METHANOL TO LIGHT OLEFINS (MTO)
Belarbi Lakhdar Sahnoune Tayeb	THE RELATIONSHIP BETWEEN TOPOGRAPHY, URBAN MORPHOLOGY AND THE LEVEL OF FLOOD'S RISK IN THE CASE OF GHARDAIA ALGERIA
Dr. Öğr. Üyesi Fuat TAN	ORTAM ŞARTLARININ ÜÇ BOYUTLU YAZICILARDA ÜRETİLEN PARÇALARIN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ
Şükufe HACİYEVA	MİKROGÜBRELER VE ONLARIN TARIMDA UYGULANMASI ÜZERİNE
Хамраева Шахло Мирджановна	ОСОБЕННОСТИ МОРФОАНАЛИЗА ЯЗЫКОВЫХ КОРПУСОВ

	POSTER SUNUMLAR
Araş. Gör. Dr. Dilara ÖZTÜRK	SODYUM DODESİL SÜLFAT İLE MODİFİYE EDİLMİŞ MONTMORİLLONİT ÜZERİNE SULU ORTAMLARDAN METHYLENE BLUE ADSORPSİYONU: NUMERİK OPTİMİZASYON YAKLAŞIMI
Arş. Gör. Elif ERÇARIKCI Prof. Dr. Murat ALANYALIOĞLU	MÜSTAKİL VE ESNEK GRAFEN OKSİT/ZnO NANOKOMPOZİT KAĞITLARIN HAZIRLANMASI
Prof. Dr. Suna CEBESOY Reyhan DOĞAN ÇİMEN	KANSER HÜCRELERİNDE SPİRULİNA TAKVİYESİ İLE P53 TÜMÖR BASKILAYICI GENİN AKTİVE EDİLMESİ
Doç. Dr. Aslı ÇİLİNGİR YELTEKİN Doç. Dr. Ahmet R. OĞUZ	SODYUM DODESİL SÜLFATA MARUZ KALAN BALIK KARACİĞER 8-OHdG DÜZEYİNİN DEĞİŞİMİ
Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem ÖTER	RADYOKORUNUM
Dr. Öğr. Üyesi C. Özge TOZKAR	SAĞLIK ODAKLI ALTERNATİF BİR ÜRÜN OLARAK ARI EKMEĞİ
Dr. Öğr. Üyesi C. Özge TOZKAR	ARI PROPOLİSİNİN KİMYASAL YAPISI VE TEDAVİ ÖZELLİKLERİ
Orhan AKYÜZ Özgür TOKDEMİR Doç. Dr. Ceren GÖDE Halil GÖKER	OTOMOTİV KABLO UYGULAMALARI İÇİN 35 mm² 1107/0.20 (7X57 + 12X59) mm BC Cu ETP HALAT BÜKÜLÜ ÜRETİMİ
Orhan AKYÜZ Doç. Dr. Ceren GÖDE Halil GÖKER	SÜREKLİ DÖKÜM VE SICAK HADDELEME İLE ÜRETİLEN BAKIR FİLMAŞİNDE YÜZEY OKSİT OLUŞUMUNUN İNCELENMESİ

CONGRESS GALLERY

Kongre esnasında çekilmiş olan tüm fotoğraflara İKSAD KONGRE TOPLULUĞU
Facebook Grubuna üye olarak erişim sağlayabilirsiniz.
https://www.facebook.com/groups/518107318534159/

CONTENT

CONGRESS ID	I
PROGRAM	II
PHOTO GALLERY	III
CONTENT	IV

Author & Title	No
Ebru TANBOĞA KORKMAZ **Fatih Ahmet ÇELİK** CU-PD VE CU-PT ALAŞIMLARININ ERİME SICAKLILARININ NANO BOYUTTA BAĞLI ÇİFTLER İLE BELİRLENMESİ: BİR MOLEKÜLER DİNAMİK ÇALIŞMA	1-12
Ebru TANBOĞA KORKMAZ **Fatih Ahmet ÇELİK** FARKLI BAKIR KONSANTRASYONLARI İÇİN CU-PD VE CU-PT ALAŞIMLARININ YAPISAL VE TERMODİNAMİK ÖZELLİKLERİNİN MOLEKÜLER DİNAMİK YÖNTEMLE İNCELENMESİ	13-26
Emir ÇEPNİ **Hülya ÖZTÜRK DOĞAN** H2O2 TESPİTİ İÇİN METAL-GRAFEN NANOKOMPOZİT ELEKTROTLAR	27-30
Arman UÇAR **Mahmut FIRAT** HAVZA HİDROLOJİSİNDE KULLANILAN AKARSU HAVZALARINA AİT BOYUTSUZ HAVZA PARAMETRELERİ	31-39
Dilara ÖZTÜRK ELEKTROKİMYASAL OKSİDASYON YÖNTEMİ İLE SULU ORTAMLARDAN REACTIVE ORANGE 16 GİDERİMİ ÜZERİNE DESTEK ELEKTROLİT KONSANTRASYONUNUN ETKİSİNİN İNCELENMESİ	40-48
Atilla BAYRAM **Fırat KARA** THE WORKSPACE OPTIMIZATION OF A 2-DOF RRRRP PLANAR MECHANISM USING GENETIC ALGORITHM	49-61
Aybike ÜSTÜNDAĞ **Mustafa TÜRK** FIR VE IIR FİLTRENİN FPGA ÜZERİNDE TASARIMI	62-76
Sadi ELASAN **Sıddık KESKİN** BEBEK DOĞUM AĞIRLIĞI ÜZERİNDE ETKİLİ OLABİLECEK DEĞİŞKENLERİN BAZI VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİYLE TESPİTİ	77-83
Aynur KAZAZ **Rıdvan ŞİMŞEK** İNŞAAT SEKTÖRÜNDE KARBONDİOKSİT SALINIMI FARKINDALIĞI VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME	84-95

Adil UMAZ **Kader UMAZ** DETERMİNATİON OF FATTY ACİD COMPOSİTİON OF ARBUTUS UNEDO L. FRUİT ARBUTUS UNEDO L. MEYVESİNİN YAĞ ASİT KOMPOZİSYONLARININ BELİRLENMESİ	96-102
Adil UMAZ **Kader UMAZ** DETERMİNATİON OF VOLATİLE COMPONENTS OF ARTEMİSİA ABSİNTHİUM L. PLANT ARTEMİSİA ABSİNTHİUM L. BİTKİSİNİN UÇUCU BİLEŞENLERİNİN BELİRLENMESİ	103-109
Tuba BAYRAM **Alper NUHOĞLU** MONTMORİLLİONİT KİLİ KULLANILARAK ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ PİLOT SÜT FABRİKASI ATIKSULARININ ÖN ARITIMI	110-120
Tuba BAYRAM **Ayşe ÖZGÜVEN** VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ KAMPÜS ALANINDA SIFIR ATIK PROJESİNİN UYGULANABİLİRLİLİĞİ İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR	121-128
Kenan BULDURUN SCHIFF BAZI-RUTENYUM(II) KOMPLEKSLERİ: SENTEZ, KARAKTERİZASYON VE KETONLARIN HİDROJEN TRANSFER TEPKİMESİNDE KATALİTİK AKTİVİTESİ	129-137
Ercan BURSAL **Abdulmelik ARAS** **Kenan BULDURUN** Anthemis kotschyana Boiss. var. discoidea BİTKİSİNİN ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ	138-142
İrfan UÇKAN BUHARLAŞTIRMALI SOĞUTMA SİSTEMİ KULLANILARAK FOTOVOLTAİK GÜNEŞ PANELLERİNİN PERFORMANSININ İYİLEŞTİRİLMESİ	143-154
Mustafa ÇİRKA **Vahdettin ÇİFTÇİ** DOĞU ANADOLU'NUN GÜNEYİNDEN TOPLANAN FASULYE (Phaseolus vulgaris L.) GEN KAYNAKLARININ VERİM ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ	155-159
Çiğdem ÖTER **Özlem SELÇUK ZORER** ATIK SULARDAN GÜRGEN TALAŞI ÜZERİNE Cr (VI) ADSORPSİYONU	160-169
Aslı ÇİLİNGİR YELTEKİN Salmo trutta macrostigma ile Oncorhynchus mykiss BALIKLARININ KARACİĞER VE BEYİN DOKULARINDA ACHE VE BCHE DÜZEYLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	170-175
Aynur KAZAZ **Serdar ULUBEYLİ** **Gökçen ARSLAN** **Ali Evren İMRE** YÜKLENİCİ İNŞAAT FİRMALARININ RİSK YÖNETİMİ ALGISI VE RİSK TUTUMU ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME	176-190

Aynur KAZAZ
Serdar ULUBEYLİ
Ali Evren İMRE
Gökçen ARSLAN
YÜKLENİCİ İNŞAAT FİRMALARINDA RİSK ESASLI PROAKTİF YÖNETİM
191-203

Ali Rıza KUL
Hasan ELİK
Adnan ALDEMİR
Hasan ERGE
Cemile KUL ESER
TRABZON FINDIĞINDAN (CORYLUS AVELLANA) ALINAN KABUKLAR ÜZERİNDE METİLEN MAVİSİ ADSORPSİYONU ÇALIŞMASININ KİNETİK HESAPLAMALARI
204-212

Ali Rıza KUL
Hasan ELİK
Adnan ALDEMİR
İhsan ALACABEY
TRABZON FINDIĞINDAN (CORYLUS AVELLANA) SAĞLANAN KABUKLARDA METİLEN MAVİSİ ADSORLAMA ÇALIŞMALARININ TERMODİNAMİK VE İZOTERM HESAPLAMALARI
213-225

Zehra ŞAPCI AYAS
Ahmet FİDAN
YOZGAT İLİ'NDE BULUNAN KENTSEL-ENDÜSTRİYEL ATIKSU ARITMA TESİSLERİ VE YAPAY SULAK ALANLARIN DURUMLARININ İNCELENMESİ, YAŞANAN PROBLEMLERİN TESPİTİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ
226-235

Ümit GÜNEŞ
Nihat MERT
Keziban EVLİYAOĞLU
Handan MERT
Mehmet Murat AKIN
VAN EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ'NE BAŞVURAN 18-35 YAŞ ARALIĞINDAKİ BÖLGE KADINLARININ SON 5 YILLIK D VİTAMİNİ DÜZEYİNİN SAPTANMASI
236-242

Neşe BUDAK ZİYADANOĞULLARI
Zozan BASKIN
Necip DONGAZ
INVESTIGATION OF DIFFERENT DRYING METHODS AND COMPARISON OF THE EFFECT OF DRYING PARAMETERS ON PRODUCTS
243-257

Gülistan KAYA GÖK
Seda EREN
SOME RELATIONS OF RESOLVENT ENERGY
258-262

Gülistan KAYA GÖK
Şerife BÜYÜKKÖSE
SOME INEQUALITIES FOR ATOM-BOND CONNECTIVITY INDEX
263-267

Lütfiye KARASAKA **Murad Shaheen Sabah KATAW** INTEGRATION OF POINT CLOUDS OBTAINED FROM UNMANNED AERIAL VEHICLE AND TERRESTRIAL LASER SCANNING	268-278
Ali YEŞİLDAĞ KARARLI İNCE FİLM YAPILARININ KATI ELEKTROT YÜZEYLERİNE MODİFİKASYONU VE KARAKTERİZASYONU	279-284
Ali YEŞİLDAĞ H-SONLU N-TİPİ Si(111), N-TİPİ Si(100) VE GC ELEKTROTLARININ NİTROFENİLDİAZONYUM TUZLARI İLE KARŞILAŞTIRMALI MODİFİKASYONU VE KARAKTERİZASYONU	285-291
İbrahim TEBER **Ercan BURSAL** Nepeta fissa BİTKİ EKSTRELERİNİN ANTİOKSİDAN AKTİVİTELERİNİN FARKLI in vitro BİYOANALİTİK METOTLAR ile BELİRLENMESİ	292-297
Ercan BURSAL BİTKİ FENOLİK BİLEŞİKLERİNİN HPLC ve LC-MS/MS METOTLARI ile BELİRLENMESİNE YÖNELİK SON ÇALIŞMALAR	298-304
Mehmet Emre EREZ **Peyami BATTAL** BİTKİ EKSTRAKTLARININ, KÜLTÜR VE YABANCI OT BİTKİLERİNİNİN GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ	305-315
İbrahim TEĞİN **Mehmet FİDAN** ÇÖL TUZLASI'NDAN (SİİRT-TÜRKİYE) TOPLANAN POLYCARPON TETRAPHYLLUM TÜRÜNÜN DPPH, TOPLAM FENOLİK MADDE MİKTARI VE ELEMENT ANALİZİ	316-322
İbrahim TEĞİN **Mehmet FİDAN** SALVİA PACHYSTACHYS'İN ICP-MS İLE MİNERAL MADDE ANALİZİ	323-326
Nevin TURAN **Ercan BURSAL** **Naki ÇOLAK** SCHIFF BASE CONTAINING THIOPHENE/PIRIDINE AND ITS RU(II), PD(II) COMPLEXES: THE SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND ANTIOXIDANT STUDIES	327-331
Nevin TURAN **Ercan BURSAL** THE SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF FE(II) AND ZN(II) COMPLEXES WITH A SCHIFF BASE DERIVED FROM SALICYLALDEHYDE	332-335
İlhami GÖK KARS POPÜLASYONUNDA VÜCUT KİTLE İNDEKSİNİN İSTATİKSEL DAĞILIMLARININ BELİRLENMESİ	336-344

İlhami GÖK
DOĞU ANADOLU BÖLGESİNDE OBSTRÜKTİF UYKU APNE SENDROMLU HASTALARDA VÜCUT KİTLE İNDEKSLERİNİN (VKİ) İSTATİKSEL DAĞILIMLARI 345-352

Erdal ÇILGIN
Hasan BAYINDIR
Halis DEVİREN
SALVİA CANDİDİSSİMA BİTKİSİNDEN YAĞ ELDESİ YAKITA ÇEVRİLMESİ ve İÇTEN YANMALI MOTORLARDA KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI 353-362

Zehra ŞAPCI AYAS
Mehmet TÜRKMENOĞLU
Araz BAHJAT ABDULLAH
THE COST OF BUILDING AN ECOLODGE IN DUHOK GOVERNORATE, NORTHERN IRAQ 363-370

Veysel AKYOL
Necat KOYUN
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ 1. SINIF ÖĞRENCİLERİNDE ANTROPOMETRİK GÖVDE ÇEVRE ÖLÇÜMLERİ İLE BEDEN KİTLE İNDEKSİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 371-379

Sema KAPTANOĞLU
Barış ÇELİK
Yılmaz KOÇAK
Gökhan OTO
Sevgi YÜKSEK
TIBBİ BİR BİTKİ OLARAK SİYABO (Diplotaenia turcica) 380-386

Gökhan OTO
Yılmaz KOÇAK
Barış ÇELİK
Sevgi YÜKSEK
NANOFARMAKOLOJİDE VE NANOTOKSİKOLOJİDE SON GELİŞMELER 387-399

VOLUME-2

Zehra Funda TÜRKMENOĞLU
Ogün Ozan VAROL
Ali ÖZVAN
Esma KAHRAMAN
Ahmet Mahmut KILIÇ
YÜKSEK SICAKLIĞIN DOĞAL YAPI TAŞLARININ BASINÇ DAYANIMLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ 400-408

Esma KAHRAMAN
Zehra Funda TÜRKMENOĞLU
Ahmet Mahmut KILIÇ
KİREÇTAŞI OCAKLARINDA PATLATMADAN SONRA PARÇA BOYUT DAĞILIMININ WİPFRAG YAZILIMI İLE İNCELENMESİ: ÖRNEK ÇALIŞMA 409-416

Zehra ŞAPCI AYAS
Dilara ÖZTÜRK
Hülya DURMAZ BEKMEZCİ
EFFECT OF ADSORBENT PRETREATMENT ON COD REMOVAL IN THE ADSORPTION OF TEXTILE INDUSTRY WASTEWATER WITH POTATO HUSK — 417-422

Nılgun KALAYCIOGLU OZPOZAN
Noor IBRAHIM ALHAYALI
Serkan DAYAN
Burcu SOMTÜRK YILMAZ
Nalan ÖZDEMİR
BAKIR(II) İYONU, DEMİR SPİNELİ VE KATALAZ ENZİMİ KULLANILARAK NANOÇİÇEK ÜRETİMİ — 423-427

Ayşenur ÖZTÜRK
Ayşe BAYRAKÇEKEN YURTCAN
PHYSICAL AND ELECTROCHEMICAL CHARACTERIZATION OF MICRO POROUS LAYERS PREPARED WITH FUNCTIONALIZED CARBON NANOTUBES AND EVALUATION OF THE USE IN PEM FUEL CELL — 428-435

Burak SARI
M. Bünyamin ÜZÜMCÜ
TEKSTİL SEKTÖRÜNDE KULLANILAN BİTKİSEL KAYNAKLI DOĞAL LİFLERDEKİ GÜNCEL GELİŞMELER — 436-443

Sabiha ABDULLAH OMARBLI
Arife GENCER IMER
THE EFFECT OF ORGANIC INTERLAYER ON THE ELECTRICAL PPROPERTIES OF HETEROJUNCTION DEVICE — 444-450

Esra KAYA
Arife GENCER IMER
METAL KATKILAMA YARDIMIYLA İNCE FİLM OPTİK ENERJİ ARALIĞININ MODİFİKASYONU — 451-458

Esra KAYA
Arife GENCER IMER
ORGANİK ARAYÜZEYİN Au/n-Si AYGITIN ENGEL YÜKSEKLİĞİNE ETKİSİ — 459-465

Arife GENCER IMER
Ali UĞUR
THE PHOTOELECTRICAL PROPERTY OF PHOTODIODE BASED ON ORGANIC INTERLAYER — 466-470

Yaşar SUBAŞI DİREK
Dr. Arash M. FALLAH
Saeid KHOSHNİYYAT
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAPSAMINDA DOĞAL TAŞ ÜRETİMİNDE ORTAYA ÇIKAN ATIKLARIN VAN ÖRNEĞİ ÜZERİNDE İNCELENMESİ — 471-479

Bayram Arda KUŞ
Tolgay KARA
OPTIMIZATION OF AERATION TANK DESIGN FOR EFFICIENT OPERATION OF WASTEWATER TREATMENT PLANTS — 480-489

Numan ÇELEBİ **Tuğrul TAŞÇI** **Tuğba KÖPRÜLÜ** **Bruno Cristos MADEİRA** MINING SIGNIFICANT FACTORS AFFECTING THE RESPIRATORY TRACT DISEASES USING ROUGH SET	490-499
Bruno Cristos MADEİRA **Tuğrul TAŞCI** PERFORMANCE ANALYSIS OF TIME SERIES ESTIMATION METHODS IN EXTRAORDINARY PERIODS	500-506
Tuğba GÜR **Ayşenur AYGÜN** **Fatma GÖL** **Cengiz YENİKAYA** **Fatih ŞEN** BORİK ASİTİN ANTİBAKTERİYEL SERAMİK ÜRETİMİNE YÖNELİK UYGULAMALARI	507-511
Tuğba GÜR **Fatma GÖL** **Ayşenur AYGÜN** **Cengiz YENİKAYA** **Fatih ŞEN** BİYOJENİK Ag NANOPARTİKÜLLERİNİN ANTİBAKTERİYEL SERAMİK ÜRETİMİNE YÖNELİK UYGULAMALARI	512-519
Mehmet Sait CENGİZ HOBİ AMAÇLI FUTBOL SAHALARINDA AYDINLATMA	520-525
Mehmet Sait CENGİZ PROFESYONEL FUTBOL SAHALARINDA AYDINLATMA KRİTERLERİ	526-531
Mehmet Sait CENGİZ AKARYAKIT İSTASYONU AYDINLATMA SİSTEMLERİ	532-540
Mehmet Sait CENGİZ KAVŞAK AYDINLATMASINDA YATAY VE DİKEY AYDINLATMA	541-549
Mine Elif KARSLIGİL **Mukaddes ALTUNTAŞ UÇAR** ÜRETİCİ ÇEKİŞMELİ AĞLARIN MİMARİ TASARIMDA KULLANILMASI	550-568
Dilan DOĞAN **Süleyman NEŞELİ** **Gökselhan KULA** HONLAMA ÇİZGİ DERİNLİĞİNİ ETKİLEYEN PARAMETRELERİN ANALİZİ	569-579
Gökselhan KULA **Murat CİNİVİZ** **İbrahim TOY** AĞIR HİZMET TİPİ ARAÇ KOMPRESÖRLERİNİN ŞARTLANDIRILMIŞ HAVA İLE BESLENMESİ SONUCU ÇALIŞMA KOŞULLARININ İNCELENMESİ	580-593
Mehmet TÜRKMENOĞLU FLOTASYONDA HAVA AKIŞ HIZININ % BAKIR KAZANIMINA ETKİSİ	594-601

Mehmet TÜRKMENOĞLU **Bayram Ali MERT** VAN GÖLÜNÜ ÇEVRELEYEN JEOTERMAL SU KAYNAKLARININ KİMYASI	602-613
Emine KARADEMİR **Çetin KARADEMİR** **Remzi EKİNCİ** BİTKİ İZLEME TEKNİKLERİ İLE PAMUKTA BİTKİ GELİŞİMİNİN İNCELENMESİ	614-629
Naki ERDEMİR **Jiyan ZENGİN** **Mustafa BAŞAK** **Nuray AKENGİN** MESLEĞE YENİ BAŞLAYAN ÖĞRETMENLERİN KARŞILAŞTIKLARI SORUNLARIN TESPİTİ	630-639
Naki ERDEMİR **Hacer TURGUT** **Rojbin SARUHAN** İŞBİRLİKLİ ÖĞRENME YÖNTEMİNİN ORTAOKUL 5. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ELEŞTİREL DÜŞÜNME BECERİLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ (AYRILIP BİRLEŞME TEKNİĞİ IV)	640-645
Aişe YAMAÇ **Zehra ŞAPCI AYAS** DÜNYA'DA, AVRUPA'DA, VE TÜRKİYE'DE BİYOGAZ ÜRETİMİ	646-663
Süleyman Mesut PINAR **Mehmet FİDAN** **Hüseyin EROĞLU** **Tuba Nur DEMİR İNAL** SİİRT İLİ PETALOİD MONOKOTİLEDON FLORASI	664-670
Mehmet FİDAN **Süleyman Mesut PINAR** **Hüseyin EROĞLU** **Merve YILMAZ** SİİRT İLİ NADİR VE ENDEMİK BİTKİLERİ	671-676
Mehmet Emre EREZ **İbrahim TEĞİN** **Melike DÖRTKARDEŞ** DÖRT FARKLI BİTKİ TÜRÜNÜN METAL İÇERİĞİ TAYİNİNE KEMOMETRİK BİR YAKLAŞIM	677-686
Arman UÇAR **Mahmut FIRAT** COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE DRENAJ AĞI PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ	687- 693
Erdal ÇILGIN Selman AYDIN YANMA ODASI YÜZEYLERİ YALITILMIŞ BİR DİZEL MOTORUNDA MİKROALG BİYODİZEL KULLANIMININ PERFORMANS VE EMİSYONA ETKİSİNİN İNCELENMESİ	694-700

Naki ERDEMİR **Jiyan Zengin** **Mustafa BAŞAK** GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE ÖĞRETMEN SEÇİMİ VE KABUL ŞARTLARININ TESPİTİ	701-705
Mine PAKYÜREK KRİYOPREZERVASYON TEKNİĞİ	706-717
Mine PAKYÜREK MUTASYON ISLAHI: MEYVECİLİK ALANINDAKİ UYGULAMALAR	718-725
Nihayet KOÇYİĞİT YENİ DÖNEM BONCUKLU KÖPÜKLER VE ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ	726-732
Nihayet KOÇYIĞIT SÜSPANSİYON POLİMERİZASTYONU İLE POLİSTİRENDEN BLOK HALİNDE GENİŞLEYEBİLEN POLİSTİREN ÜRETME AŞAMALARI	733-738
Aynur KAZAZ **Serdar ULUBEYLİ** **Ersan ERKOVAN** YÜKLENİCİ İNŞAAT FİRMALARI İÇİN BİR COSO İÇ KONTROL MODELİ UYGULAMA ARACI	739-749

CU-PD VE CU-PT ALAŞIMLARININ ERİME SICAKLILARININ NANO BOYUTTA BAĞLI ÇİFTLER İLE BELİRLENMESİ: BİR MOLEKÜLER DİNAMİK ÇALIŞMA

DETERMINATION OF MELTING POINT OF CU-PD AND CU-PT ALLOYS BY BONDED PAIRS AT NANO-SCALE: A BY MOLECULAR DYNAMICS STUDY

Ebru TANBOĞA KORKMAZ
Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü
Doç. Dr. Fatih Ahmet ÇELİK
Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmada, bakırın farklı konsantrasyon oranları için Cu-Pd ve Cu-Pt düzenli alaşım sistemlerinin ısıtma sürecinde erime sıcaklıkları nano-boyuttaki bağlı çiftlerin yapısal özellikleri belirlenerek moleküler dinamik (MD) benzetim yöntemi ile belirlendi. Sistemlerin farklı sıcaklılardaki yapısal özellikleri ve faz dönüşümleri incelendi. Sistemlerin farklı sıcaklıklardaki erime sıcaklıkları Honeycutt-Andersen yöntemi ile belirlenen bağlı çiftler ile elde edildi. Atomlar arasındaki fiziksel etkileşmeleri belirlemek için çok cisim etkileşmeleri temeline dayanan Gömülmüş Atom Metodu'nun Sutton-Chen (SC) potansiyel fonksiyonu kullanıldı.

Anahtar kelimeler: Moleküler Dinamik, Yapısal özellikler, Gömülmüş Atom Metodu, HA metot.

ABSTRACT

In this study, the structural and thermodynamic properties of Cu-Pd and Cu-Pt ordered alloy systems for different composition of copper was determined by using determine structural properties of bonded pairs at nan-scale with molecular dynamic simulation method during the heating process. The structural properties and phase transformation of systems at different temperatures were investigated. The melting temperatures of model systems at different temperatures were obtained with bonded pairs obtained Honeycutt-Andersen (HA) method. Physical interactions among atoms were modelled using Sutton-Chen (SC) type of the Embedded Atom Method (EAM) based on many-body interactions.

Keywords: Molecular Dynamics, Structural properties, Embedded atom method, HA method.

1. GİRİŞ

Dünyada oldukça sık rastlanması ve özelliklerine rağmen, platin ve paladyum içeren alaşımlarda yapılan deneysel çalışmaların yetersiz olduğu görülmektedir [1-3]. Bunun en önemli sebeplerinden biri, bu metallerin oldukça pahalı bir malzemeler olmasıdır [4]. Bunun yanı sıra, nano-teknolojideki gelişmeler paralel olarak malzemelerin birçok fiziksel özelliklerini malzemenin içinde mevcut nano yapıdaki atomik grupların (topakların) belirlediği anlaşılmaktadır [5]. Fakat bu tür topaklar oldukça kısa bir zaman süreci içerisinde yapısal olarak bir araya gelebilmekte ya da başka tür yapıdaki topaklanmalara dönüşebilmektedir. Bu farklı tür topaklanmalar daha çok malzemenin kristalleşme gibi ısıl süreçlerinde ve faz geçişleri esnasında meydana gelmektedir [6-8]. Nano boyutta olmaları nedeni ile malzeme içinde farklı türde topaklanmaların yapısal değişimlerini ve özelliklerini bazı fiziksel süreçler içerisinde deneysel olarak incelemek oldukça zordur [9]. Bu durumda, moleküler dinamik simulasyonları (MDS) bu tür atomik topakların malzemenin fiziksel özelliklerini anlamamızda yardımcı olmak için tasarlanmış oldukça etkili bir metottur [10]. Aynı zamanda bilmekteyiz ki, kristalleşme olayı amorf yapıdan itibaren olabilir ve bu tür şekilde kristalleşmeye uğrayan malzemeler temel kristal özelliklerinden oldukça farklı özellikler sergilemektedir. Amorf katılar termodinamik olarak kararsızdırlar ve uygun koşullarda daha kararlı durumlara geçiş yapmak isterler [11,12].

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Moleküler Dinamik (Md) Simülasyonları (Benzetim)

Moleküler dinamik (MD) benzetim yöntemi, deneysel olarak incelenmesi zor olan bazı deneysel ölçümlerin sayısal hesaplama yöntemleri ile elde edilmesini ve modellenen sistemin mikroskobik veya makroskobik yapısı hakkında bilgiler sağlar [13]. Bu yöntem; hesaplama hücresi içine yerleştirilen atomların birbirleri üzerindeki kuvvetleri hesaplayarak faz uzayında dengelenmesi ve daha sonra sistemin algoritma olarak hareket denklemleri çözmek üzerine kurulmuştur [13]. Bununla birlikte, Parrinello ve Rahman (PR) tarafından sistemin hacim ve şekilce değişimi dikkate alınarak geliştirilmiştir. PR MD yönteminde, hesaplama hücresinin kenar vektörleri zamana bağımlı olan A(t), B(t) ve C(t) şeklindeki üç vektörle temsil edilir. ***h***(t)=(*ABC*) şeklinde bir hücre matrisi tanımlanarak, hacimce ve şekilce değişebilir hücrenin Lagrange fonksiyonu,

$$L_{PR} = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N} m_i(s_i^t G \dot{s_i}) - \emptyset(r) + \frac{1}{2}\dot{W}Tr\left(\dot{h^t}\dot{h}\right) - P_{dış}\Omega \qquad (1)$$

sistemin hareket denklemleri,

$$\ddot{\mathbf{s}}_i = -\sum_{j\neq i}^{N} m_i^{-1} \frac{\mathrm{d}\phi(r_{ij})}{r_{ij}\mathrm{d}r_{ij}} (\mathbf{s}_i - \mathbf{s}_j) - \mathbf{G}^{-1}\dot{\mathbf{G}}\dot{\mathbf{s}}_i \tag{2}$$

Şeklinde verilir.

2.2. Gömülmüş Atom Metodu (GAM)

Gömülmüş Atom Metodunda bir kristalin toplam enerjisi,

$$E_{top} = \frac{1}{2}\sum_{\substack{i,j \\ (i\neq j)}} \phi_{ij}\left(R_{ij}\right) + \sum_i F_i\left[\rho_i\right] \tag{3}$$

şeklinde ifade edilmektedir. Bu eşitlikte ilk terim ϕ_{ij}, i ve j atomları arasındaki iki cisim etkileşme potansiyeli, ikinci terim $F_i[\rho_i]$, ρ_i yük yoğunluğuna bağlı gömme fonksiyonelidir [14,15].

$$\rho_i = \sum_{j=(\neq i)}^{N} \rho_j\left(r_{ij}\right) \tag{4}$$

2.3. Radyal Dağılım Fonksiyonları

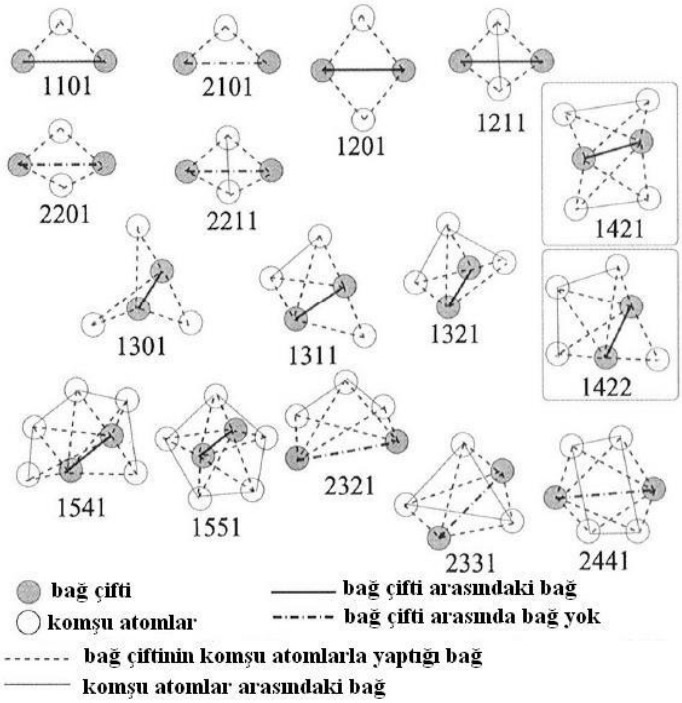
Radyal dağılım fonksiyonu (RDF) bir sistem içinde dağılmış atomların uzayda dizilişleri ile ilgili olduğundan sistemlerin faz dönüşümleri sürecinde hangi fazda dengede kaldıklarını belirlemek için kullanılan bir yöntemdir [16]. Merkezde (orijinde) bulunan atomlar seçilir ve orijinden $r + dr$ kadar uzaklıkta bulunan r yarıçaplı bir çember içinde kalan atomların sayısı bulunur. Bu durumda, Δr kalınlığında küresel bir hacim elemanı içindeki parçacık sayısı veya koordinasyon sayısı n(r) olmak üzere,

$$g(r) = \frac{\Omega}{N^2}\left\langle \frac{\sum_i n_i(r)}{4\pi r^2 \Delta r} \right\rangle \tag{5}$$

şeklinde tanımlanır [16].

2.4. Honeycutt-Andeersen (HA) metodu

Uzun-mesafe düzeni göstermeyen camsı yapılarda, yapı analizi yapmak zordur [17]. Böyle sistemler için, Honeycutt ve Andersen [17] tarafından öne sürülen çok yararlı bir yöntem mevcuttur. Burada atomik kümedeki yerel yapı (*ijkl*) şeklinde dört temel indisli tanımlanır (Şekil 1). İlk *i* indisi, A-B şeklinde bir atom çifti varsa ve bu atomlar arasında bağlanma varsa 1 bağlanma yok ise 2 değerini alacağını gösterir. İkinci indis *j*, bu atom çifti tarafından paylaşılan yakın-komşu sayısıdır. Üçüncü indis *k*, yakın komşular arasında paylaşılan bağ sayısıdır. Dördüncü indis *l*,eğer ilk üç indis aynı fakat bağ geometrileri farklı ise bu durumlar arasındaki farklılığı (özel ayırt edici indis) belirtir. Yukarıda belirtilen durumlara göre bazı bağ çiftlerinin şematik görünümü Şekil 1 de gösterilmiştir. PA analizine göre, 1551, 1541, 1321 kümeleri (bağ çiftleri) sıvı ve amorf yapıdaki ikosahedral (ICOS) düzenin belirlenmesinde kullanılır. 1421 karakteristik yüzey merkezli kübik (FCC), 1422 bağ çifti ise Hegzagonal (HCP) ve 1661, 1441 kümeleri ise cisim merkezli kübik (BCC) yapısını temsil eder. 1201,1211,1301,1311 vb. yapılar ise kısa-mesafe düzenini temsil ettiğinden sıvı sistem içindeki temel kümelenmeleri temsil ederler. Tüm bu sınıflandırmalarda, iki atomun komşu atom olup olmadığı ya da bağ yapıp yapmadığı radyal dağılım fonksiyonunun ilk minimum bölgesine gelen bir kesim uzaklığı ile analiz edilir [17].



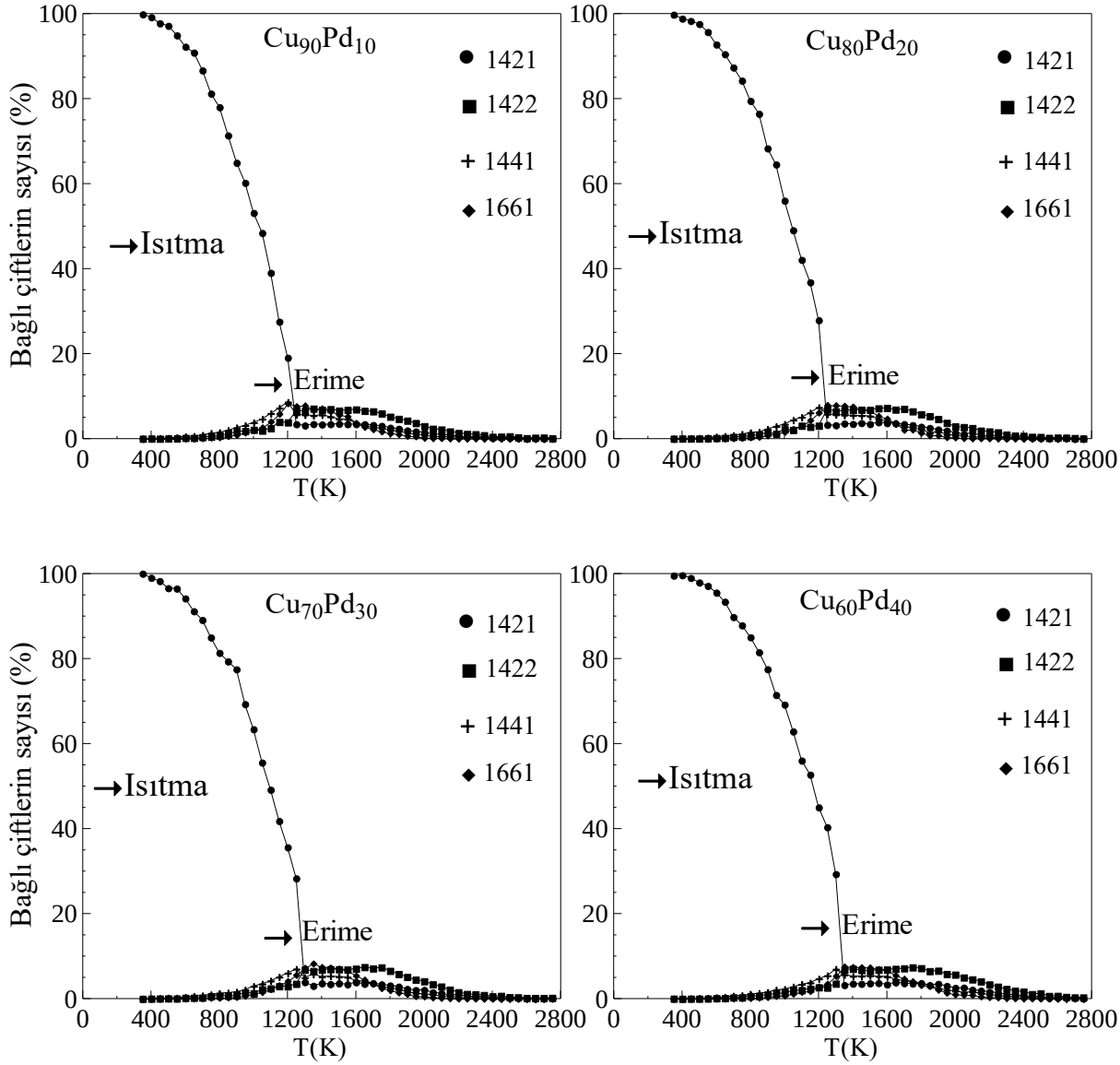
Şekil 1. Farklı türlerdeki bağlı çiftlerin gösterimi.

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

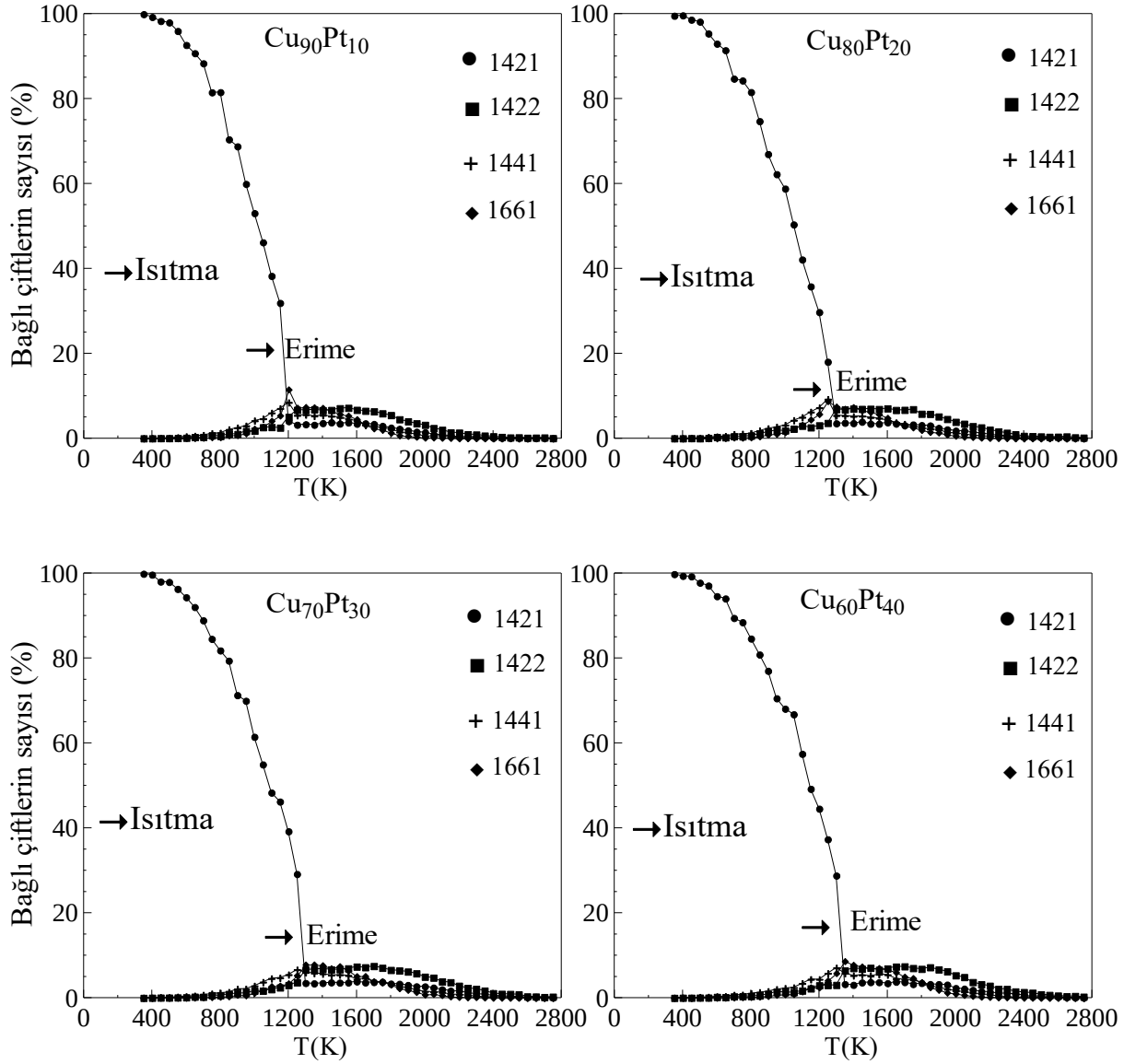
Bu çalışmada bakırın farklı konsantrasyon oranlarına göre ($Cu_{90}Pt_{10}$, $Cu_{80}Pt_{20}$, $Cu_{70}Pt_{30}$, $Cu_{60}Pt_{40}$ ve $Cu_{90}Pd_{10}$, $Cu_{80}Pd_{20}$, $Cu_{70}Pd_{30}$, $Cu_{60}Pd_{40}$) CuPd ce CuPt alaşım sistemlerini oluşturan atomlar FCC birim hücreli L_{12} süper örgü noktalarına periyodik sınır koşullarına uygun olarak yerleştirildi. Sistemlerin

başlangıç hızlarını belirlemek için tüm sıcaklıklarda Maxwell-Boltzman dağılımı kullanıldı. Sistemlerin hareket denklemleri Gear'ın 5. dereceden öngörücü-düzeltici algoritması kullanılarak çözüldü. Moleküler dinamik hesaplama zamanı 4,85 fs olarak tespit edildi. Alaşım sistemleri için potansiyel uygun fonksiyonları parametreleri programda girilerek potansiyel enerji fonksiyonu tanımlanması yapıldı. Sistemlere uygun potansiyel enerji parametreleri daha önceki çalışmalardan elde edildi [18]. Modellenen yapılar 300K sıcaklıktan başlayarak 50K sıcaklık artışları ile 2000K sıcaklığına kadar her bir sıcaklık aralığında 10000 MD adımı bekletilmek sureti ile ısıtıldı. Isıtma sürecinde sistemlerin termodinamik ve yapısal özellikleri MD yöntem ile incelendi.

Cu-Pd alaşım sistemi için ısıtma işlemi sürecinde bakırın farklı konsantrasyon değerlerine karşılık olarak kristal yapıları temsil bağlı çiftlerin sayısal değerlerinin sıcaklıkla değişimi Şekil 2 de gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde, 300K sıcaklıkta 1421 bağlı çiftlerinin sayısı %100 olarak elde edilmiştir. Bir başka ifade ile sistemde yalnızca FCC yapıları temsil eden bağlı çiftler mevcuttur. Yapılar ilk olarak FCC tabanlı süper örgü düzeninde kurulduğundan, 1421 bağlı çiftlerinin maksimum sayıda elde edilmesi olağan bir durum olarak değerlendirilmiştir. Diğer kristal türü yapıları temsil eden 1422, 1441 ve 1661 bağlı çiftlerin varlıkları ise görülmemektedir. Bu durum yapıların FCC kristal örgü düzeninde oluşturulduğunun bir göstergesidir. Cu-Pd yapısının sıcaklığının artması ile birlikte 1421bağlı çiftlerinin sayısı azalırken, diğer bağlı çiftlerin sayısında artış göstermiştir. Erime sıcaklığı civarlarına gelindiğinde 1421 bağlı çiftlerinin sayısında ani bir düşüş gözlenmiştir. Bu durum yapının Pd nin farklı konsantrasyon oranlarına karşılık olarak belirlenen erime noktası sıcaklıklarında sıvı faza dönüştüğünün göstergesidir. Cu-Pt alaşım sistemi için ısıtma işlemi sürecinde bakırın farklı konsantrasyon değerlerine karşılık olarak kristal yapıları temsil bağlı çiftlerin sayısal değerlerinin sıcaklıkla değişimi Şekil 3 de gösterilmiştir. Benzer bir süreç Cu-Pt yapısı içinde söz konusu olup, erime sıcaklığı civarlarına gelindiğinde 1421 bağlı çiftlerinin sayısında ani bir düşüş gözlenmiştir.

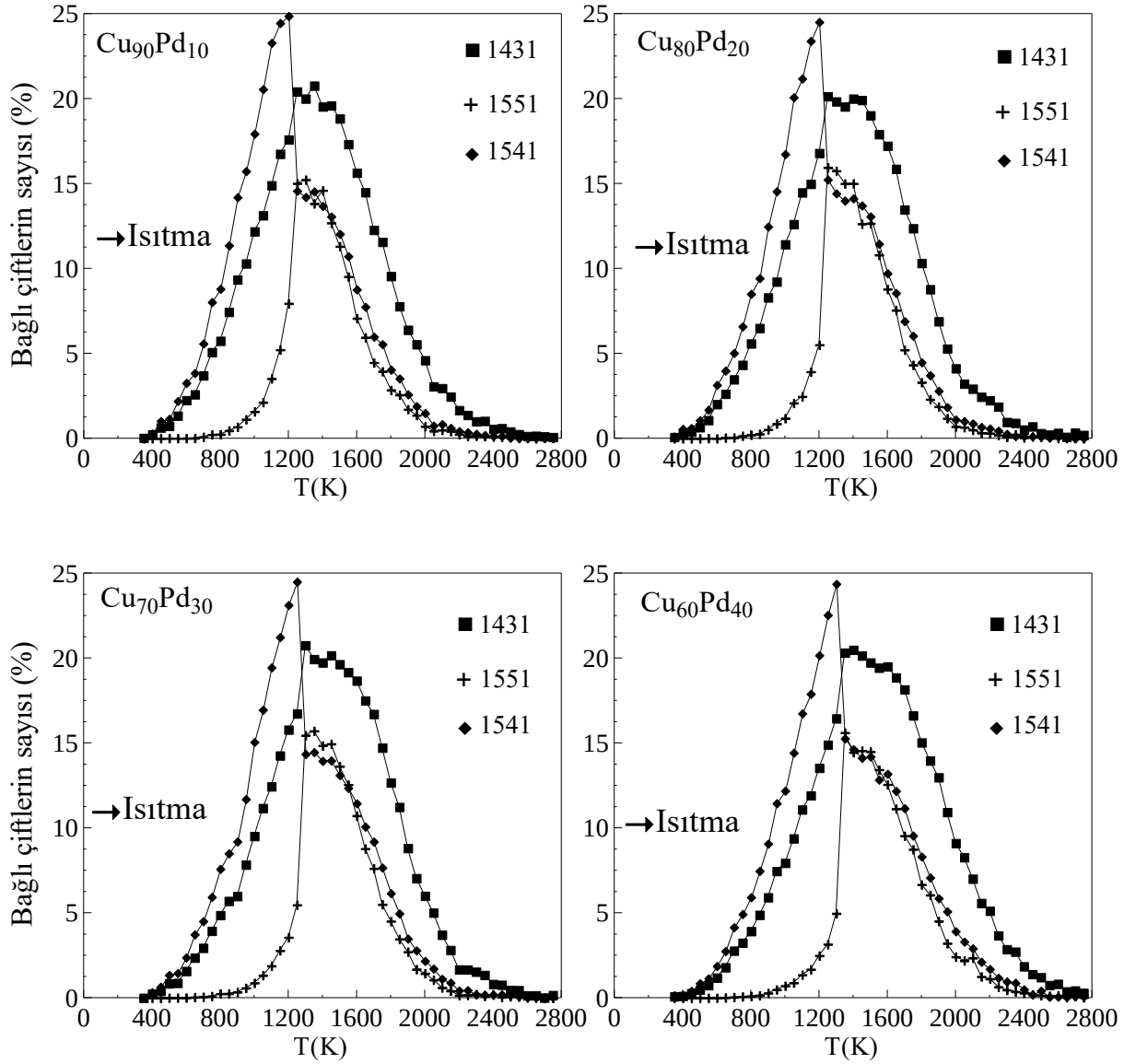


Şekil 2. Isıtma sürecinde Cu-Pd alaşımı için kristal örgü yapısını temsil eden bağlı çiftlerin sıcaklıkla değişimi.

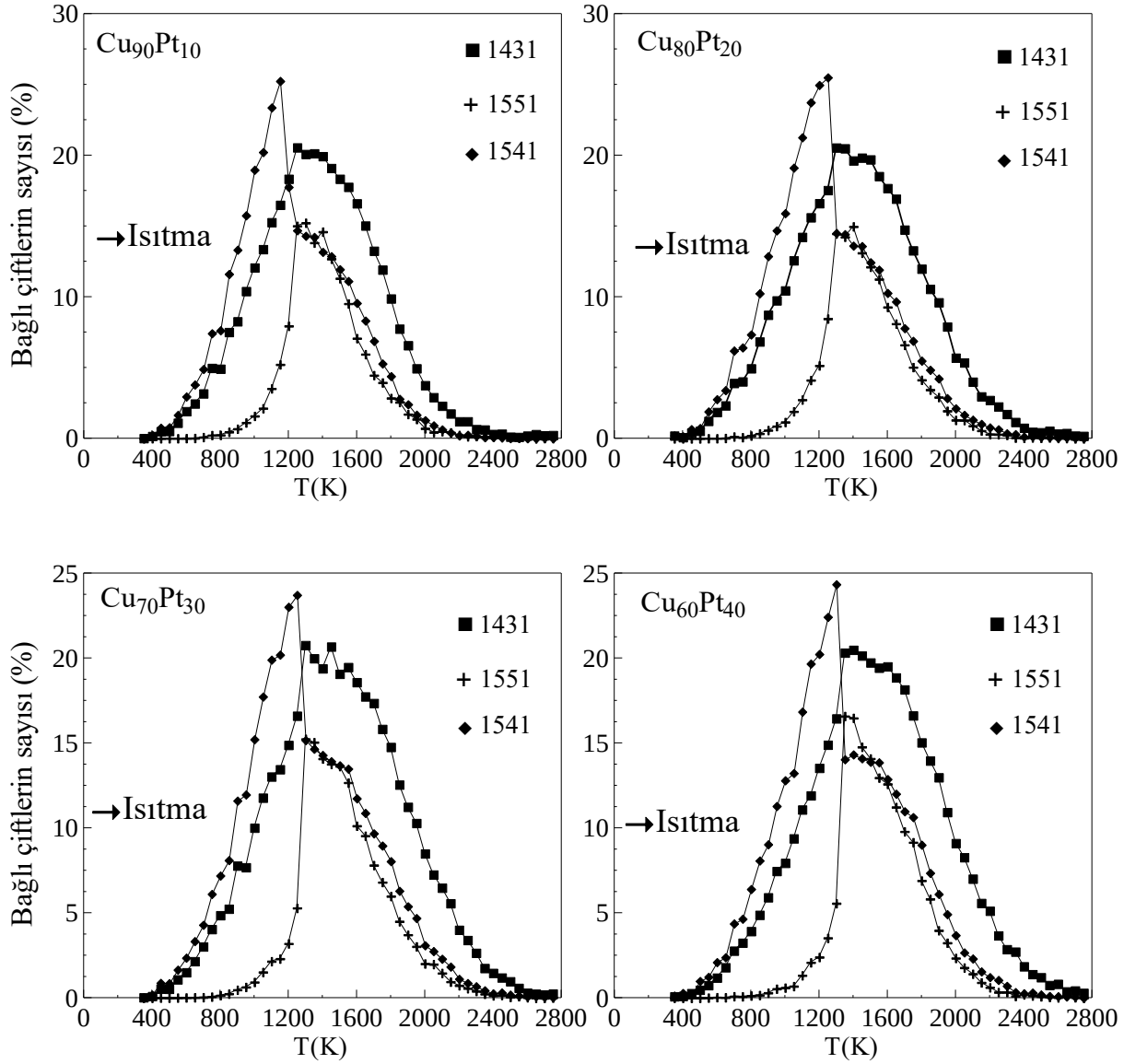


Şekil 3. Isıtma sürecinde Cu-Pt alaşımı için kristal örgü yapısını temsil eden bağlı çiftlerin sıcaklıkla değişimi.

Şekil 4 Cu-Pd yapısı için ısıtma sürecinde amorf fazda kendini gösteren atomik topakları temsil eden bağlı çiftlerin sıcaklık ile değişimini göstermektedir. 300K sıcaklıkta, sistemin başlangıç örgü yapısı FCC tabanlı süper örgü yapısında kurulduğundan bu tür amorf fazda bulunan amorf tipi bağlı çiftler görülmemektedir. Sıcaklık ile birlikte, bu tür bağlı çiftlerin sayısı artmakla beraber erime sıcaklıkları civarında değerleri maksimum sayıya ulaşmıştır. Bu tür bağlı çiftler amorf ve sıvı faz gibi atomik dağılımların düzensiz olduğu fazlarda oldukça fazla görülmektedir. Bu durum bakırın tüm konsantrasyonları için Cu-Pd yapısında bu tür bağlı çiftlerin sayısının fazla olması ile uyumlu bir sonuçtur. Çok yüksek sıcaklıklarda yapı oldukça düzensiz bir dağılım sergilediğinden kesim uzaklığına giren bu tür bağlı çiftlerin sayısı azalmış ve sıfıra doğru gitmiştir. Benzer davranış Cu-Pt yapısı içinde görülmekte olup sürecinde amorf fazda kendini gösteren atomik topakları temsil eden bağlı çiftlerin sıcaklık ile değişimi Şekil 5'de gösterilmektedir.



Şekil 4. Isıtma sürecinde Cu-Pd alaşımı için amorf yapıda bulunan topakları temsil eden bağlı çiftlerin sıcaklıkla değişimi.



Şekil 5. Isıtma sürecinde Cu-Pd alaşımı için amorf yapıda bulunan topakları temsil eden bağlı çiftlerin sıcaklıkla değişimi.

4. SONUÇ

Farklı bakır konsantrasyon oranları için Pd ve Pt katkılı sistemlerin erime sıcaklıkları HA metodu ile belirlenen nano boyuttaki bağlı çiftlerin yapısal özellikleri belirlenerek moleküler dinamik yöntemi ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre modellenen sistemlerin ısıtma sürecinde elde edilen erime sıcaklıkları deneysel veriler ile uyumludur. Ayrıca FCC tabanlı örgü olarak kurulan sistemler ısıtma ile birlikte yüksek sıcaklıklarda sıvı faza dönüşümü gözlenmiştir. Sonuç olarak yapılan benzetim veya modelleme deneysel veriler ile uyumlu olduğundan başarılıdır.

5. KAYNAKLAR

[1] Luyten J, Schurmans M, Creemers C, Bunnik B.S., Kramer G.J. 2007. Surface segregation in Pt25Rh75 alloys studied by Monte Carlo simulations and the modified embedded atom method. Surface Science, 601:1668-1676.

[2] Garbacz H, Mizera J, Laskowski Z, Gierej M. 2011. Microstructure and mechanical properties of a Pt–Rh alloy. Powder Technology, 208: 488–490.

[3] Luyten J, De Keyzer J, Wollants P, Creemers C. 2009. Construction of modified embedded atom method potentials for the study of the bulk phase behaviour in binary Pt–Rh, Pt–Pd, Pd–Rh and ternary Pt–Pd–Rh alloys. CALPHAD: Computer Coupling of Phase Diagrams and Thermochemistry, 33: 370-376.

[4] Domekeli U., Sengul S., Celtek M. and Canan C., 2018. The melting mechanism in binary Pd0. 25Ni0. 75 nanoparticles: molecular dynamics simulations, Philosophical Magazine, 98(5): 371–387.

[5] Celtek, M., U. Domekeli and Sengul, S., 2019. Moleküler Dinamik Benzetim Yöntemi ile Isıtma İşlemi Sırasında Platin Metalinin Yapısal Gelişimi ve Erime Noktası Üzerine Atomlar-arası Potansiyel Etkisinin Araştırılması, BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 8 (2), 413-427.

[6] Celtek M. and Sengul S., 2018. Thermodynamic and dynamical properties and structural evolution of binary $Zr_{80}Pt_{20}$ metallic liquids and glasses: Molecular dynamics simulations, Journal of Non-Crystalline Solids, 498: 32–41.

[7] Qi L, Dong L.F., Zhang S.L., Cui Z.Q., Ma M.Z., Jing Q, Li G, Liu R.P. 2007. Glass formation and local structure evolution in rapidly cooled Pd55Ni45 alloy melt: Molecular dynamics simulation. Comp. Mat. Sci., 42: 713-718.

[8] Lu K. 1996. Nanocrystalline metals crystallized from amorphous solids: nanocrystallization, structure, and properties. Materials Science and Engineering, R16: 161-221.

[9] Desgranges C, Delhommelle J. 2009. Molecular Simulation of the Nucleation and Growth of Gold Nanoparticles. J. Phys. Chem., 113: 3607- 3611.

[10] Zhu X, Chen K. 2005. Molecular dynamics simulation of homogeneous nucleation of KBr cluster. Journal of Physics and Chemistry of Solids, 66:1732-1738.

[11] Jian Z.Y., Chen J, Chang F.E., Zeng Z, He T, Jie W. 2010. Simulation of molecular dynamics of silver subcritical nuclei and crystal clusters during solidification. Sci China Tech Sci., 53: 3203-3208.

[12] Celik F.A., Kazanc S, Yildiz A.K., Ozgen S. 2008. Pressure effect on the structural properties of amorphous Ag during isothermal annealing. Intermetallics, 16:793-800.

[13] Özgen S, 1997. Sayısal hesaplama yöntemlerinin şekil hatırlamalı alaşımlarda difüzyonsuz faz dönüşümlerine uygulanması, *Doktora Tezi*, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

[14] Daw S, Baskes M.L. 1984. Embedded-atom method: derivation and application to impuries, surfaces and other defects in metals. Physical Review B, 29: 6443-6453.

[15] Sutton A.P., Chen J. 1990. Long-range Finnis-Sinclair potentials. Philosophical Magazine Letter, 61: 139-146.

[16] Haile J.M. 1992. Molecular dynamics simulation, elementary methods, John Wiley & Sons, Inc., Canada.

[17] Honeycutt, J. D.,Andersen, H. C. 1987. Molecular dynamics study of melting and freezing of small Lennard-Jones clusters. Journal of Physical Chemistry, 91(19): 4950-4963.

[18] Kazanç S. 2018. Cu3Pd Alaşımın Fonon Spektrumu ve Termoelastik Özelliklerinin Moleküler Dinamik Benzetimi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 34(2): 20-30.

FARKLI BAKIR KONSANTRASYONLARI İÇİN CU-PD VE CU-PT ALAŞIMLARININ YAPISAL VE TERMODİNAMİK ÖZELLİKLERİNİN MOLEKÜLER DİNAMİK YÖNTEMLE İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF STRUCTURAL AND THERMODYNAMIC PROPERTIES OF CU-PD AND CU-PT ALLOYS FOR DIFFERENT COPPER CONCENTRATIONS BY MOLECULAR DYNAMICS METHOD

Ebru TANBOĞA KORKMAZ
Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü
Doç. Dr. Fatih Ahmet ÇELİK
Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmada, bakırın farklı konsantrasyon oranları için Cu-Pd ve Cu-Pt düzenli alaşım sistemlerinin ısıtma sürecinde bazı termodinamik ve yapısal özellikleri moleküler dinamik (MD) benzetim yöntemi ile belirlendi. Sistemlerin farklı sıcaklılardaki yapısal özellikleri ve faz dönüşümleri radyal dağılım fonksiyonları ile incelendi. Sistemlerin farklı sıcaklıklardaki potansiyel enerji fonksiyonu değerleri v erime sıcaklıkları MD yöntemle elde edildi. Atomlar arasındaki fiziksel etkileşmeleri belirlemek için çok cisim etkileşmeleri temeline dayanan Gömülmüş Atom Metodu'nun Sutton-Chen (SC) potansiyel fonksiyonu kullanıldı. Ayrıca her iki yapının deneysel olarak elde edilmiş faz diyagramları incelendiğinde, bakırın konsantrasyon oranlarına karşılık gelen erime sıcaklıklarının deneysel veriler ile uyumlu olduğu görüldü.

Anahtar kelimeler: Moleküler Dinamik, Yapısal özellikler, Gömülmüş Atom Metodu.

ABSTRACT

In this study, the structural and thermodynamic properties of Cu-Pd and Cu-Pt ordered alloy systems for different composition of copper was determined with molecular dynamic simulation method during the heating process. The structural properties and phase transformation of systems at different temperatures were investigated with radial distribution functions. The potential energy function values and melting temperatures of model systems at different temperatures were obtained with MD method. Physical interactions among atoms were modelled using Sutton-Chen (SC) type of the Embedded Atom Method (EAM) based on many-body interactions. In addition, when the experimentally obtained phase diagrams of both structures were examined, it was seen that the melting temperatures corresponding to the concentration ratios of copper were consistent with the experimental data.

Keywords: Molecular Dynamics, Structural properties, Embedded atom method.

1. GİRİŞ

Gelişen teknoloji ve değişen çevre düzenlemeleriyle birlikte platin, paladyum grubu metallerin kullanım alanları gittikçe genişlemektedir. Platin elementi periyodik tabloda simgesi Pt olan, ağır, dövülebilir grimsi beyaz renkli ve teknolojik açıdan oldukça önemli bir elementtir. Son yıllarda platin ve platin ağırlıklı alaşımlar üzerine oldukça fazla çalışma yapılmaktadır [1-4]. Yüksek aşınma direncine sahip olması, üstün katalitik özellikler göstermesi, korozyona dayanıklı olması, çok iyi derecede işlenebilir olması gibi pek çok özelliklerinden dolayı platin kendi başına endüstri ve sanayide oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır [5]. Paladyum (Pd) ise platine benzeyen bir metaldir. İlginç özellikleri sebebiyle birçok ürünün hammaddesi niteliğindedir. Son zamanlarda özellikle nanoteknolojik malzemelerin üretiminde önemli derecede fiziksel özellikler gösterdiği tespit edilmiştir [5-7].

Dünyada oldukça sık rastlanması ve tüm bu iyi bu özelliklerine rağmen, platin ve paladyum içeren alaşımlarda yapılan deneysel çalışmaların yetersiz olduğu görülmektedir. Bunun en önemli sebeplerinden biri, bu metallerin oldukça pahalı bir malzemeler olmasıdır [8]. Bunun yanı sıra, nano-teknolojideki gelişmeler paralel olarak malzemelerin birçok fiziksel özelliklerini malzemenin içinde mevcut nano yapıdaki atomik grupların (topakların) belirlediği anlaşılmaktadır. Fakat bu tür topaklar oldukça kısa bir zaman süreci içerisinde yapısal olarak bir araya gelebilmekte ya da başka tür yapıdaki topaklanmalara dönüşebilmektedir [9]. Bu farklı tür topaklanmalar daha çok malzemenin kristalleşme gibi ısıl süreçlerinde ve faz geçişleri esnasında meydana gelmektedir [10]. Nano boyutta olmaları nedeni ile malzeme içinde farklı türde topaklanmaların yapısal değişimlerini ve özelliklerini bazı fiziksel süreçler içerisinde deneysel olarak incelemek oldukça zordur. Bu durumda, moleküler dinamik simülasyonları (MDS) bu tür atomik topakların malzemenin fiziksel özelliklerini anlamamızda yardımcı olmak için tasarlanmış oldukça etkili bir metottur [11]. Aynı zamanda bilmekteyiz ki, kristalleşme olayı amorf yapıdan itibaren olabilir ve bu tür şekilde kristalleşmeye uğrayan malzemeler temel kristal özelliklerinden oldukça farklı özellikler sergilemektedir. Amorf katılar termodinamik olarak kararsızdırlar ve uygun koşullarda daha kararlı durumlara geçiş yapmak isterler [12].

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Moleküler Dinamik (MD) Simülasyonları (Benzetim)

Moleküler dinamik (MD) benzetim yöntemi, deneysel olarak incelenmesi zor olan bazı deneysel ölçümlerin sayısal hesaplama yöntemleri ile elde edilmesini ve modellenen sistemin mikroskobik veya makroskobik yapısı hakkında bilgiler sağlar [13]. Bu yöntem; hesaplama hücresi içine yerleştirilen atomların birbirleri üzerindeki kuvvetleri hesaplayarak faz uzayında dengelenmesi ve daha sonra sistemin algoritma olarak hareket denklemleri çözmek üzerine kurulmuştur [13]. Bununla birlikte, Parrinello ve Rahman (PR) tarafından sistemin hacim ve şekilce değişimi dikkate alınarak

geliştirilmiştir. PR MD yönteminde, hesaplama hücresinin kenar vektörleri zamana bağımlı olan A(t), B(t) ve C(t) şeklindeki üç vektörle temsil edilir. ***h***(t)=(*ABC*) şeklinde bir hücre matrisi tanımlanarak, hacimce ve şekilce değişebilir hücrenin Lagrange fonksiyonu,

$$L_{PR} = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N} m_i (s_i^t G \dot{s_i}) - \emptyset(r) + \frac{1}{2}\dot{W}Tr\left(\dot{h^t}\dot{h}\right) - P_{dış}\Omega \qquad (1)$$

sistemin hareket denklemleri,

$$\ddot{\mathbf{s}}_i = -\sum_{j\neq i}^{N} m_i^{-1} \frac{\mathrm{d}\phi(r_{ij})}{r_{ij}\mathrm{d}r_{ij}} (\mathbf{s}_i - \mathbf{s}_j) - \mathbf{G}^{-1}\dot{\mathbf{G}}\dot{\mathbf{s}}_i \qquad (2)$$

Şeklinde verilir.

2.2. Gömülmüş Atom Metodu

Gömülmüş Atom Metodunda bir kristalin toplam enerjisi,

$$E_{top} = \frac{1}{2}\sum_{\substack{i,j \\ (i\neq j)}} \phi_{ij}\left(R_{ij}\right) + \sum_i F_i\left[\rho_i\right] \qquad (3)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Bu eşitlikte ilk terim ϕ_{ij}, *i* ve *j* atomları arasındaki iki cisim etkileşme potansiyeli, ikinci terim $F_i[\rho_i]$, ρ_i yük yoğunluğuna bağlı gömme fonksiyonelidir [14,15].

$$\rho_i = \sum_{j=(\neq i)}^{N} \rho_j\left(r_{ij}\right) \qquad (4)$$

2.3. Radyal Dağılım Fonksiyonları

Radyal dağılım fonksiyonu (RDF) bir sistem içinde dağılmış atomların uzayda dizilişleri ile ilgili olduğundan sistemlerin faz dönüşümleri sürecinde hangi fazda dengede kaldıklarını belirlemek için kullanılan bir yöntemdir [16]. Merkezde (orijinde) bulunan atomlar seçilir ve orijinden *r* + *dr* kadar uzaklıkta bulunan *r* yarıçaplı bir çember içinde kalan atomların sayısı bulunur. Bu durumda, Δr

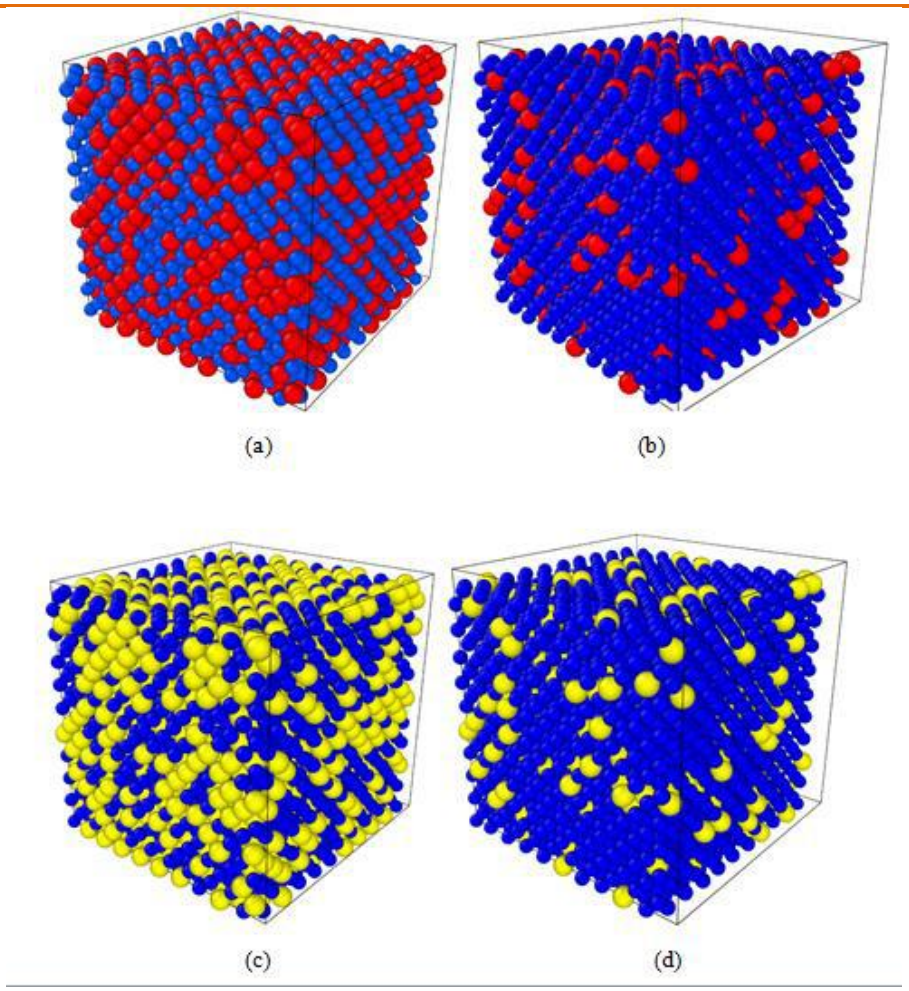
kalınlığında küresel bir hacim elemanı içindeki parçacık sayısı veya koordinasyon sayısı n(r) olmak üzere,

$$g(r) = \frac{\Omega}{N^2}\left\langle \frac{\sum_i n_i(r)}{4\pi r^2 \Delta r} \right\rangle \tag{5}$$

şeklinde tanımlanır [16].

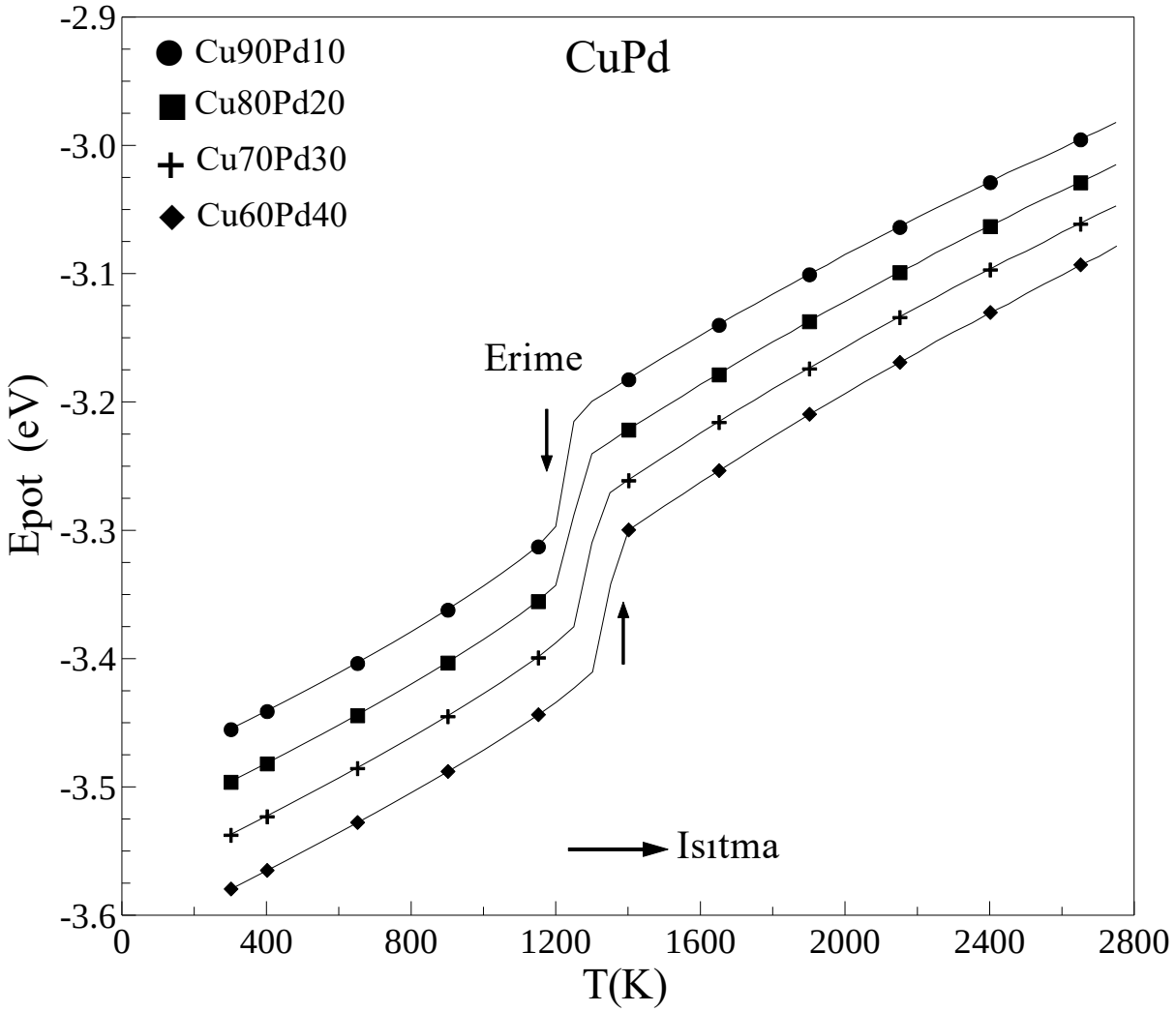
3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu çalışmada bakırın farklı konsantrasyon oranlarına göre ($Cu_{90}Pt_{10}$, $Cu_{80}Pt_{20}$, $Cu_{70}Pt_{30}$, $Cu_{60}Pt_{40}$ ve $Cu_{90}Pd_{10}$, $Cu_{80}Pd_{20}$, $Cu_{70}Pd_{30}$, $Cu_{60}Pd_{40}$) CuPd ce CuPt alaşım sistemlerini oluşturan atomlar FCC birim hücreli L_{12} süper örgü noktalarına periyodik sınır koşullarına uygun olarak yerleştirildi. Sistemlerin başlangıç hızlarını belirlemek için tüm sıcaklıklarda Maxwell-Boltzman dağılımı kullanıldı. Sistemlerin hareket denklemleri Gear'ın 5. dereceden öngörücü-düzeltici algoritması kullanılarak çözüldü. Moleküler dinamik hesaplama zamanı 4,85 fs olarak tespit edildi. Alaşım sistemleri için potansiyel uygun fonksiyonları parametreleri programda girilerek potansiyel enerji fonksiyonu tanımlanması yapıldı. Sistemlere uygun potansiyel enerji parametreleri daha önceki çalışmalardan elde edildi [17]. Modellenen yapılar 300K sıcaklıktan başlayarak 50K sıcaklık artışları ile 2000K sıcaklığına kadar her bir sıcaklık aralığında 10000 MD adımı bekletilmek sureti ile ısıtıldı. Isıtma sürecinde sistemlerin termodinamik ve yapısal özellikleri MD yöntem ile incelendi.
FCC tabanlı $L1_2$ süper örgü yapısında kurulan ve 300K sıcaklıklarda görüntüleri alınan Cu-Pd ve Cu-Pt yapıları Şekil 1'de verilmiştir. Burada mavi renk Cu, kırmızı renk Pd sarı renk Pt atomlarını temsil etmektedir. Şekilde görüldüğü üzere, yapılar için atomik konfigürasyon sırasıyla $Cu_{60}Pd_{40}$ ve $Cu_{90}Pd_{10}$ konsantrasyon oranlarına göre üç boyutlu düzende OVITO [18] programı kullanılarak görüntülenmiştir. Her iki yapı için gözlenen MD hücresi içinde atomlar düzenli bir şekilde kübik yapıya yerleşmiş süper örgüde kurulduğu görülmektedir. $Cu_{60}Pt_{40}$ ve $Cu_{90}Pt_{10}$ yapıları da aynı şekilde atomlar süper örgü noktalarına düzenli şekilde yerleştirilmiştir.



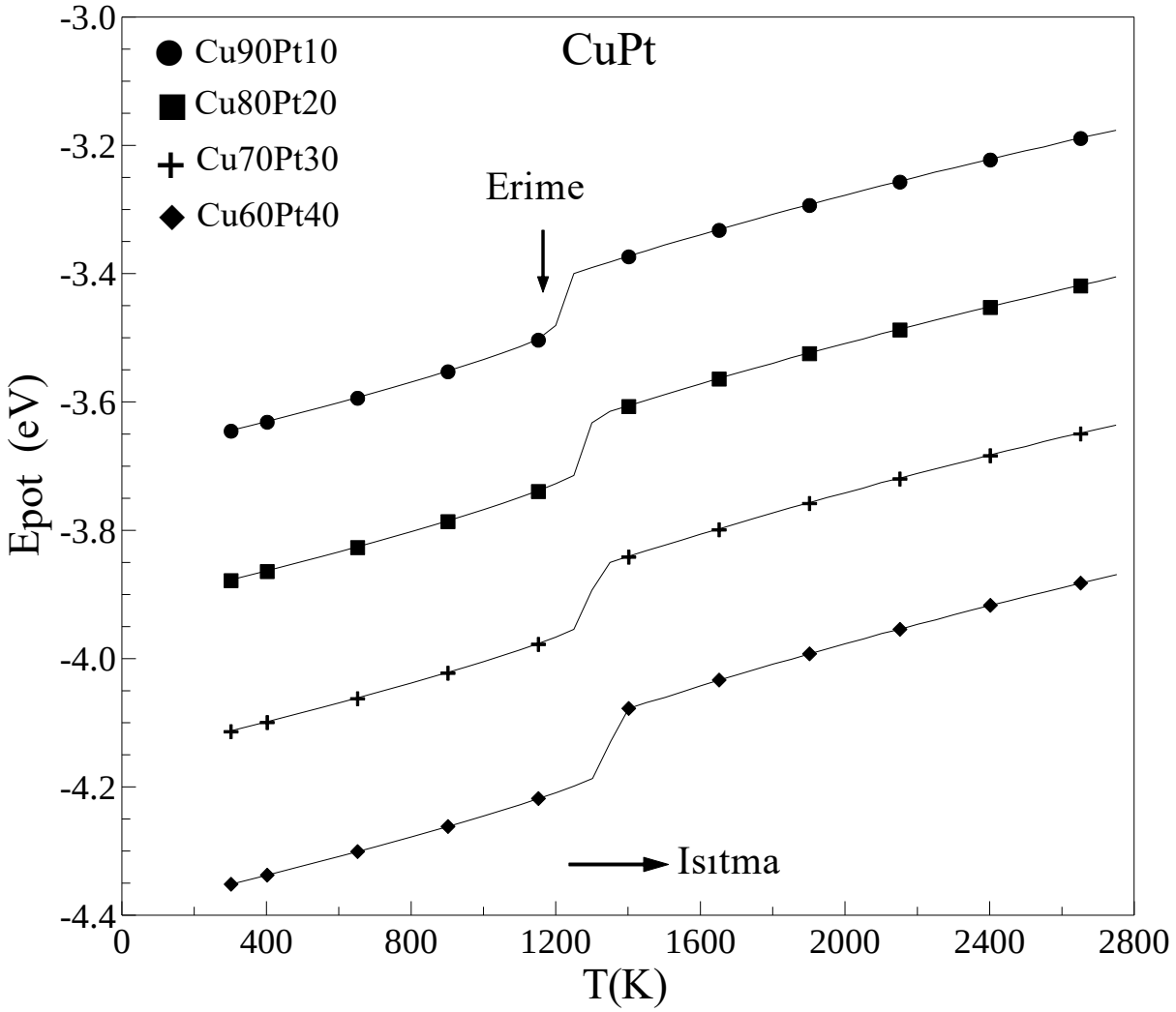
Şekil 1. Hızlı soğutma sürecinde 300K sıcaklıkta bakırın farklı konsantrasyon değerleri için Cu-Pd ve Cu-Pt yapıları (mavi renk Cu, kırmızı renk Pd sarı renk Pt atomlarını temsil etmektedir) a) $Cu_{60}Pd_{40}$ b) $Cu_{90}Pd_{10}$ c) $Cu_{60}Pt_{40}$ d) $Cu_{90}Pt_{10}$.

Şekil 2 ısıtma sürecinde Cu-Pd sisteminin farklı bakır konsantrasyon değerleri için potansiyel enerji değerlerinin sıcaklıkla değişimini göstermektedir. Şekil incelendiğinde, sıcaklığın artmasıyla birlikte potansiyel enerji değeri belirli bir sıcaklık değerinden sonra ani artış göstermektedir. Artışın olduğu sıcaklık değeri yapının erime noktalarına karşılık gelmektedir. Bakır elementinin konsantrasyonu azaldıkça her sıcaklık için potansiyel enerji değeri azalmaktadır. Bakır elementinin konsantrasyon azalışı yapının 300K sıcaklıkta kristal örgüde daha kararlı kalmasında önemli rol oynamıştır. Çünkü potansiyel enerji değeri $Cu_{60}Pd_{40}$ konsantrasyon değerinde minimum değerini almaktadır.



Şekil 2. Isıtma sürecinde Cu-Pd sisteminin farklı Cu konsantrasyon değerleri için potansiyel enerjinin sıcaklıkla değişimi.

Şekil 3 ısıtma sürecinde Cu-Pt sisteminin farklı bakır konsantrasyon değerleri için potansiyel enerjinin sıcaklıkla değişimini göstermektedir. Cu-Pd yapısı ile karşılaştırıldığında potansiyel enerji grafiği eğrileri benzer davranışlar sergilemektedir. Yine benzer şekilde, potansiyel enerjinde artışın olduğu sıcaklık değeri yapının erime noktalarına karşılık gelmektedir. Bakır elementinin konsantrasyonu azaldıkça her sıcaklık için potansiyel enerji değeri azalmaktadır. $Cu_{60}Pd_{40}$ yapısı için potansiyel enerji fonksiyonu değeri 300K sıcaklıkta yaklaşık -3,6 eV değeri alırken, $Cu_{60}Pt_{40}$ yapısı için potansiyel enerji fonksiyonu değeri yaklaşık -4,4 eV değerini almaktadır. Bu sonuç, 300K sıcaklıkta bakırın her konsantrasyon değeri için Cu-Pd alaşımının kristal örgü yapısında daha kararlı olduğunu göstermektedir.

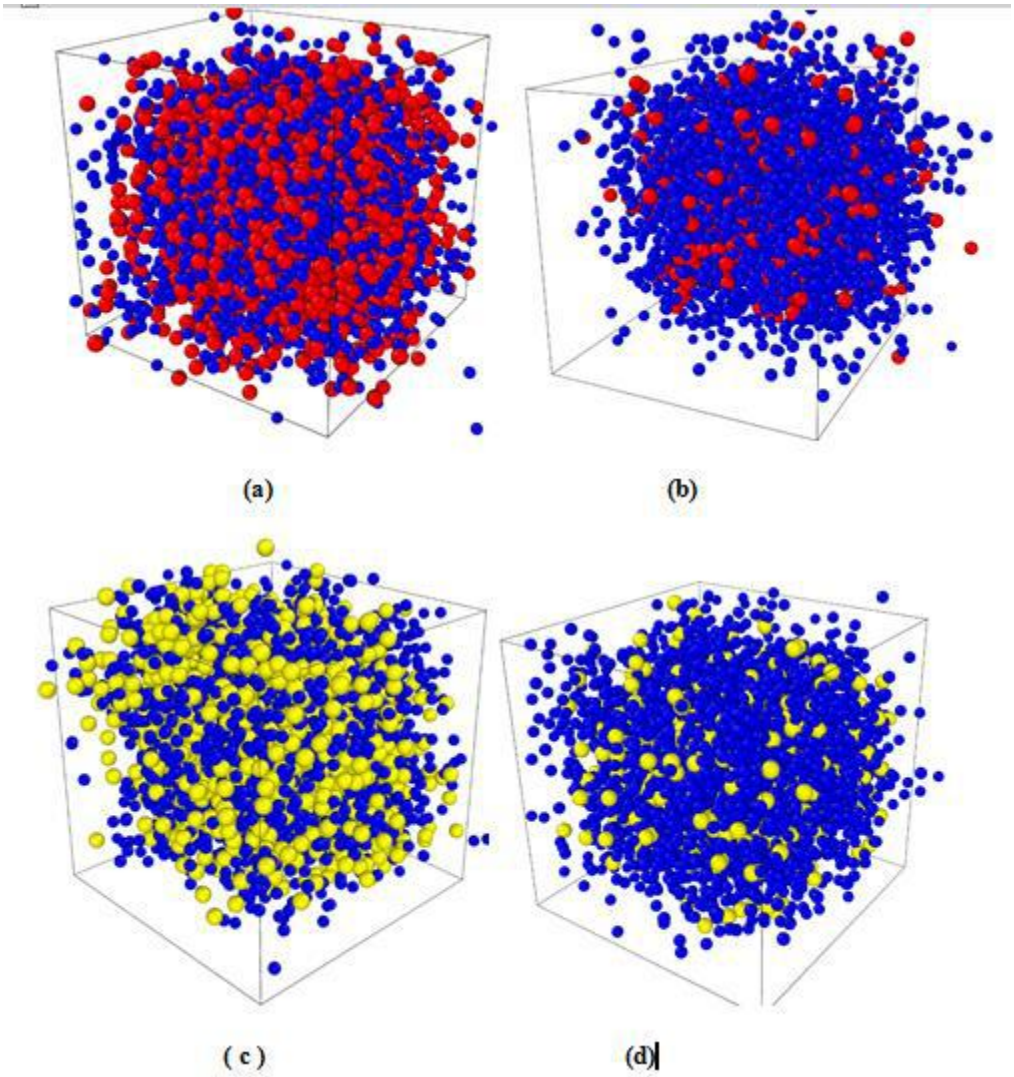


Şekil 3. Isıtma sürecinde Cu-Pt sisteminin farklı Cu konsantrasyon değerleri için potansiyel enerjinin sıcaklıkla değişimi.

Tablo 1. Cu-Pd ve Cu-Pt alaşımı için ısıtma işlemi sonucu oluşan erime noktası tespiti

Cu konsantrasyonu (%)	Erime Sıcaklığı (K) (CuPd)	Erime Sıcaklığı (K) (CuPt)
90	1250 ±50K	1200 ±50K
80	1250 ±50K	1300 ±50K
70	1300 ±50K	1300 ±50K
60	1350 ±50K	1350 ±50K

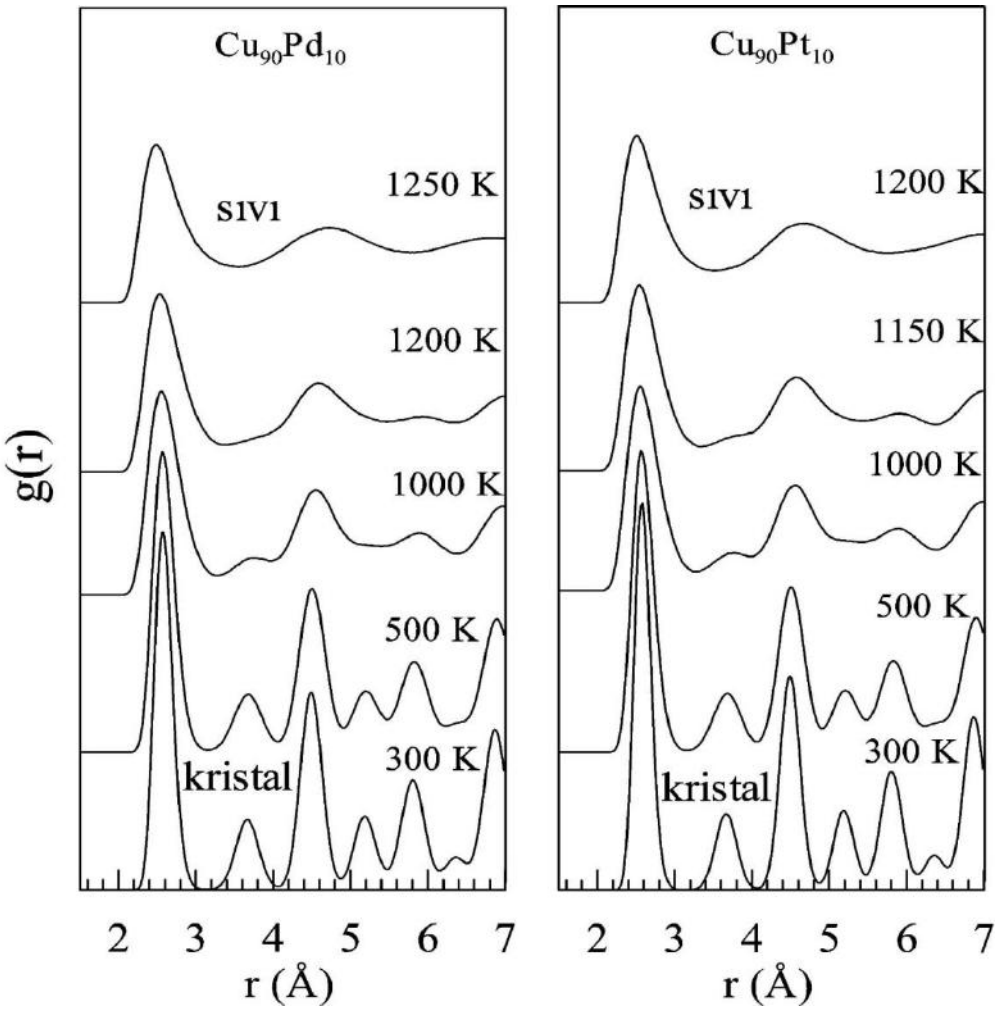
Cu-Pd ve Cu-Pt yapıları için potansiyel enerjinin sıcaklıkla değişiminden elde ettiğimiz erime sıcaklıklarının bakırın konsantrasyonuna göre değişimi Tablo 1'de verilmiştir. Her iki yapı içinde bakırın konsantrasyonu azaldıkça erime noktalarının arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca her iki yapının deneysel olarak elde edilmiş faz diyagramları incelendiğinde, bakırın konsantrasyon oranlarına karşılık gelen erime sıcaklıklarının deneysel veriler ile uyumlu olduğu görülmüştür [1-3,19].



Şekil 4. Yapılar için erime sıcaklıklarında elde edilen atomik dağılım görüntüleri Cu-Pd ve Cu-Pt yapıları (mavi renk Cu, kırmızı renk Pd sarı renk Pt atomlarını temsil etmektedir) a) $Cu_{60}Pd_{40}$ b) $Cu_{90}Pd_{10}$ c) $Cu_{60}Pt_{40}$ d) $Cu_{90}Pt_{10}$.

Şekil 4 $Cu_{60}Pd_{40}$, $Cu_{60}Pd_{40}$, $Cu_{60}Pd_{40}$ ve $Cu_{60}Pd_{40}$ yapıları için erime sıcaklıklarında elde edilen atomik dağılım görüntülerini göstermektedir. Atomların MD hücresi içinde dağılımları düzensiz

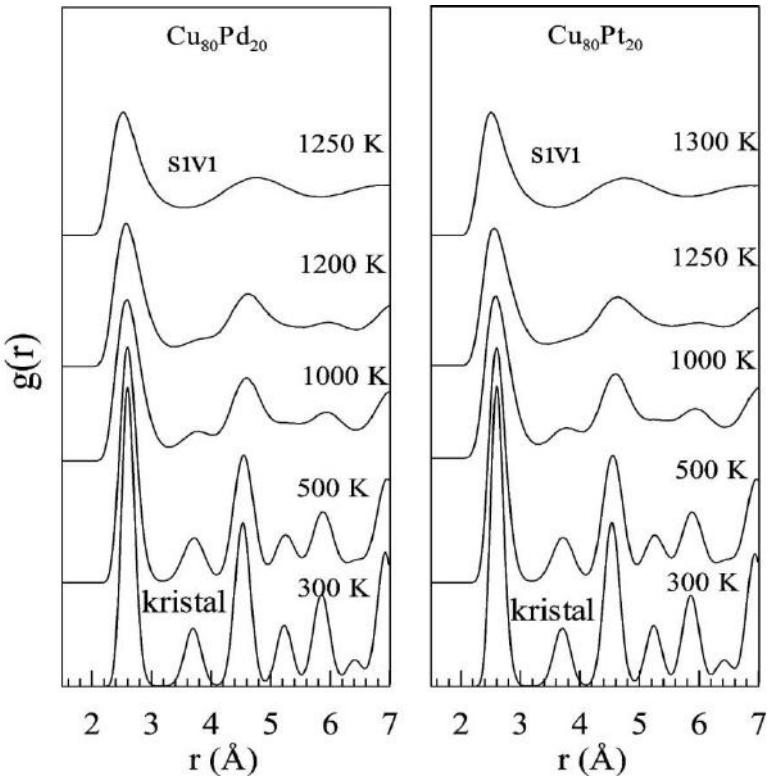
olduğu görülmektedir. Sıcaklık değerlerinin artmasıyla atomlar MD hücresi dışına çıkmıştır. Yüksek sıcaklıklarda atomik hareketlilik artmış olup yapılar atomların gelişigüzel dağılım sergilediği bir düzene geçmiştir.



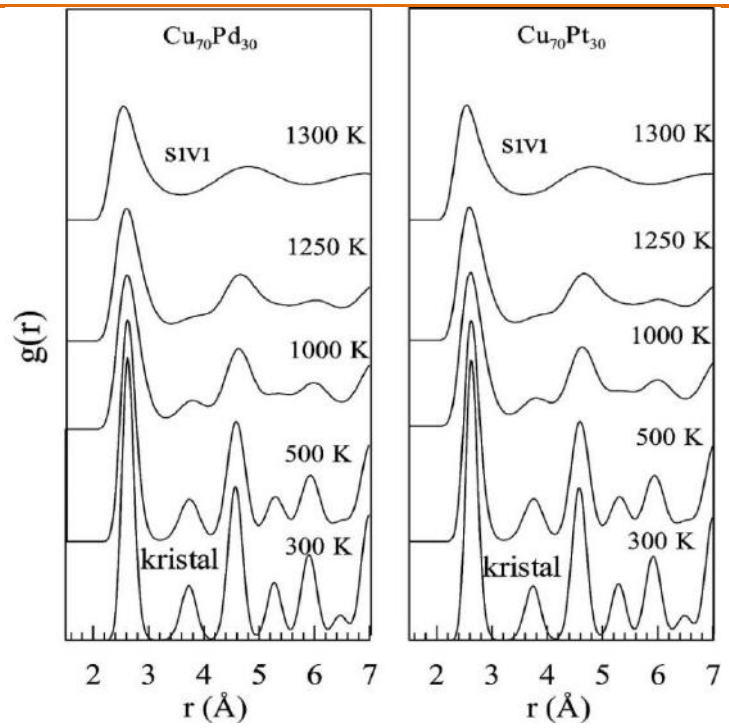
Şekil 5. Cu_{90} konsantrasyonu için Pd ve Pt katkılı yapıların ısıtma sürecinde farklı sıcaklıklardaki RDF eğrileri.

Pd ve Pt katkılı yapıların 300K sıcaklıktan MD yöntemle belirlenen erime sıcaklıklarına kadar ısıtma sürecindeki RDF eğrileri Şekil 5 de gösterilmiştir. Bakırın atomik yüzde olarak %90 ağırlıklı Pd ve Pt yapıları için RDF eğri piklerin atomik konumları ele alındığında, 300K sıcaklıkta ideal örgü yapısının FCC kristal yapısında olduğu belirlenmiştir. Sıcaklığın artmasıyla birlikte RDF eğrilerinin pik şiddetlerinde azalma gözlenmiştir. Bu durumun nedeni yapıların iç enerjilerinin ve atomik titreşimlerin artması ile birlikte atomların ideal örgü noktalarından sapmaya başlaması olarak değerlendirilebilir. Pd katkılı yapı 1250K sıcaklıkta sıvı faza dönüşürken, Pt katkılı yapı ise 1200K sıcaklıkta sıvı faza dönüşmüştür. Cu_{80} konsantrasyonu için Pd ve Pt katkılı yapıların 300K sıcaklıktan MD yöntemle belirlenen erime sıcaklıklarına kadar ısıtma sürecindeki RDF eğrileri Şekil 6 da gösterilmiştir. $Cu_{80}Pd_{20}$

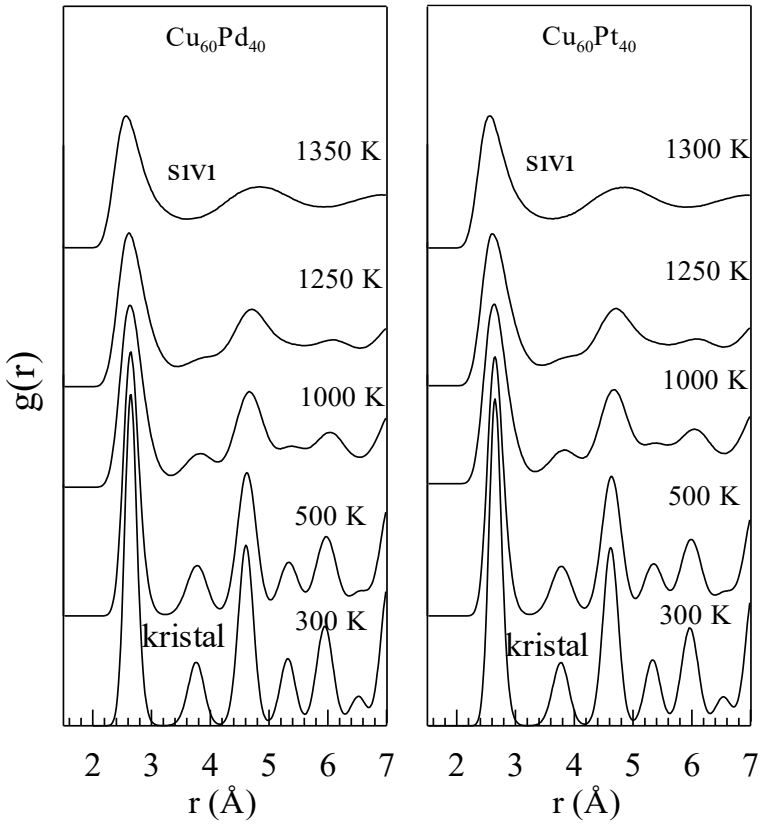
ve $Cu_{80}Pt_{20}$ yapıları sırasıyla 1250K ve 1300K sıcaklıklarında sıvı faza dönüşmüştür. Cu_{70} konsantrasyonu için Pd ve Pt katkılı yapıların 300K sıcaklıktan MD yöntemle belirlenen erime sıcaklıklarına kadar ısıtma sürecindeki RDF eğrileri Şekil 7 de gösterilmiştir. $Cu_{70}Pd_{30}$ ve $Cu_{70}Pt_{30}$ yapıların 1300K sıcaklığında sıvı faza dönüştüğü tespit edilmiştir.



Şekil 6. Cu_{80} konsantrasyonu için Pd ve Pt katkılı yapıların ısıtma sürecinde farklı sıcaklıklardaki RDF eğrileri.



Şekil 7. Cu_{70} konsantrasyonu için Pd ve Pt katkılı yapıların ısıtma sürecinde farklı sıcaklıklardaki RDF eğrileri.



Şekil 8. Cu_{60} konsantrasyonu için Pd ve Pt katkılı yapıların ısıtma sürecinde farklı sıcaklıklardaki RDF eğrileri.

Cu_{60} konsantrasyonu için Pd ve Pt katkılı yapıların 300K sıcaklıktan MD yöntemle belirlenen erime sıcaklıklarına kadar ısıtma sürecindeki RDF eğrileri Şekil 8 de gösterilmiştir. $Cu_{60}Pd_{40}$ ve $Cu_{60}Pt_{40}$ yapıları sırasıyla 1350K ve 1300K sıcaklıklarında sıvı faza dönüşmüştür. Bakırın konsantrasyonunun Pd ve Pt katkılı yapıların erime sıcaklıkları üzerindeki etkisi RDF eğrilerinden açıkça görülmektedir. $Cu_{90}Pd_{10}$ yapısı 1250K sıcaklıkta sıvı fazda iken $Cu_{60}Pd_{40}$ yapısının sıvı faza dönüşümü 1350K sıcaklıkta gözlenmiştir. Benzer şekilde $Cu_{90}Pt_{10}$ yapısı 1200K sıcaklıkta sıvı fazda iken $Cu_{60}Pt_{40}$ yapısının sıvı faza dönüşümü 1350K sıcaklıkta gözlenmiştir.

4. SONUÇ

Farklı bakır konsantrasyon oranları için Pd ve Pt katkılı sistemlerin bazı termodinamik ve yapısal özellikleri moleküler dinamik yöntemi ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre modellenen sistemlerin ısıtma sürecinde elde edilen erime sıcaklıkları ve potansiyel enerji değerleri deneysel veriler ile uyumludur. Ayrıca FCC tabanlı örgü olarak kurulan sistemler ısıtma ile birlikte yüksek sıcaklıklarda sıvı faza dönüşümü gözlenmiş ve bu faz dönüşümü RDF ile analiz edilmiştir. Sonuç olarak yapılan benzetim veya modelleme deneysel veriler ile uyumlu olduğundan başarılıdır.

5. KAYNAKLAR

[1] Luyten J, Schurmans M, Creemers C, Bunnik B.S., Kramer G.J. 2007. Surface segregation in Pt25Rh75 alloys studied by Monte Carlo simulations and the modified embedded atom method. Surface Science, 601:1668-1676.

[2] Garbacz H, Mizera J, Laskowski Z, Gierej M. 2011. Microstructure and mechanical properties of a Pt–Rh alloy. Powder Technology, 208: 488–490.

[3] Luyten J, De Keyzer J, Wollants P, Creemers C. 2009. Construction of modified embedded atom method potentials for the study of the bulk phase behaviour in binary Pt–Rh, Pt–Pd, Pd–Rh and ternary Pt–Pd–Rh alloys. CALPHAD: Computer Coupling of Phase Diagrams and Thermochemistry, 33: 370-376.

[4] Domekeli U., Sengul S., Celtek M. and Canan C., 2018. The melting mechanism in binary Pd0. 25Ni0. 75 nanoparticles: molecular dynamics simulations, Philosophical Magazine, 98(5): 371–387.

[5] Celtek, M., U. Domekeli and Sengul, S., 2019. Moleküler Dinamik Benzetim Yöntemi ile Isıtma İşlemi Sırasında Platin Metalinin Yapısal Gelişimi ve Erime Noktası Üzerine Atomlar-arası Potansiyel Etkisinin Araştırılması, BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 8 (2), 413-427.

[6] Celtek M. and Sengul S., 2018. Thermodynamic and dynamical properties and structural evolution of binary $Zr_{80}Pt_{20}$ metallic liquids and glasses: Molecular dynamics simulations, Journal of Non-Crystalline Solids, 498: 32–41.

[7] Qi L, Dong L.F., Zhang S.L., Cui Z.Q., Ma M.Z., Jing Q, Li G, Liu R.P. 2007. Glass formation and local structure evolution in rapidly cooled Pd55Ni45 alloy melt: Molecular dynamics simulation. Comp. Mat. Sci., 42: 713-718.

[8] Lu K. 1996. Nanocrystalline metals crystallized from amorphous solids: nanocrystallization, structure, and properties. Materials Science and Engineering, R16: 161-221.

[9] Desgranges C, Delhommelle J. 2009. Molecular Simulation of the Nucleation and Growth of Gold Nanoparticles. J. Phys. Chem., 113: 3607- 3611.

[10] Zhu X, Chen K. 2005. Molecular dynamics simulation of homogeneous nucleation of KBr cluster. Journal of Physics and Chemistry of Solids, 66:1732-1738.

[11] Jian Z.Y., Chen J, Chang F.E., Zeng Z, He T, Jie W. 2010. Simulation of molecular dynamics of silver subcritical nuclei and crystal clusters during solidification. Sci China Tech Sci., 53: 3203-3208.

[12] Celik F.A., Kazanc S, Yildiz A.K., Ozgen S. 2008. Pressure effect on the structural properties of amorphous Ag during isothermal annealing. Intermetallics, 16:793-800.

[13] Özgen S, 1997. Sayısal hesaplama yöntemlerinin şekil hatırlamalı alaşımlarda difüzyonsuz faz dönüşümlerine uygulanması, *Doktora Tezi*, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

[14] Daw S, Baskes M.L. 1984. Embedded-atom method: derivation and application to impuries, surfaces and other defects in metals. Physical Review B, 29: 6443-6453.

[15] Sutton A.P., Chen J. 1990. Long-range Finnis-Sinclair potentials. Philosophical Magazine Letter, 61: 139-146.

[16] Haile J.M. 1992. Molecular dynamics simulation, elementary methods, John Wiley & Sons, Inc., Canada.

[17] Kazanç S. 2018. Cu3Pd Alaşımın Fonon Spektrumu ve Termoelastik Özelliklerinin Moleküler Dinamik Benzetimi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 34(2): 20-30.

[18] Stukowski A. 2009. Visualization and analysis of atomistic simulation data with OVITO–the Open Visualization Tool. Model. Simul. Mater. Sci. Eng., 18: 15012.

[19] Subramanian, P.R., Laughlin D.E.1991. Cu-Pd (Copper-Palladium). Journal of Phase Equilibria, 12: 231-243.

H_2O_2 TESPİTİ İÇİN METAL-GRAFEN NANOKOMPOZİT ELEKTROTLAR

METAL-GRAPHENE NANOCOMPOSITE ELECTRODES FOR H_2O_2 DETECTION

Emir ÇEPNİ
(Doktora Öğrencisi) Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Nanobilim ve Nanomühendislik Anabilim Dalı
Dr. Öğr. Üyesi Hülya ÖZTÜRK DOĞAN
Atatürk Üniversitesi Erzurum Meslek Yüksek Okulu Kimya Teknolojisi Programı

Hidrojen peroksit (H_2O_2) biyolojik sistemde oksidatif stres belirteci ve savunma maddesi olarak önemli bir rol oynar. H_2O_2 çevreyi kirleten birkaç yüksek reaktifin yan ürünlerinden biridir ve nörolojik hastalık durumlarının normal hücre fonksiyonlarında kritik bir rol oynar. İnsan vücudundaki birkaç temel protein sınıfının H_2O_2 tarafından zarar görmesiyle diyabet, kanser ve nörodejeneratif bozukluklar gibi çeşitli hastalıklar meydana gelebilir. Bu nedenle, yüksek konsantrasyonlara ulaştığında, protein, lipid ve nükleik asitlerin bozulmasıyla hücre üzerinde toksik bir etki oluşturur. Ayrıca, Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC), H_2O_2'in insanlar için kanserojen bileşik olarak sınıflandırılmadığını ancak in-vitro sistemlerde bazı mutajenik özelliklerin gözlemlendiğini bildirmiştir. H_2O_2'in kansere neden olan etkileri şu anda araştırmacılar tarafından araştırılmaktadır. Dolayısıyla, H_2O_2 tespiti biyolojik sistemde gerçekten önemlidir. Elektrokimyasal, floresans, kromatografik gibi literatürde H_2O_2 tayini için çeşitli yöntemler araştırılmıştır. Bu yöntemler içinde elektrokimyasal teknik; düşük maliyet, yüksek hassasiyet, düşük tespit limiti ve gerçek zamanlı algılamaya izin verme gibi çeşitli avantajlarından dolayı en faydalı olan yöntemdir. H_2O_2'in tespitinde katalitik aktiviteleri arttırmak amacıyla, metal oksitler (CuO, PbO, ZnO, TiO_2, SnO_2 vb.) ve metal nanoparçacıkları (Ru, Au, Ag, Pt, vb.) gibi elektrokimyasal sensörler geçmişte sıklıkla incelenmiştir. Ayrıca eşsiz nanoyapı ve mükemmel bir elektronik iletkenlik nedeniyle, H_2O_2 tespiti için grafen temelli elektrokimyasal sensörler literatürde kullanılmıştır.

Bu çalışmada, metal iyonları (Pd^{+2}, Cu^{+2}, Ni^{+2}) ve grafen oksit içeren bir sulu çözelti kullanarak tek adımlı bir elektrokimyasal depozisyon tekniği yardımıyla Au elektrot üzerinde metal-grafen nanokompozitinin elektrokimyasal sentezi rapor edilmiştir. Hazırlanan elektrotlar, H_2O_2'in amperometrik tespitleri için kullanıldı. Sonuçlar, metal-grafen nanokompozit modifiye Au elektrotlarının H_2O_2'in tespiti için aktif elektrotkatalizörler olarak kullanılabileceklerini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Grafen, Grafen Oksit, Elektrokatalizör, Elektrokimyasal İndirgenme, H_2O_2 sensör

ABSTRACT

Hydrogen peroxide (H_2O_2) plays an important role in biological system as an oxidative stress marker and defense agent. H_2O_2 is also one of the by-products of several high reagents polluting the environment and serves a critical role in a number normal cell function of neurological disease states. Human body can cause various diseases such as diabetes, cancer, and neurodegenerative disorders with the damage of several classes of essential proteins by H_2O_2. Therefore, when it reaches high concentrations, it forms a toxic effect on the cell by forming degradation of proteins, lipids and nucleic acids. Furthermore, International Agency for Research on Cancer (IARC) reported that H_2O_2 is not classified as carcinogenic compound for humans but some mutagenic properties has been observed in in-vitro systems. Cancer-causing effects of H_2O_2 are currently being investigated by researchers. Thus, H_2O_2 detection is really important in biological system. Several methods have been investigated for the determination of H_2O_2 in the literature such as electrochemical, fluorescence, chromatographic. For these methods electrochemistry is the most useful because of its various advantage such as low cost, high sensitivity, low detection limit and allowing to real-time sensing. To increase catalytic activities for detection of H_2O_2, metal oxides (CuO, PbO, ZnO, TiO_2, SnO_2 etc.) and metal nanoparticles (Ru, Au, Ag, Pt, etc.) based electrochemical sensors have been frequently studied in the past. Also because of unique nanostructure and an excellent electronic conductivity, graphene based electrochemical sensors have been used for detection of H_2O_2.

In this study, we report one-pot electrochemical deposition of metal-graphene nanocomposite on Au electrode by one-pot an done-step electrochemical deposition technique using one aqueous solution including metal ions (Pd^{+2}, Cu^{2+}, Ni^{+2}) and graphene oxide. The as-prepared electrode was used for the amperometric detections of H_2O_2. The results indicate that metal-graphene nanocomposite modified Au electrodes are useful catalysts for the detection of H_2O_2.

Keywords: Graphene, Graphene Oxide, Electrocatalyst, Electrochemical Reduction, H_2O_2 sensor.

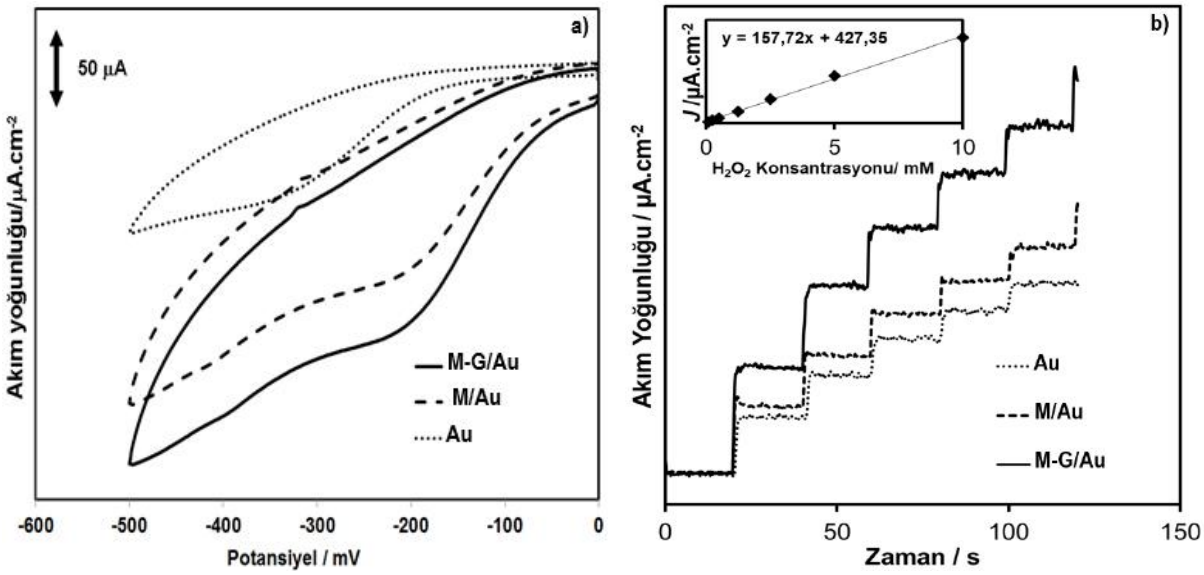
GİRİŞ

Grafen; bal peteği örgü yapısında bulunan grafit katmanlarının tek bir tabakasına verilen isimdir (Alwarappan vd. 2012). Grafenden elde edilen karbon naotüpler, fullerenler ve grafit ile karşılaştırıldığında grafen tabakasının üstün elektronik özellikleri, büyük yüzey alanı, sıfır band-gap enerjisi, termal kararlılığı ve yüksek elektron mobilitesi vardır (Novoselov vd. 2004). Bu özelliklerinden dolayı karbon temelli malzemelerin parlayan yıldızı olarak nitelendirilmektedir (Rao vd. 2009). Grafen metal veya metal oksit parçacıkları ile kompozit oluşturduğunda sahip olduğu üstün özelliklerini kompozit içerisinde de sergileyerek materyalin elektronik ve optik özelliklerinin iyileştirilmesini sağlar (Chen vd. 2011; Liu vd. 2011; Park vd. 2014). Grafen ve metal/metal oksit-grafen nanokompozit malzemeler mikroelektronikte, optoelektronikte, katalizörlerde, biyosensör uygulamalarında oldukça sık kullanılırlar (Jeong vd. 2009). Grafen elde edilmesi için mikromekanik ayrıştırma, SiC yüzeyinden epitaksiyel büyütme, kimyasal buhar depozisyonu ve grafen oksitin kimyasal/elektrokimyasal indirgenmesi teknikleri kullanılmıştır. Bu çalışmada grafen; grafen oksitin elektrokimyasal indirgenmesi yöntemi ile sentezlenmiştir. Metal-grafen (M-G) kompozitlerinin

elektrokimyasal sentezi; metal iyonları ve grafen oksitin Au elektrot yüzeyinde eş zamanlı indirgenmesi ile gerçekleştirildi. Elektrokimyasal çalışmalarda çalışma elektrodu olarak Au elektrot, referans elektrot olarak Ag/AgCl (3.5 M KCl) ve karşıt elektrot olarak Pt tel kullanılmıştır. Sentezlenen kompozit film XRD, XPS ve SEM teknikleri kullanılarak karakterize edilmiş ve elde edilen kompozit materyalin enzimatik olmayan H_2O_2 sensörü olarak kullanımı araştırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

M-G nanokompozitlerinin Au elektroda kazandırdığı elektrokatalitik etkinin belirlenmesi amacıyla; modifiye edilmemiş Au ve metal modifiye edilmiş Au (M/Au) elektrotların 10 mM H_2O_2 içeren 0,1 M fosfat tamponu çözeltisindeki dönüşümlü voltamogramları Şekil 1a'da karşılaştırıldı. Bu voltamogramlar incelendiğinde H_2O_2'in elektrokimyasal indirgenmesi için daha düşük potansiyel ve indirgenme sonucu daha yüksek akım yoğunluğu değeri kompozit modifiye elektrotta elde edilmiştir. Ayrıca Şekil 1b'de verilen amperometri grafiğinde de dönüşümlü voltamogramlara benzer sonuç görülmüştür. Amperomogramdan dedeksiyon limiti ve duyarlılık değerleri hesaplandığında sentezlenen kompozit materyalin oldukça hassas algılama gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 1. MO-G/Au, MO/Au ve Au elektrotların **a)** 10 mM H_2O_2 içeren 0,1 M fosfat tamponu ortamında kaydedilen dönüşümlü voltamogramları ve **b)** farklı konsantrasyonlarda H_2O_2 ilavesine ait akım yoğunluğu-zaman grafikleri

SONUÇ

Bu çalışmada Au elektrot yüzeyinde M-G nanokompozitlerinin tek potansiyelde ve tek aşamalı elektrokimyasal sentezi gerçekleştirilmiştir. Sentezlenen M-G kompozitlerinin enzimatik olmayan H_2O_2 sensörü olarak kullanımı incelenmiştir. Farklı M-G yapıları H_2O_2'in elektrokimyasal indirgenmesine karşı benzer katalitik etki sergilemişlerdir. Ayrıca farklı M-G nanokompozitleri için

H_2O_2 sensörü uygulamasında dedeksiyon limitleri ve duyarlılıkları da hesaplanmıştır. Bu değerler literatür ile karşılaştırıldığında, literatürde mevcut bulunan sensörlere göre oldukça iyi olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

Alwarappan, S., Boyapalle, S., Kumar, A., Li, C., Mohapatra, S. 2012. ‘‘Comparative study of single-, few-, and multilayered graphene toward enzyme conjugation and electrochemical response’’, J. Phys. Chem. C, 116, 6556−6559.

Chen, M., Park, C., Choi J., Oh, W. 2011. ‘‘Synthesis and characterization of metal (Pt, Pd and Fe)-graphene composites’’, J.Korean Ceramic Soc., 48 (2), 147-151.

Jeong, H., Lee, Y. P., Jin, M. H., Kim, E.S., Bae, J. J., Lee, Y. H. 2009. ‘‘Thermal stability of graphite oxide’’. Chemical Physics Letters, 470, 255-258.

Liu, X., Mao, J., Liu, P., Wei, X. 2011. ‘‘Fabrication of metal-graphene hybrid materials by electroless deposition’’, Carbon, 49(2), 477-483.

Novoselov K.S., Geim A.K., Morozov S.V., Jiang D., Zhang Y., Dubonos S.V., Grigorieva, I.V., Firsov, A.A. 2004. ‘‘Electric field effect in atomically thin carbon films’’, Science, 306, 666–669.

Park, S., An, J., Jung, I., Piner, R.D., An, J.S., Li, X., Velamakanni, A., Ruoff, R. S. 2009. ‘‘Colloidal suspensions of highly reduced graphene oxide in a wide variety of organic solvents’’, Nano Letters, 9 (4), 1593-1597.

Rao, C.N.R., Sood, A.K., Subrahmanyam, K.S., Govindaraj, A., 2009. ‘‘Graphene: The new two-dimensional nanomaterial’’, Angew. Chem., Int. Ed., 48, 7752-7777.

HAVZA HİDROLOJİSİNDE KULLANILAN AKARSU HAVZALARINA AİT BOYUTSUZ HAVZA PARAMETRELERİ

DIMENSIONLESS BASIN PARAMETERS OF RIVER BASINS USED IN BASIN HYDROLOGY

İnşaat Yüksek Mühendisi Arman UÇAR
DSİ 17. Bölge Müdürlüğü

Mahmut FIRAT
İnönü Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Akarsu havzalarının üzerine düşen yağışı akışa dönüştürmesi sırasında havzanın fiziksel, morfolojik ve drenaj özellikleri önemli rol oynamaktadır. Bu parametrelerin belirlenmesi özellikle, fiziksel tabanlı yağış akış modellerinin kurulması, taşkın frekans analizleri, debi süreklilik eğrilerinin elde edilmesi, gözlem değeri olmayan havzalarda hidrolojik modellerin geliştirilmesi için homojen bölgelerin belirlenmesi, bu bölgelerde bölgesel modellerin kurulması ve katı madde analizinin gerçekleştirilmesinde kullanılmaktadır. Bu tür çalışmalarda havza ve drenaj parametreleri ile hidrolojik değişkenler arasındaki ilişkinin derecesinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu çalışma kapsamında akarsu havzalarında havzada hidrolojik olayların oluşumunda önemli etkileri olan "boyutsuz havza parametreleri" ve bunların etkileri tartışılmıştır. Bunun için literatürde çeşitli araştırmacılar tarafından önerilen, sediment taşınımı, taşkın analizi, hidrograf analizi, akarsu akım tahmini gibi birçok alanda kullanılan "boyutsuz parametreler" belirlenmiştir. Bu parametrelerden bazıları temel olarak, standart kıvrımlılık oranı, havza şekil faktörü, lemniscate oranı, havza şekil indeksi, biçim faktörü, sıkışıklık oranı, uzama oranı, dairesellik oranı, yuvarlaklık oranı, rölatif rölyef vb. şeklinde verilebilir. Bu parametrelerin elde edilmesinde gerekli değişkenler, sınır koşulları, uygulama alanları detaylandırılmıştır. Bu parametrelerin tahmin model sonuçları üzerindeki etkileri, havza verimi, hidrografın şekli, maksimum debinin görülme süresi üzerindeki etkileri çerçevesinde değerlendirmeler yapılmıştır. Burada verilen ve etkileri tartışılan boyutsuz parametrelerin havza hidrolojisi, tahmin modelinin geliştirilmesi (sediment ve akış) alanında yapılacak çalışmalar için referans oluşturma potansiyelinin olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akarsu havzası, havza hidrolojisi, boyutsuz havza parametresi

ABSTRACT

The physical, morphological and drainage characteristics of the river basins play an important role in transition of the precipitation to runoff. These parameters are especially used for the establishment of physical-based precipitation runoff models, flood frequency analysis, obtaining flow duration curves, determination of homogeneous regions for the development of hydrological models in the ungauged basins, establishment of regional models and solid matter analysis in these regions. In such studies it is important to determine the level of relationship between basin and drainage parameters and hydrological variables. "Dimensionless basin parameters", which have important effects on the formation of hydrological events in river basins, and their effects, are discussed in this study. For this purpose, "dimensionless parameters" proposed by various researchers in the literature which used in many fields such as sediment transport, flood analysis, hydrograph analysis, Stream flow estimation have been determined. Some of these parameters are basically; Sınuosıty, Basin shape factor , lemniscate shape, shape index, form factor, compactness ratıo, elongation ratio, circularity ratio, roundness ratio, relative relief, etc. it can be given in the form of. Limiting conditions, application areas and the variables which requıred obtaining these parameters are detailed. The effects of these parameters on the estimation model results, basin yield, and shape of the hydrograph and on the duration of the maxımum discharge were evaluated. Watershed hydrology of dimensionless parameters, which effects of them discussed here, is thought to have the potential to create references for studies in the field of the development of forecasting model (Sediment and runoff)
Keywords: Basin, basin hydrology, dimensionless basin parameter

1. Giriş

Akarsu havzaları üzerine düşen yağışı çıkış noktasında akışa dönüştüren sistem olarak tanımlanabilir (USUL, 2017). Yağışın akışa dönüşmesinde akarsu havzasının fiziksel özellikleri ve drenaj karakteristikleri büyük önem taşımaktadır. Bu parametrelerin belirlenmesi özellikle fiziksel tabanlı yağış akış modellerinin kurulmasında, taşkın analizlerinde, gözlem değeri olmayan havzalarda hidrolojik modellerin geliştirilmesi için homojen bölgelerin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu tür çalışmalarda havza ve drenaj parametreleri ile hidrolojik değişkenler arasındaki ilişkinin derecesinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Jena ve Tiwari (2006) boşaltım havzalarının jeomorfolojik parametreleri ile sentetik birim hidrograf parametrelerinin modellenmesi için Midnapore ve Bankura bölgelerinde yer alan iki orta büyüklükteki tarımsal drenaj havzasında ve bunların alt drenaj havzalarında CBS ile havza parametreleri hesaplamıştır. Çalışmada, drenaj ağını uzaktan algılama uydu görüntülerinden elde ederek, birim hidrograf parametreleri ile jeomorfolojik parametreler arasında bir korelasyon matrisi oluşturulmuştur. Raju ve Kumar (2011), havzaya uygun koruma ve yönetim uygulamalarının formüle edilebilmesi için Rajasthandaki Khetal drenaj havzası uygulama alanı olarak seçilmiştir. Çalışmada havzaya ait 25 mikro havzanın homojen gruplara ayırabilmek için K- Ortalamalar, Fuzzy Kümeleme ve Kohonen Sinir Ağları gibi üç sınıflandırma tekniği kullanılmıştır. Venkatramanan vd. (2013) CBS yaklaşımı kullanılarak akarsu havzasının karakteristik özelliklerinin

elde edilmesi amaçlamıştır. Çalışmada, havza derecesinin morfolojik karakteristiği yaklaşımında CBS tabanlı yaklaşımın geleneksel yöntemlere göre daha uygun olduğu ileri sürülmüştür. Avinash vd. (2014), gözlem verilerinin olmadığı havzalarda hidrolojik analizlerde kullanmak üzere havza parametrelerinin belirlenmesinde CBS tekniklerinin uygulama potansiyeli araştırmıştır. Bunun için havzaya ait morfometrik parametreler hesaplanarak havza 7 alt havzaya ayrılmıştır. Bu çalışmada, hidrolojik çalışmalarda kullanılmak ve tahmin modellerine altlık oluşturmak amacıyla akarsu havzasına ait boyutsuz parametrelerin CBS yardımıyla belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, literatür taraması yapılarak farklı amaçlar için geliştirilen tahmin modelleri incelenmiş, havza ve drenaj ağına ait değişken listesi oluşturulmuştur.

2. Boyutsuz Havza Parametreleri

Havza parametrelerinin belirlenmesi özellikle fiziksel tabanlı yağış akış modellerinin kurulmasında, taşkın frekans analizlerinde, debi süreklilik eğrilerinin elde edilmesinde, gözlem değeri olmayan havzalarda hidrolojik modellerin geliştirilmesi için homojen bölgelerin belirlenmesinde ve bu bölgelerde bölgesel modellerin kurulmasında kullanılmaktadır. Bu nedenle bu çalışma kapsamında aşağıda detayları verilen parametreler (Çizelge1) göz önünde bulundurulmuştur. *İncelik Oranı;* Melton (1957) tarafından önerilmiş olup bir akarsu havzasında ana akarsu kolunun uzunluğunun havza çevresine oranı (denklem (1)) şeklinde ifade edilir. *Kıvrım Oranı;* Smart ve Surkan (1967) tarafından önerilmiş olup, bir havzada ana akarsu kolunun uzunluğunun havza uzunluğuna oranı şeklinde ifade edilmektedir (denklem (2)). *Yuvarlaklık Oranı;* akarsu havzasının şekli hakkında bilgi elde etmeye yardımcı olan, havza alanı ve uzunluğu dikkate almaktadır (denklem 3)) (Chorley, 1957).

$$Fi = (Lm)/(P) \tag{1}$$

$$Rw = (Lm)/(Lb) \tag{2}$$

$$R_{or} = \frac{4*A}{P*L_b^2} \tag{3}$$

Dairesellik Oranı (Rc); havza alanının havza ile aynı çevreye sahip bir dairenin alanına oranı şeklinde ifade edilir (denklem (4) (Miller, 1953; Strahler, 1964). Bu parametrenin 1 olması durumunda havzanın şeklinin dairesel olduğu şeklinde yorumlanabilir. *Uzama Oranı (Re);* havza alanı ile aynı alana sahip dairenin çapının havzanın maksimum uzunluğuna oranı şeklinde hesaplanır ve havzanın hidrolojik karakteristiği hakkında bilgi verir (denklem (5)) (Schumm, 1956). *Sıkışıklık Oranı (Cr);* havzanın çevresinin havza alanı ile aynı alana sahip bir dairenin çevresine oranı şeklinde tanımlanır (denklem (6)) (Horton, 1945; Gupta, 1999).

$$Rc = (4 * \pi * A)/P^2 \tag{4}$$

$$Re = 1.128 * (\frac{\sqrt{A}}{L_b}) \quad (5)$$

$$Cr = 0.2821 * P/(A^{0.5}) \quad (6)$$

Biçim faktörü; Horton (1932, 1945) tarafından önerilmiş olup havza alanının ve uzunluğunun karesine oranı şeklinde hesaplanır (denklem (7)). *Havza şekil indeksi;* Horton (1932, 1945) tarafından önerilmiş olup havza uzunluğunun karesinin havza alanına oranı şeklinde hesaplanır (denklem (8)). *Lemniscate oranı;* Chorley (1957) tarafından önerilen bu parametre, drenaj havzası şekillerindeki değişimi ayırt etmek, bir drenaj havzasının şeklinin sekiz eğrisine ne kadar yakın veya benzerlik gösterdiğine karar vermek için kullanılmaktadır (denklem (9)) (Ivanoua vd., 2012; Farhan ve Nawaysa, 2015; Farhan vd., 2015). *Havza Şekil Faktörü;* havzanın şekli hakkında değerlendirme yapabilmek, diğer havzalarla şekil açısından karşılaştırma yapmak için kullanılmaktadır (denklem (10)) (Hagget, 1956).

$$Fr = {}^{A}/_{L_b^2} \quad (7)$$

$$Sw = L_b^2/A \quad (8)$$

$$Le = \frac{L_b^2}{4*A} \quad (9)$$

$$BSI = (1.27 * A/L_b^2) \quad (10)$$

Çizelge 3.1 Çalışma kapsamında hesaplanan havza ve drenaj parametreleri

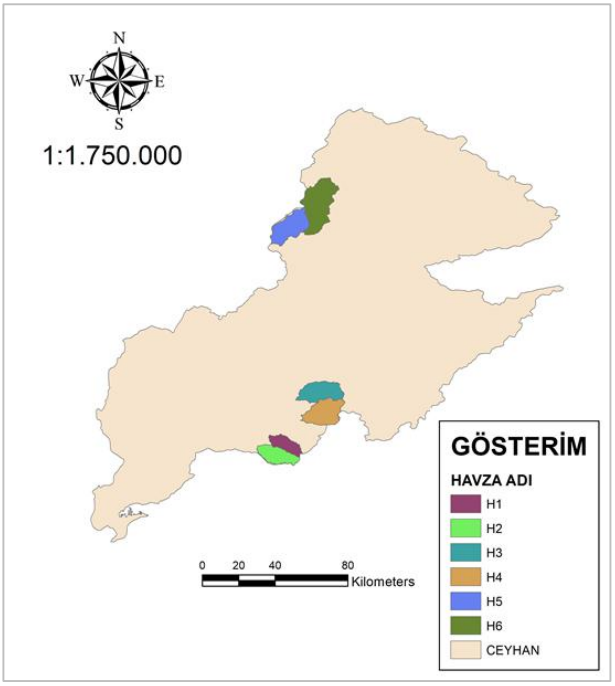
Parametre	Denklem	Kaynak
İncelik Oranı (Fi)	$Fi = (Lm)/(P)$	Melton (1957)
Kıvrım Oranı (Rw)	$Rw = (Lm)/(Lb)$	Smart ve Surkan (1967)
Yuvarlaklık Oranı (Ror)	$Ror = \frac{4*A}{P*L_b^2}$	Chorley (1957)
Dairesellik Oranı (Rc)	$Rc = (4 * \pi * A)/P^2$	Miller (1953); Strahler (1964)
Uzama Oranı (Re)	$Re = 1.128 * (\frac{\sqrt{A}}{L_b})$	Schumm (1956)
Sıkışıklık Oranı (Cr)	$Cr = P/(2 * (\sqrt{\pi * A}))$	Horton (1945); Gupta (1999); Gravelius (1914)
Biçim Faktörü (Fr)	$Fr = {}^{A}/_{L_b^2}$	Horton (1932,1945)
Havza Şekil İndeksi (Sw)	$Sw = L_b^2/A$	Horton (1932, 1945)
Lemniscate Oranı (Le)	$Le = \frac{L_b^2}{4*A}$	Chorely (1957); Ivanoua vd. (2012); Farhan vd. (2015)
Havza Şekil faktörü (BSI)	$BSI = (1.27 * A/L_b^2)$	Hagget (1956)

Lb; Havza uzunluğu (km), A; Havza alanı (km^2), P; Havza çevresi (km), Lm; Ana akarsu uzunluğu (km)

3. Uygulama ve Tartışma

3.1. Çalışma Alanı

Bu çalışmada akarsu alt havzalarında boyutsuz parametrelerin belirlenmesi için Ceyhan Havzası uygulama alanı olarak seçilmiştir. Ceyhan Havzasının en önemli akarsuyu Ceyhan Nehri olup 509 km uzunluğunda, 21 391 km2 drenaj alanına sahiptir. Uygulama alanında CBS yazılımı aracılığıyla 6 adet alt havza oluşturulmuştur (Uçar, 2018).

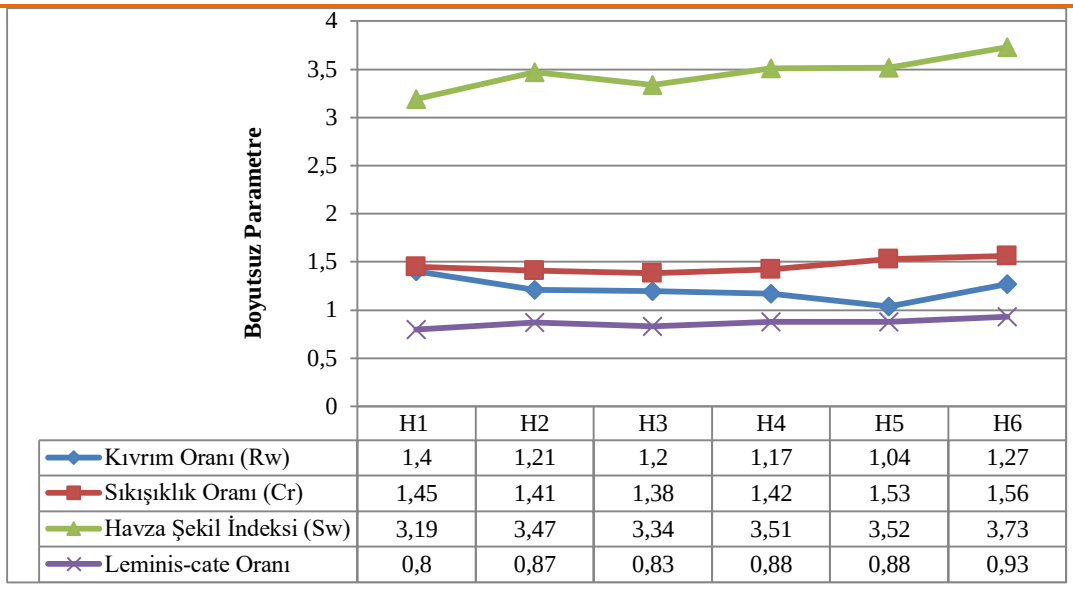


Şekil 1. Uygulama alanı ve alt havzalar (Uçar, 2018)

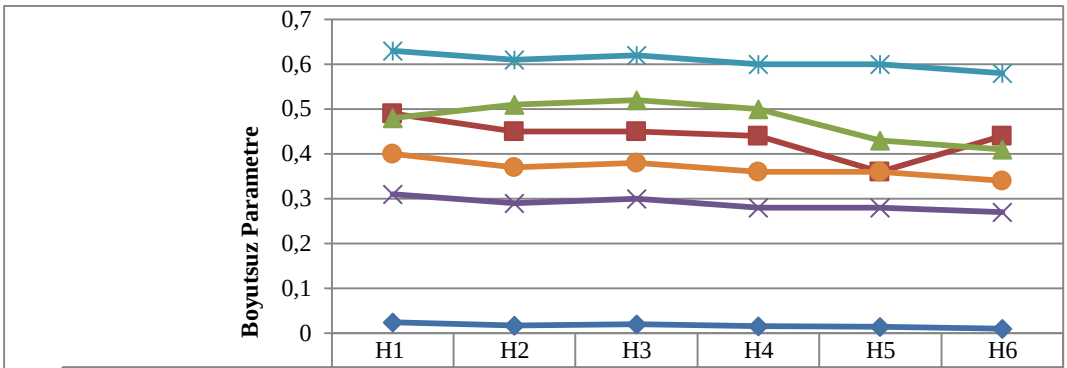
3.2. Sonuçlar ve Tartışma

Çalışmanın bu bölümünde uygulama alanı olarak seçilen Ceyhan havzasında belirlenen alt havzalara (6 alt havza) ait boyutsuz parametreler CBS yazılımı ile belirlenmiştir (Uçar, 2018). Ceyhan havzasında 5 yıldan daha fazla gözlem değerine sahip AGİ'ler dikkate alınmış ve bunların drenaj sınırları belirlenerek havza parametreleri hesaplanmıştır. CBS yazılımı aracılığıyla 6 alt havzaya hesaplanan 10 adet boyutsuz parametreye ait değerler Şekil 2'de verilmiştir (Uçar, 2018).

Düşük Cr değerine sahip alanlarda risk faktörlerine karşı az hassasiyet görülürken, yüksek Cr ise risk faktörlerine karşı yüksek hassasiyet görülmektedir (Aher vd., 2014). Sıkışıklık oranı, 1.38 ile 1.56 arasında, kıvrım oranı, 1.04 ile 1.40 arasında değişmektedir. Havza Şekil indeksi, daha düşük değere sahip olan bir havzada, havza şekil endeksi yüksek olana nazaran daha kısa gecikme süresi görüleceğinden dolayı pik noktasına daha kısa sürede ulaşılır (Meraj vd., 2015). Havza şekil faktörü 0.34 ile 0.40 arasında değişmektedir.



	H1	H2	H3	H4	H5	H6
Kıvrım Oranı (Rw)	1,4	1,21	1,2	1,17	1,04	1,27
Sıkışıklık Oranı (Cr)	1,45	1,41	1,38	1,42	1,53	1,56
Havza Şekil İndeksi (Sw)	3,19	3,47	3,34	3,51	3,52	3,73
Leminis-cate Oranı	0,8	0,87	0,83	0,88	0,88	0,93



	H1	H2	H3	H4	H5	H6
Yuvarlaklık Oranı	0,025	0,017	0,021	0,016	0,015	0,011
İncelik Oranı	0,49	0,45	0,45	0,44	0,36	0,44
Daire-sellik Oranı	0,48	0,51	0,52	0,5	0,43	0,41
Biçim Faktörü	0,31	0,29	0,3	0,28	0,28	0,27
Uzama Oranı	0,63	0,61	0,62	0,6	0,6	0,58
Havza Şekil Faktörü	0,4	0,37	0,38	0,36	0,36	0,34

Şekil 2. Alt havzalar için hesaplanan boyutsuz havza parametreleri (Uçar, 2018)

Havza şekil indeksi, alt havzalarda 3.19 ile 3.73 arasında değişmektedir. Biçim Faktörü, uzun-dar havzalarda daha büyük uzunluklar görülmesi sebebiyle daha küçük biçim faktörü değerine sahiptirler. Bir havzanın mükemmel dairesel bir havza olarak tanımlanabilmesi için biçim faktörü değerinin 0.7854'ten düşük olması gerekir (Magesh vd., 2011). Biçim Faktörü 0.27 ile 0.31 arasında değişmektedir. Sonuçlara göre havzaların yassı şekle yakın olduğu görülmektedir. Uzama oranının 1'e yakın olduğu durumda düşük rölyef gözlemlenir. Re değerinin 0.9-1 arasında oluşu dairesel, 0.8 ile 0.9 arasında oluşu oval, 0.7 ile 0.8 arasında oluşu az ince ve uzun, 0.7 ile 0.5 arasında oluşu ince ve uzun, 0.5' ten küçük oluşu ise çok ince ve uzun şekle işaret etmektedir (Samal vd., 2015). Düşük uzama oranı değerine sahip bölgeler erozyon hususuna daha yatkınken, yüksek uzama değerine sahip alanlarda ise düşük akış görülür. Uzama Oranı değeri, 0.58 ile 0.63 arasında değişmektedir. Sonuçlara göre havza şekillerinin yassı şekle yakın olduğu görülmektedir. Dairesellik Oranı, 0.41 ile 0.52 arasında değişmekte olup, havza şekillerinin yassı şekle yakın olduğu görülmektedir.

4. Sonuçlar

Uygulama alanında akım gözlem değeri ölçümü olan ve farklı büyüklüklerde 6 alt havza için toplamda 10 adet parametre CBS yazılımı ile belirlenmiştir. bunlar; İncelik Oranı, Kıvrım Oranı, Yuvarlaklık Oranı, Dairesellik Oranı, Uzama Oranı, Sıkışıklık Oranı, Biçim Faktörü, Havza Şekil İndeksi, Lemniscate Oranı ve Havza Şekil faktörü şeklindedir. Dairesellik oranı, Uzama oranı ve Biçim faktörü sonuçlarına göre alt havzaların yassı şekle yakın olduğuna işaret ettiği görülmüştür. Kıvrım Oranı (Rw) değerinin 1.04 ile 1.40 arasında, Leminiscate Oranı (Le) değerinin 0.8 ile 0.93 arasında, Yuvarlaklık oranının 0.011 ile 0.025 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde bir havzaya ait parametrelerin hesaplanmasında ArcGIS yazılımının önemli bir yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, Arman UÇAR tarafından 2018 yılında tamamlanan Yüksek Lisans Tezinden üretilmiş ve İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, (İÜ-BAP FYL-2015-75) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

Aher, P.D., Adinarayana, J., Gorantiwar, S.D. (2014). Quantification of morphometric characterization and prioritization for management planning in semi-arid tropics of India: A remote sensing and GIS approach. Journal of Hydrology. 511, 850-860.

Avinash, K., Deepika, B., Jayappa, K.S. (2014). Basin Geomorphology and Drainage Morphometry Parameters Used as Indicators for Groundwater Prospect: Insight from Geographical Information System (GIS) Technique. Journal of Earth Science. 25, 1018-1032.

Chorley, R.J.(1957). Illustrating the laws of morphometry. Geological Magazine.84,140–150.

Farhan, Y., Nawaysa, S. (2015). Spatial Assessment of Soil Erosion Risk in Wadi Kerak, Southern Jordan Using RUSLE and GIS Techniques. Env. Earth Sciences. 74, 4649-4669.

Farhan, Y., Anbar, A., Enaba, O., Al-Shaikh, N. (2015). Quantitative Analysis of Geomorphometric Parameters of Wadi Kerak, Jordan, Using Remote Sensing and GIS. Journal of Water Resource and Protection. 7, 456-475.

Gravelius, H. (1914). Grundrifi der gesamten Gewcisserkunde. Band I: Flufikunde (Compendium of Hydrology, Vol. I. Rivers, in German). Goschen, Berlin.

Gupta, B.L. (1999). Engineering hydrology. 3rd ed. Runoff, 46–56.

Hagget, P. (1956). Locational analysis in human geography. Edward Arnold Ltd, London, 339.
Horton, R.E. (1932). Drainage basin characteristics. Transactions – American Geophysical Union. 13, 350–361.

Horton, R.E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrophysical approach to quantitative morphology. Geol. Soc. of America Bul. 56, 275-370.

Ivanoua, E., Nedkov, R., Ivanova, I. and Radeva, K. (2012). Morpho-Hydrographic Analyze of Black Sea Catchment Area in Bulgaria. Procedia Environmental Sciences. 14, 143-153.

Jena, S.K. ve Tiwari, K.N. (2006). Modeling synthetic unit hydrograph parameters with geomorphologic parameters of watersheds. Journal of Hydrology. 319, 1-14.

Magesh, N.S., Chandrasekar, N., Soundranayagam, J.P. (2011). Morphometric evaluation of Papanasam and Manimuthar watersheds, parts of Western Ghats, Tirunelveli district, Tamil Nadu, India: a GIS approach. Environ Earth Sci. 64, 373-381.

Melton, M. A. (1957). An analysis of the relations among the elements of climate, surface properties and geomorphology. Tech. Report II. New York Dep. of Geology, Columbia Univ.

Meraj, G., Romshoo, S.A., Yousuf, A.R., Altaf, S., Altaf, F. (2015). Assessing the influence of watershed characteristics on the flood vulnerability of Jhelum basin in Kashmir Himalaya. Nat Hazards. 77, 153-175.

Miller, V.C. (1953). A quantitative geomorphic study of drainage basin characteristics in the clinch mountain area. Technical Report-3, Department of Geology, Columbia University.

Raju, K.S. ve Kumar, D.N. (2011). Classification of microwatersheds based on morphological characteristics. Journal of Hydro-environment Research. 5, 101-109.

Samal, D.R., Gedam, S.S., Nagarajan, R. (2015). GIS based drainage morphometry and its influence on hydrology in parts of Western Ghats region, Maharashtra, India. Geocarto International. 30, 755-778.

Schumm, S.A. (1956). Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Perth Amboy, New Jersey. Geological Society of America Bulletin, 67, 597-646.

Smart, J. S., Surkan, A. J. (1967). The Relation between Mainstream Length and Area in Drainage Basins. Water Resources Research. 3, 963–974.

Strahler, A.N. (1964). Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In: V.T. Chow, ed. Hand book of applied hydrology. 4, 39–44.

ELEKTROKİMYASAL OKSİDASYON YÖNTEMİ İLE SULU ORTAMLARDAN REACTIVE ORANGE 16 GİDERİMİ ÜZERİNE DESTEK ELEKTROLİT KONSANTRASYONUNUN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF SUPPORT ELECTROLYTE CONCENTRATION ON REACTIVE ORANGE 16 REMOVAL FROM AQUATIC ENVIRONMENTS BY ELECTROCHEMICAL OXIDATION METHOD

Araş. Gör. Dr. Dilara ÖZTÜRK

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

ÖZET

İnsan nüfusunun artması ile doğan ihtiyaca paralel olarak hızla sayısı artan endüstrilerde ürünle beraber atıksu çıkışının olması kaçınılmazdır. Bu endüstriler arasında tekstil endüstrisinden kaynaklanan atıksuların arıtılmadan alıcı ortama deşarjı sonucu yeraltı ve yüzey sularındaki ekotoksikolojik etkileri giderek artmaktadır. Endüstriyel kuruluşlarda ortaya çıkan kirliliklerin farklılık göstermesi sebebi ile endüstriyel atıksu arıtma ünitelerinin söz konusu prosese has geliştirilmesi önemlidir. Bu çalışmada Reactive Orange 16 (RO16) boyar maddesinin sulu ortamlardan elektrokimyasal oksidasyon yöntemi ile giderimi üzerine destek elektrolit konsantrasyonunun renk (mg/L Pt-Co) giderim verimliliği ve enerji tüketimi üzerine etkisi sürekli sistemde incelenmiştir. Denemelerde elek tipi Ti/Pt anot ve Ti katot kullanılmıştır. 40 mm x 200 mm boyutlarındaki elektrotlar arası mesafe 3 mm olarak seçilmiştir. Denemelerde 7 cm iç çap ve 22 cm derinliğe sahip ceketli cam reaktör kullanılmıştır. Destek elektrolit olarak NaCl seçilmiş olup destek elektrolit konsantrasyonu 10 mM-2000 mM aralığında çalışılmıştır. Sabit sistem işletme şartları ise; pH: 6.62 (doğal), Q: 10 mL/dak, J: 9.47 mA/cm², T: 25 °C' dir. Elde edilen verilere göre artan destek elektrolit konsantrasyonu ile renk giderim verimliliği artmış, enerji tüketim değerleri azalmıştır. Artan destek elektrolit kullanımı ile renk giderim verimlerinde artış sağlansa da deşarj standartları göz önünde bulundurularak yüksek giderim veriminin, düşük enerji tüketiminin ve düşük çıkış suyu klorür konsantrasyonunun olduğu şartlarda optimum destek elektrolit konsantrasyonuna karar vermek önemlidir. Bu amaçla optimum destek elektrolit konsantrasyonu 1000 mM olarak belirlenmiştir. Bu şartlarda çıkış suyu renk konsantrasyonu 240 mg/L Pt-Co, klorür konsantrasyonu 150 mg/L olup Su kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine (SKKY) göre deşarj standartları sağlanmıştır. Ayrıca 1000 mM NaCl kullanımı ile sistem enerji tüketim değeri 20.15 kW-sa/m³ olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Reactive Orange 16, Elektrokimyasal oksidasyon, Ti/Pt anot, Atıksu arıtımı

ABSTRACT

In parallel with the need arising from the increase in human population, it is inevitable that there will be wastewater output with the product in rapidly increasing industries. Among these industries, ecotoxicological effects of groundwater and surface waters are gradually increasing as a result of discharge of wastewater from textile industry to receiving environment without treatment. Due to the differences in the pollution occurring in industrial establishments, it is important to develop specific industrial wastewater treatment units to this process. In this study, the effect of support electrolyte concentration on color (mg/L Pt-Co) removal efficiency and energy consumption on removal of Reactive Orange 16 (RO16) dyes from aqueous media by electrochemical oxidation method was investigated in a continuous system. Sieve type Ti/Pt anode and Ti cathode were used in the experiments. The distance between electrodes of 40 mm x 200 mm was chosen as 3 mm. The jacketed glass reactor with an inner diameter of 7 cm and a depth of 22 cm was used in the experiments. NaCl was selected as the support electrolyte and the concentration of the support electrolyte was studied in the range of 10 mM-2000 mM. Fixed system operating conditions were set as; pH: 6.62 (natural), Q: 10 mL/dak, J: 9.47 mA/cm², T: 25 °C. According to the obtained data, color removal efficiency increased and energy consumption values decreased with increasing support electrolyte concentration. Although the use of increased support electrolyte increases the color removal efficiency, it is important to decide the optimum support electrolyte concentration in conditions where high removal efficiency, low energy consumption and low effluent chloride concentration are considered by taking into account discharge standards. For this purpose, the optimum support electrolyte concentration was determined as 1000 mM. In these conditions, the outlet wastewater color concentration was calculated as 240 mg/L Pt-Co, chloride concentration was determined as 150 mg/L and discharge standards are provided according to the Water Pollution Control Regulation (WPCR). In addition, the energy consumption value of the system was calculated as 20.15 kW-h/m³ using 1000 mM NaCl.

Keywords: Reactive Orange 16, Electrochemical oxidation, Ti/Pt anode, Wastewater Treatment

1. GİRİŞ

Ülkemizde çevre kirliliğine neden olan başlıca sektörler; Kağıt, tekstil, süt, demir-çelik, deri, fermantasyon, konserve, çimento, bor, et, boya, petrol rafineri, şeker, termik santraller ve çeşitli maden işletmeleridir. Tekstil endüstrisi de bu sektörlerden biridir, bu endüstri atıksularının içerdiği boyarmaddelerin birincil olarak alıcı ortamlardaki ışık geçirgenliğini azaltmaları nedeniyle bu ortamdaki bitkilerin fotosentez hızları ve dolayısıyla doğal yoldan oksijen üretiminin düşmesi, ikincil olarak da kullanılan boyar maddelerin belli konsantrasyonların üstünde suda yaşayan canlılar açısından zehirlenmeye neden olabilmesi şeklinde iki etkisi söz konusudur. Kullanılan boyar maddeler belirli dalga boylarında ışık için kuvvetli absorpsiyon kabiliyetine sahip olduklarından az miktarda boyar madde bile suyun geçirgenliğinin bozulmasına sebep olabilmektedir. Su içindeki 1 mg/L'nin altındaki boyar madde konsantrasyonları bile gözü rahatsız edebilmektedir. Bu nedenle sudaki doğal ışık dağılımı suda çözünmüş boyar maddeler aracılığı ile değişiklikler oluşturur ve sudaki ışık yoğunluğu ve yansıyan ışık miktarı azalır. Bu da foto sentetik aktivitenin yavaşlatılması demektir. Atıksuyun deşarj edildiği yer genellikle sınırlandırılmış olmasına rağmen, deşarj edilen atıksudaki boyar maddeler herhangi bir yöntemle giderilmezse, alıcı ortamdaki doğal ışık dağılımında bozulma tehlikesi oluşur.

Ayrıca boyar maddelerin bazı sucul organizmalarda birikmesi toksik ve kanserojen ürünlerin meydana gelme riskini de beraberinde getirmektedir. Bu boyar maddeler, birden fazla uzun aromatik halka ve çift bağ taşıması sebebiyle biyolojik parçalanabilirlikleri az ve ayrışmaya dayanıklı kimyasal maddelerdir. Renkli endüstriyel atıksulardaki boyar maddelerin moleküler özellikleri ile çevresel açıdan taşıdıkları önem nedeniyle arıtılabilirliklerinin araştırılması ve arıtma seçeneklerinin ortaya konulması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda boyar madde içeren tekstil endüstrisi atıksularının renk giderim prosesleri ekolojik açıdan önem kazanmaktadır ve bu suların alıcı ortamlara deşarjından evvel su kirliliği kontrolü yönetmeliğinde (SKKY, 2004) belirtilmiş olan sınır limitlerin altına düşürülmesi gerekmektedir.

Endüstri atıklarının bertaraf edilmesinde; Atığın orijinine, türüne, temizlendikten sonra kullanım amacına ve yöre kaynaklarına göre değişik yöntemler kullanılmaktadır. Boyar madde içeren atıksular için birçok arıtım alternatifi literatürde mevcuttur;

Sponza ve arkadaşları (2000) tarafından yapılan bir çalışmada Reaktif Black 5 ve Synozol Red boyalarının anaerobik arıtma ile renksizleşebildikleri, kullanılan mikroorganizma kültürüne ve boya konsantrasyonuna bağlı olarak %23 ile %78 arasında değişen KOİ giderme verimlerinin elde edilebileceği belirlenmiştir. Rengin tamamının giderilmesi azo boyar maddelerin renk veren N=N yapısının anaerobik kültür tarafından parçalanması ile mümkün olmuştur. KOİ'nin tamamen giderilememesi, meydana gelen ara ürünlerin anaerobik kültür tarafından parçalanamamasındandır

Dovletoglou ve arkadaşları (2002), boya endüstrisi atıksularının kimyasal koagülasyon yöntemi ile arıtımını inceleyerek koagülant dozu ve pH değerinin etkilerini araştırmışlardır. $FeSO_4$ (Demir(II)Sülfat), $Al_2(SO_4)_3$ (Alüminyum Sülfat) ve PAC (Polialüminyum klorür) koagülant olarak kullanılmıştır. $FeSO_4$ için en uygun pH' nın 9.7 olduğunu bulmuşlardır. Koagülant miktarı 2000 mg/L olarak kullanıldığında KOİ ve bulanıklık gideriminin sırasıyla % 30-80 ve % 70-99 arasında olduğunu rapor etmişlerdir. $Al_2(SO_4)_3$ ile yapılan çalışmalarda pH ayarlaması yapılmasına gerek kalmadan koagülant dozu 2500 mg/L olarak ayarlandığında % 70-95 KOİ giderimi, % 90-99 oranında ise bulanıklık giderimi elde ettiklerini belirtmişlerdir.

Eyvaz ve arkadaşları (2006), tekstil endüstrisi atıksularının elektrokoagülasyon ile arıtımını teknik ve ekonomik açıdan değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında, demir ve alüminyum elektrotlar tek kutuplu paralel (MP-P), tek kutuplu seri (MP-S) ve çift kutuplu seri (BP-S) bağlantı şekli ile kullanılmıştır. KOİ ve bulanıklık giderimleri sistem verimliliğini değerlendirmek için kullanılmıştır. Kullanılan atıksuda KOİ 2031 mg/L, bulanıklık 671 NTU olarak tespit edilmiştir. 30 A/m^2 ve 15 dakika reaksiyon süresinde deneyler gerçekleştirilmiştir. Demir elektrot kullanıldığında BP-S bağlı sistemde pH 5'te yaklaşık % 70 KOİ giderimi sağlanmıştır ancak MP-S şartlarda çalışıldığında yüksek pH' larda daha iyi sonuçlar elde etmişlerdir. pH 6-7 değerlerinde en yüksek KOİ giderimi % 90'la MP-S bağlı sistemde sağlanmıştır. Alüminyum elektrotta ise pH 5'te BP-S sistemle % 90 üzeri bulanıklık giderildiğini raporlanmıştır.

Karagözlüoğlu ve Malkoç (2017) tekstil atıksularının Al ve Fe elektrotları kullanılarak elektrokoagülasyon ile arıtımını amaçlamışlardır. Çalışmada elektrokoagülasyon ile Remazol Brilliant Orange 3R Spec Gran (Reactive Orange 16) reaktif tekstil boyası çözeltilerinden, renk, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI) ve bulanıklık giderimini incelemişlerdir. Bu amaçla monopolar paralel bağlı Al ve Fe elektrotların kullanıldığı bir elektrokimyasal reaktörde, pH, akım yoğunluğu, iletkenlik ve işletme süresinin, proses performansı üzerine etkileri araştırılmıştır. Ayrıca enerji ve elektrot tüketimine bağlı olarak işletme maliyeti hesaplamışlardır. Çalışma sonucunda, alüminyum elektrot ile elektrokoagülasyon prosesinde optimum şartlar; pH:6, akım yoğunluğu: 100 A/m^2, iletkenlik: 500 µS/cm ve işletme süresi: 20 dakika olarak belirlenmiştir. Bu şartlarda %79.5 renk, %60.2 KOİ ve % 91.9 bulanıklık giderme verimi elde edilmiştir. Demir elektrot için optimum deney şartları ise; pH: 8, akım yoğunluğu 75 A/m^2, iletkenlik 1000 µS/cm ve işletme süresi 20 dakika olarak belirlenmiş, bu şartlarda %99.07 renk, %42.26 KOİ ve %91.89 bulanıklık giderme verimi elde edilmiştir. Alüminyum ve demir elektrotlar için işletme maliyeti sırasıyla 1.489 $\$/m^3$ ve 0.504 $\$/m^3$ olarak hesaplanmıştır.

Mohammed ve Yılmaz (2018) platin elektrotlar kullanılarak elektrokimyasal oksidasyon yöntemi ile gerçek tekstil atıksuyunda renk ve organik madde giderimini araştırmışlardır. Çalışmalarında akım yoğunluğunun, elektrotlar arası mesafenin, elektrolit konsantrasyonunun ve başlangıç pH değerinin KOİ ve renk giderimine etkisi araştırılmıştır. Çalışma boyunca atıksuya uygulanan maksimum potansiyel fark, elektrot mesafesi, elektrolit konsantrasyonu ve pH değerleri sırasıyla 25 volt, 1 cm, 100 mg/L ve 3 olarak belirlenmiştir. Bu şartlar altında yapılan denemede elde edilen KOİ ve renk giderim verimleri sırasıyla %90.54 ve %99.9 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca tekstil atıksularında organik maddelerin parçalanması için asidik ortamın daha uygun olduğunu belirtmişlerdir.

2. ÇALIŞMANIN AMACI VE YÖNTEMİ

Bu çalışmada Reactive Orange 16 (RO16) boyar maddesinin sulu ortamlardan elektrokimyasal oksidasyon yöntemi ile giderimi üzerine destek elektrolit konsantrasyonunun renk (mg/L Pt-Co) giderimi ve enerji tüketimi üzerine etkisinin sürekli sistemde incelenmesi hedeflenmiştir.

2.1. Sulu Çözeltilerin Hazırlanması ve Analizler Yöntemleri

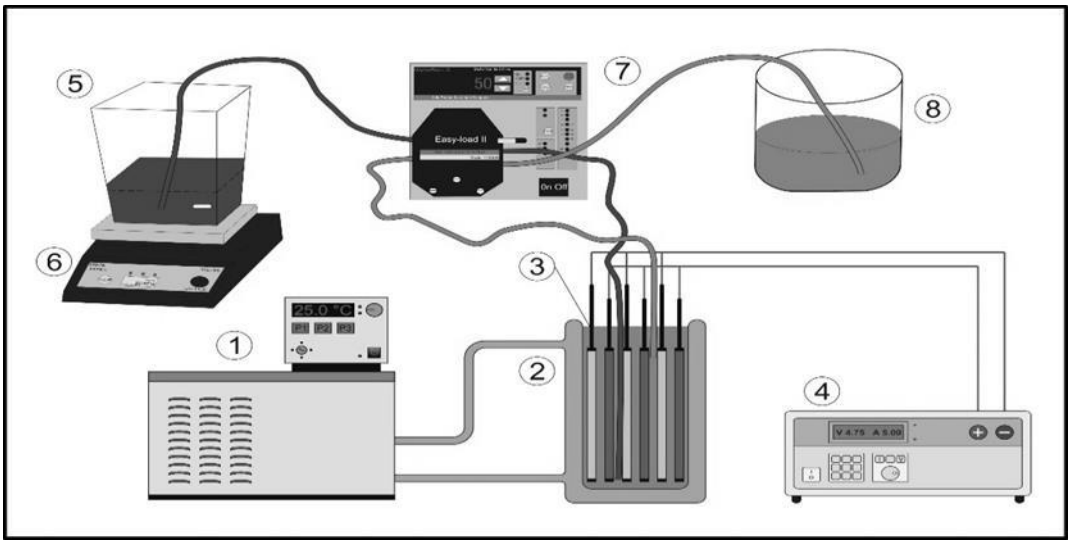
Çalışılan boyar madde % 70 saflık derecesine sahip olup denemeler boyunca sabit 100 mg/L konsantrasyonda kullanılmıştır. pH, sıcaklık ve elektriksel iletkenlik ölçümleri multiparametre ölçer kullanılarak ölçülmüştür. Ayrıca KOİ (kimyasal oksijen ihtiyacı, mg/L) analizi kapalı sistem kolorimetrik standart metoduna (Eaton ve ark., 2005) göre, renk değişimleri ise Pt-Co standart metoduna (Hongve ve Akkeson, 1996) göre analiz edilmiştir. Çalışmanın tamamında arıtılmamış boyar madde atıksuyunun değerlerinin belirlenmesinin yanı sıra çalışma sonunda çıkış suyunun pH, iletkenlik, sıcaklık ve volt değişimleri de sürekli takip edilmiştir. Sistem verimliliğinin belirlenmesinde renk (mg/L Pt-Co) parametresi kullanılmıştır. Çalışmalarda arıtım sonrası ortamda kalan klorür konsantrasyonları arjantometrik esasa dayanan mohr metodu (Jeffrey ve ark., 1989) ile analiz edilmiştir Atıksuyun karakterizasyonu Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. Atıksuyun Karakterizasyonu

Parametre	Birim	Değer
pH	-	6.62
Elektriksel iletkenlik	µs/cm	14.20
Kimyasal Oksijen İhtiyacı	mg/L	3080.15
Renk	mg/L Pt-Co	11250

2.2. Elektrooksidasyon Denemelerinin Yapıldığı Düzenek

RO16 boyar maddesi atıksuyunun elektrooksidasyon (EO) prosesi ile arıtımı için kullanılan elektrolitik hücre 7 cm iç çap ve 22 cm derinliğe sahip ısı ceketli reaktör camdan yapılmıştır. Anot materyali olarak Ti/Pt elek plaka, katot materyali olarak Ti elek plaka kullanılmıştır. Tüm elektrot boyutlarının toplam yüzey alanı yaklaşık 1056 cm² olarak hesaplanmıştır. Elektrotlar arası mesafe 3 mm olarak seçilmiş ve toplam 6 elektrot (3 anot ve 3 katot) monopolar paralel olarak bağlanmıştır. Bütün deneylerde kullanılacak atıksuyun hacmi 700 mL' dir. Dijital kontrollü doğru akım güç kaynağı (TTI/QPX1200S) (0-60 V, 0-50 A) kullanılarak sisteme elektrik sağlama amaçlı kullanılmıştır. EO işleminde sisteme verilen elektrik enerjisinin bir kısmı çeşitli sebeplerden dolayı ısı enerjisine dönüştüğünden dolayı reaktör içeriğini sabit sıcaklıkta tutmak için sıcaklık kontrollü bir sıvı sirkülatörü (Labo C200-H13) (-20, +80 °C) kullanılmıştır. Denemelerde atıksu debisini ayarlamak için peristaltik pompa (Longer Pump BT600-2J) kullanılmıştır. Denemelerin yapıldığı deneysel düzenek Şekil 1' de gösterilmiştir.



Şekil 1. Deneysel düzenek

*1-Sabit sıcaklık sıvı sirkülatörü, 2-Isı ceketli reaktör, 3-Elektrotlar, 4-Doğru akım güç kaynağı, 5-Atıksu girişi haznesi, 6- Manyetik karıştırıcı, 7-Peristaltik Pompa, 8-Atıksu çıkışı toplama kabı

Destek elektrolit konsantrasyonunun sistem verimliliği üzerindeki etkisinin incelendiği bu denemelerde destek elektrolit olarak NaCl seçilmiş olup destek elektrolit konsantrasyonu 10 mM-2000 mM aralığında çalışılmıştır. Sabit sistem işletme şartları ise; pH: 6.62 (doğal), Q: 10 mL/dak, J: 9.47 mA/cm², T: 25 °C' dir

2.3. Sistem Verimliliği ve Enerji Tüketiminin Hesaplanması

Sistem verimliliği renk parametresi üzerinden Eşitlik 1 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\eta(\%) = \frac{C_0 - C_t}{C_0} x100 \qquad (1)$$

Burada, C_0 başlangıçta atıksudaki renk konsantrasyonunu (mg/L), C_t t anında atıksuda kalan renk konsantrasyonunu (mg/L) göstermektedir.

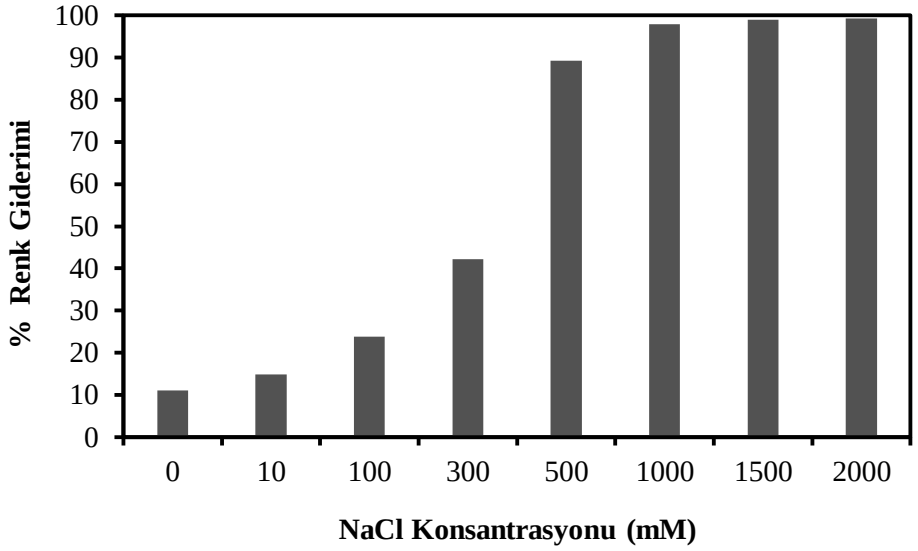
Enerji tüketim değerleri EO süresinde kaydedilen parametrelerin yardımı ile Eşitlik 2 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$E\left(\frac{kW\text{-}saat}{m^3}\right) = \frac{VxIxt}{v} \qquad (2)$$

Burada, E: enerji tüketim değerini (kW-saat/m³), I: uygulanan akım şiddetini (A), V: sistemde oluşan potansiyel farkı (Volt), t: reaksiyon süresini (saat) ve v: reaktördeki toplam çözelti hacmini göstermektedir (m³).

3. BULGULAR

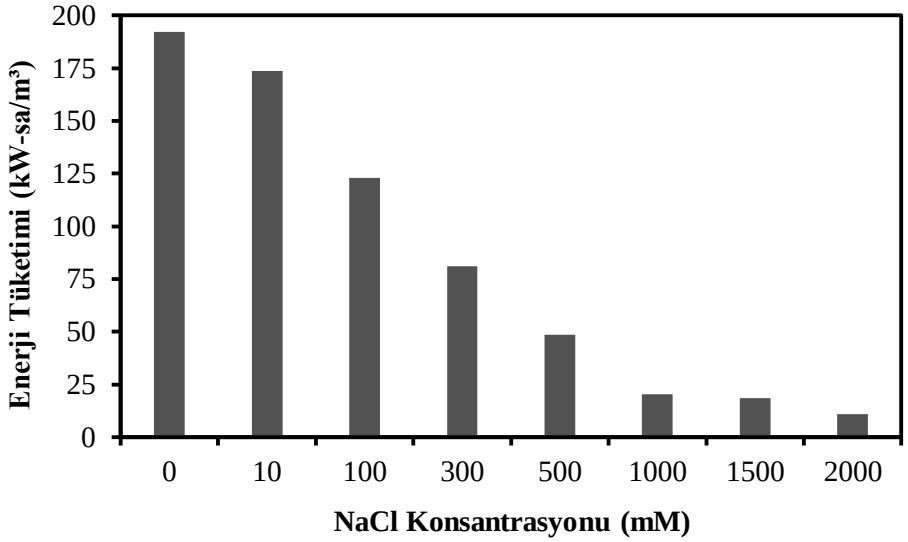
NaCl konsantrasyonunun renk giderimi üzerindeki etkisini gözlemlemek için sabit başlangıç boya konsantrasyonunda (100 mg/L), sabit 25 °C reaksiyon sıcaklığında, 10 mL/dak. atıksu besleme hızında, 9.47 mA/cm² akım yoğunluğunda, atıksu başlangıç doğal pH değerinde (6.62), 70 dakika reaksiyon süresinde denemeler yapılmıştır. Bu şartlarda yapılan denemelerde NaCl konsantrasyonları 0, 10, 100, 300, 500, 1000, 1500 ve 2000 mM olarak çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar Şekil 2 ve Şekil 3' te verilmiştir.



Şekil 2. NaCl konsantrasyonunun renk giderimi üzerine etkisi

Destek elektrolit kullanımının boyar madde çözeltisinin elektriksel iletkenliğini arttırarak sulu çözeltide bulunan boyar maddenin elektrokimyasal parçalanabilirliğini hızlandırdığı ve renk giderim verimlerinde artış sağladığı Şekil 2' den görülmektedir. Destek elektrolit dolaylı elektrooksidasyonu pozitif yönde etkilediği için önemli bir parametredir. Şekil 2'den görüldüğü gibi en yüksek giderim 2000 mM NaCl kullanıldığında elde edilmiştir, destek elektrolit konsantrasyonunun yüksek olması ile dolaylı elektrooksidasyonu sağlayan OCl^-, HOCl, ClO_3^- ya da ClO_4^- gibi oksidantların konsantrasyonu da artmaktadır böylece kirleticilerin daha fazla oksitlenmesi söz konusu olmaktadır. Ancak yüksek miktarda destek elektrolit kullanımı endüstriyel ölçekte düşünüldüğünde eklenmesi gereken NaCl yüzlerce ton olabileceğinden maliyet optimizasyonu sağlayabilmek amacıyla destek elektrolit konsantrasyonunu optimize etmek önemlidir (Ozturk ve Yilmaz, 2019).

Ayrıca SKKY' e göre atıksuların atıksu altyapı tesislerine deşarjında öngörülen Cl^- (Klorür) konsantrasyonu 10000 mg/L iken, alıcı ortama deşarjda klorüre karşı hassas bitkilerin varlığı durumunda 400 mg/L limit değer olarak kabul edilmektedir. Diğer taraftan alıcı ortama deşarjda klorlu organik maddeler, kloraminler balıklar ve diğer su canlıları için çok toksiktir. Bu sebeple destek elektrolit kullanımı ile kirlilik parametrelerinin giderim verimlerinde artış sağlansa da deşarj standartları göz önünde bulundurularak kirlik parametrelerinde yüksek giderim veriminin, düşük enerji tüketiminin ve düşük çıkış suyu klorür konsantrasyonunun olduğu şartlarda optimum destek elektrolit konsantrasyonuna karar verilmelidir. Destek elektrolit konsantrasyonunu optimize ederken dikkat edilmesi gereken en önemli husus, su kirliliği kontrol yönetmeliğinde (SKKY) renk parametresi için belirlenen deşarj standartlarının sağlanıp sağlanmadığıdır. Bu bağlamda 1000, 1500 ve 2000 mM NaCl' ün kullanıldığı denemelerde SSKY' de renk parametresi için belirlenen 280 mg/L Pt-Co sınır değer sağladığından çıkış suyu klorür düzeyleri bu denemeler için arjantometrik yöntem ile analiz edilmiştir. Sonuçlar Tablo 2' de gösterilmiştir.



Şekil 3. NaCl konsantrasyonunun enerji tüketimi üzerine etkisi

Destek elektrolit kullanımı enerji tüketim değerlerini düşürmesinin yanı sıra elektriksel iletkenliği arttırarak sistemde tüketilen enerji miktarını düşürmektedir. Şekil 3'ten görüleceği üzere destek elektrolitsiz ortamda tüketilen enerji miktarı 10, 100, 300, 500, 1000, 1500 ve 2000 mM NaCl kullanımı ile sırasıyla % 9.57, % 36, % 57.88, % 74.69, % 89.52, % 90.34 ve % 94.28 oranında düşmüştür. Bu durum; Sisteme eklenen destek elektrolit miktarının artması nedeniyle atıksuyun iletkenliğinin artması ve aynı akımın sistemden geçmesi için gerekli potansiyel farkın azalması sonucu sistemdeki enerji tüketiminin azalması ile açıklanabilir.

Tablo 2. NaCl konsantrasyonunun çıkış suyu Cl^- konsantrasyonuna etkisi

NaCl Konsantrasyonu (mM)	Çıkış suyu renk konsantrasyonu (mg/L Pt-Co)	Çıkış suyu Cl^- konsantrasyonu (mg/L)	Enerji tüketimi (kW-sa/m³)
1000	240	150	20.15
1500	120	470	18.56
2000	80	880	10.99

Tablo 2' de sistemde kullanılacak NaCl konsantrasyonunun optimizasyonu için 1000, 1500 ve 2000 mM NaCl konsantrasyonunun çıkış suyu renk konsantrasyonu, çıkış suyu Cl^- konsantrasyonu ve enerji tüketimi üzerine etkisi gösterilmiştir. Artan NaCl konsantrasyonu ile çıkış suyu renk konsantrasyonunda düşüş gözlemlense de çıkış suyu Cl^- konsantrasyonun alıcı ortama deşarjda klorüre karşı hassas bitkilerin varlığı durumunda limit değerin 400 mg/L olduğu göz önüne alınmalıdır.

NaCl konsantrasyonunun optimizasyonunda enerji tüketiminin minimum olduğu ve SKKY deşarj standartlarına göre çıkış suyu Cl^- (400 mg/L) ve renk (280 mg/L Pt-Co) konsantrasyonlarının sağlandığı kriterler göz önüne alındığında 1000 mM NaCl kullanımında deşarj standartlarının renk ve Cl^- parametreleri için sağlandığı açıktır.

4. SONUÇLAR

Elde edilen verilere göre; 10 mL/dak atıksu besleme hızında, 9.47 mA/cm² akım yoğunluğunda, atıksu başlangıç doğal pH değerinde (6.62), 25 °C reaksiyon sıcaklığında gerek arıtım sonrası ortamda kalan klorür miktarının az olması gerek çıkış suyu renk konsantrasyonunun deşarj standartlarını sağlaması gerekse enerji tüketiminin az oluşu sebebiyle optimum NaCl konsantrasyonu 1000 mM olarak belirlenmiştir. Bu şartlarda elektrooksidasyon prosesine tabii tutulan atıksuyun renk giderim verimi % 97.87, sistemde tüketilen enerji miktarı 20.15 kW-sa/m³' tür.

KAYNAKLAR

1. Dovletoglou, O., Philippopoulos, C., Grigoropoulou, H., 2002. Coagulation for Treatment of Paint Industry Wastewater, Journal of Environmental Science and Health, 37, 1361-1377.
2. Eaton, A.D., Clesceri, L.S., Greenberg, A.E., Franson, M.A.H., 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater, Am. Public Health Assoc. 1015, 49–51.
3. Eyvaz, M., Bayramoğlu, M., Kobya, M., 2006. Tekstil Endüstrisi Atıksularının Elektrokoagülasyon İle Arıtılması: Teknik ve Ekonomik Değerlendirme, Su Kirlenmesi Kontrolü, 16, 55-65.
4. Hongve, D., Akkeson, G., 1996. Spectrometric determination of water color in Hazen units, Water Res., 30(11), 2771–2775.
5. Jeffrey, G.H., Bassett, J., Mendham, J., Denney, R.C., 1989. VOGEL's Textbook of Quantitative Chemical Analysis (5th ed.), Longman Scientific & Technical, New York.
6. Karagözoğlu, B., Malkoç, R. 2017. Tekstil Atıksularından Reactive Orange 16 Boyasının Elektrokoagülasyon Prosesi Kullanılarak Gideriminin Araştırılması. Cumhuriyet Science Journal, 38(3), 544-556.
7. Mohammed N.A., Yılmaz, T., 2018. Decolorization and Organic Material Removal From Textile Wastewater by Means of Electrochemical Oxidation Method, Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 35(1), 91-100.
8. Ozturk, D., Yilmaz, A.E. 2019. Treatment of slaughterhouse wastewater with the electrochemical oxidation process: Role of operating parameters on treatment efficiency and energy consumption. Journal of Water Process Engineering, 31, 100834.
9. SKKY, 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Resmi Gazete No 25687, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara
10. Sponza, D., Işık, M., Atalay, H. 2000. Reaktif Black 5 ve Synozol Red Azo Boyalarının Anaerobik Arıtılabilirliği, I.T.Ü. 7. Endüstriyel Kirlenme Kontrolü Sempozyumu, İstanbul, 19-34.

THE WORKSPACE OPTIMIZATION OF A 2-DOF RRRRP PLANAR MECHANISM USING GENETIC ALGORITHM

Atilla BAYRAM
Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, VAN Yuzuncu Yil University

Fırat KARA
Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Izmir Institute of Technology

ABSTRACT

This study addresses an optimal kinematic design of a RRRRP mechanism used in control of a spatial inverted pendulum system as an actuation mechanism. A spatial inverse pendulum with two degrees of freedom (DOF) is tried to be kept stably in this upright position with this actuation mechanism. For such a control operation, a five-bar planar RRRRP (R: rotational, P: prismatic) mechanism configuration with 2-DOF is selected as a driver unit. The linear and rotational inputs are applied to the mechanism to produce high accelerations at the pendulum connection point. The workspace is one of the most important characteristics of the mechanisms. The mechanism must be capable of moving over a relatively large area without locking in the workspace. The PRRRR mechanism to be used in this study has many parameters related to workspace. Therefore, in this kinematic design, the optimization of the workspace was carried out by using Genetic Algorithm (GA). Also, this process involves the investigation of the inverse kinematics and Jacobian based singularity configurations of the mechanism. The optimal design of the mechanism is based on an objective function with the existence of the inverse kinematic solution and the global condition index (GCI) on the discretized defined workspace. In addition, some mechanism constraints are considered for the success of the optimization. The workspace with the desired performance and no singularity was obtained via the optimal mechanism dimensions. So, the optimization method provided a workspace in which all the rotational input corresponds to each linear one without locking.

Keywords: Inverted pendulum, Two DOF planar mechanisms, workspace analysis, Genetic Algorithm

1- Introduction

Due to their higher rigidity, acceleration and accuracy, parallel mechanisms are often used in applications such as high speed pick and place, machine feeding, trajectory tracking, force/torque sensors. On the other hand, these mechanisms have disadvantages such as small workspaces and low performance because of the additional constraints which stem from their closed structures. Many studies have been conducted on these mechanisms to overcome these disadvantages. The performance of the mechanisms depends largely on the geometric parameters. Improvement of workspace according to different criteria such as rigidity [1], dexterity [2], workspace size [3], force transmission [4] of mechanisms based on dimension synthesis has been discussed in many studies. Generally, these studies are on three degree of freedom (DOF) mechanisms, commonly known as platform type mechanisms. The workspace optimization in design of these mechanisms are performed according to the positioning and orientation of the end effector [5,6]. However, 2DOF mechanisms are used only for positioning. The majority of studies on 2DOF mechanisms with minimum DOF for positioning in a planar region are related to five-bar mechanisms. These mechanisms have different configurations depending on the joint type. The most widely studied one is the familiar 5R symmetrical five-bar mechanism [7,8]. In addition to this mechanism, there are also different topological configurations such as PRRRP [9], PRRRR [10], RPRPR [11], which are also a five-bar mechanism with 2DOF.

There is a strict relationship between the geometric parameters of the mechanism and its performance. It is a subtle problem to define geometric parameters intuitively or in any specified method to optimize the performance of mechanisms. Although there is no definite study on this subject, most of the studies produced in literature depend on the type of mechanism and also the different simplifying assumptions. The methods used in the workspace analysis based on the dimensional synthesis of mechanisms are classified as numerical and geometric. Liu et al. tried to optimize the workspace by using the workspace atlas according to the criteria of global condition index (GCI), global velocity index (GVI), global utility load index (GPI) and global stiffness index (GSI), reducing the number of unknown parameters of the mechanism to three [12]. Huang et al. discretizing the Cartesian workspace performed an optimization in regard to criteria which are both local and global good condition index (LCI / GCI) numerically based on the Jacobian matrix [13]. The genetic algorithm (GA) is a non-deterministic stochastic research method and is a special case of the "Hill Climbing" method, which is capable of performing a search on the whole solution space which can be used in workspace optimization. Although it is stated that the calculation time in the mechanical design optimization with GA is rather high, this does not cause any problem in this regard as these are off-line operations. GA with the global optimization feature optimizes the workspace through the mechanism parameters based on the minimization of an objective function. The optimization of this space is not enough to increase the size of the workspace alone. At the same time, it is aimed to possess a workspace which is highly dexterity and singularity free. Stan et al. [11] proposed such an objective function for the GA that only involves the increase of the workspace area as a criterion in the optimization of a 2DOF mechanism, while

Kucuk [6] and Arsenault and Boudreau [14] used the workspace size, GCI and singularity as the objective function in the optimization with GA.

In this study, the optimal kinematic design of the RRRRP mechanism was made to control a spatial inverted pendulum system in the upright position. The mechanism with 2DOF is used as an actuator mechanism. In this kinematic design, the optimization of the workspace was realized by using GA algorithm. At this stage, the inverse kinematics of the mechanism was studied and singularity configurations were investigated based on Jacobian matrix. The optimal design of the mechanism is accomplished with an objective function based on the existence of the inverse kinematic solution and the global condition index (GCI) on the discrete defined workspace as well as the constraint of the mechanism. As a result, the dimensions of the mechanism obtained produced a workspace with desired performance and without singularity. At the same time, the kinematic analysis of the mechanism was performed according to the optimal results. Then, the physical mechanism designed for these dimensions was manufactured and tested.

2- RRRRP Mechanism Design

High acceleration and a fast response with this acceleration at the point where the spatial inverted pendulum is mounted on a planar platform are the most important features expected from the actuation mechanism to be designed. In this design, such a control operation requires a driver unit with 2DOF. For this purpose, a special RRRRP (R: Rotational, P: Prismatic) mechanism configuration with five bar and 2DOF shown in Figure 1 has been selected for capable of generating high acceleration requirement. In this configuration, one prismatic and one rotational joint are active and by means of these joints, the specified motions can be created at the pendulum connection point by applying linear and rotational driver inputs.

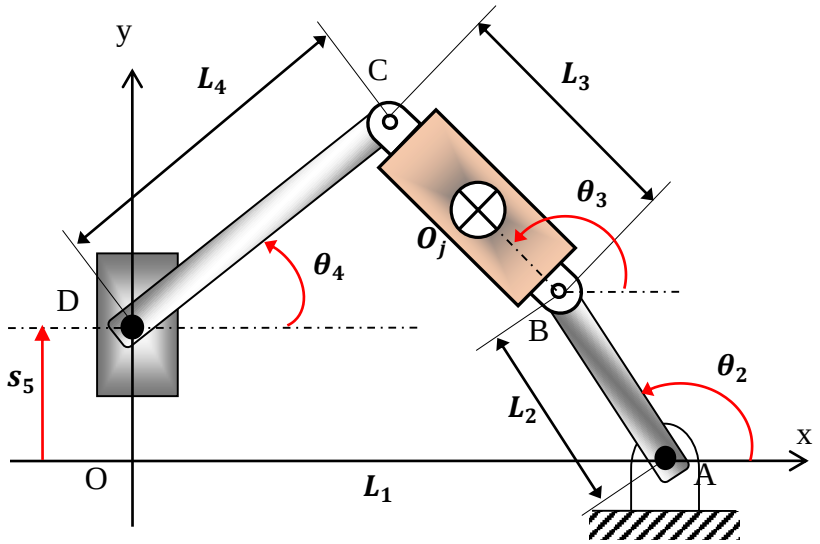


Figure 1. The pendulum actuation mechanism with RRRRP configuration

In this mechanism, L_1 represents the distance of the rotational input joint to the origin, L_2 is the rotational input link dimension, L_3 is the inverted pendulum platform dimension and L_4 is the dimension of the prismatic motion connecting link. Also, θ_2 shows the variable of the rotational joint input and s_5 is the prismatic joint input variable. In this design, θ_3 and θ_4 are the passive joint variables. O_j represents the connection point between the spatial inverted pendulum and the actuation mechanism and it also represents the tip point of the end-effector in this work. The workspace optimization is carried out considering this connection point.

3- Kinematics Analysis of the Mechanism

The actuation mechanism possesses only one closed loop and from Figure 1, the vectorial equation and its scalar equations can be written as follows.

$$\vec{OA}+\vec{AB}+\vec{BC}=\vec{OC}+\vec{CD}$$

$$L_1+L_2\cos(\theta_2)+L_3\cos(\theta_3)=L_4\cos(\theta_4) \quad (1)$$

$$L_2\sin(\theta_2)+L_3\sin(\theta_3)=s_5+L_4\sin(\theta_4) \quad (2)$$

Eliminating θ_4 terms from Eqn (1) and Eqn (2), the following expression is obtained depending on θ_3 .

$$K_1\cos\theta_3+K_2\sin\theta_3+K_3=0 \quad (3)$$

Where,

$$K_1=2L_1L_3+2L_2L_3\cos\theta_2$$

$$K_2=2L_2L_3\sin\theta_2-2L_3s_5$$

$$K_3=L_1^2+L_2^2+L_3^2+s_5^2-L_4^2+2L_1L_2\cos\theta_2-2L_2s_5\sin\theta_2$$

By using the half angle formulas of $\sin\theta_3=\frac{2t_3}{1+t_3^2}$ and $\cos\theta_3=\frac{1-t_3^2}{1+t_3^2}$, the passive joint angle of θ_3 can be calculated as follows.

$$\theta_3=\text{atan2}\left(2t_3,1-t_3^2\right) \quad (4)$$

$$t_3=\frac{-K_2+\sigma_3\sqrt{K_1^2+K_2^2-K_3^2}}{K_3-K_1},\quad \sigma_3=\pm1 \quad (5)$$

After finding θ_3, the other passive joint angle, θ_4, can be defined without any sign ambiguity.

$$\theta_4=\text{atan2}(\varsigma_2,\varsigma_1) \quad (6)$$

Where

$$\varsigma_1 = \cos(\theta_4) = \frac{1}{L_4}\left(L_1 + L_2\cos(\theta_2) + L_3\cos(\theta_3)\right) \qquad \varsigma_2 = \sin(\theta_4) = \frac{1}{L_4}\left(L_2\sin(\theta_2) + L_3\sin(\theta_3) - s_5\right)$$

As seen from Eqn (5), two positional singularities occur in the calculation of θ_3.

$K_1^2 + K_2^2 - K_3^2 < 0$: the first positional singularity

$K_3 - K_1 = 0$: the second positional singularity

In this mechanism, as shown in Figure 1, O_j is taken as the tip point of the end-effector and the coordinates of this point are given below.

$$\left.\begin{aligned} x_{O_j} &= L_1 + L_2\cos(\theta_2) + \frac{L_3}{2}\cos(\theta_3) \\ y_{O_j} &= L_2\sin(\theta_2) + \frac{L_3}{2}\sin(\theta_3) \end{aligned}\right\} \tag{7}$$

The velocity singularity of the mechanism is based on the Jacobian matrix. Let's take the time derivates Eqns (1), (2), (7) and rearrange these equations to write the Jacobian matrix as follows.

$$\begin{bmatrix} V_x \\ V_y \end{bmatrix} == \left([\mathrm{J}_v] + [\mathrm{J}_w][\hat{\mathrm{J}}_{34}]^{-1}[\hat{\mathrm{J}}_{25}]\right)\begin{bmatrix} \dot{\theta}_2 \\ \dot{s}_5 \end{bmatrix} = [\mathrm{J}]\begin{bmatrix} \dot{\theta}_2 \\ \dot{s}_5 \end{bmatrix} \tag{8}$$

Where $J_v = \begin{bmatrix} -L_2\sin(\theta_2) & 0 \\ L_2\cos(\theta_2) & 0 \end{bmatrix}$, $J_w = \begin{bmatrix} -\frac{L_3}{2}\sin(\theta_3) & 0 \\ \frac{L_3}{2}\cos(\theta_3) & 0 \end{bmatrix}$, $J_{34} = \begin{bmatrix} -L_3\sin(\theta_3) & L_4\sin(\theta_4) \\ L_3\cos(\theta_3) & -L_4\cos(\theta_4) \end{bmatrix}$ and

$J_{25} = \begin{bmatrix} L_2\sin(\theta_2) & 0 \\ -L_2\cos(\theta_2) & 1 \end{bmatrix}$.

So as to be able to realize the calculations of these matrices, the matrices of J and J_{34} must be invertible. This happens when the determinants of these matrices are different from zero. Otherwise, the velocity singularities shown below occur.

$$\mathrm{Det}[J] = \frac{1}{2}\csc(\theta_3 - \theta_4)\sin(\theta_2 - \theta_3)\sin(\theta_4) \text{ and } \mathrm{Det}[J_{34}] = L_3 L_4 \sin(\theta_4 - \theta_3)$$

The singular velocity configurations:

1) $\sin(\theta_2 - \theta_3) = 0 \quad \Rightarrow \theta_2 = \theta_3 \quad \text{or} \quad \theta_2 = \theta_3 \pm 180^\circ$

2) $\sin(\theta_3 - \theta_4) = 0 \quad \Rightarrow \theta_3 = \theta_4 \quad \text{or} \quad \theta_3 = \theta_4 \pm 180^\circ$

3) $\sin(\theta_4) = 0 \quad \Rightarrow \quad \theta_4 = 0 \quad \text{or} \quad \theta_4 = \pm 180^\circ$

It is considered that these poses are velocity singularities and do not cause the mechanism to be locked. In these cases, only we cannot solve the rate of the joint variables uniquely. So, the mechanism cannot be controlled in this position. The mechanism configurations corresponding to these velocity singularities are given in Figure 2. As regards to the position singularities, the mechanism does not have a particular configuration. Because of this, the positional singularity configurations are not given here.

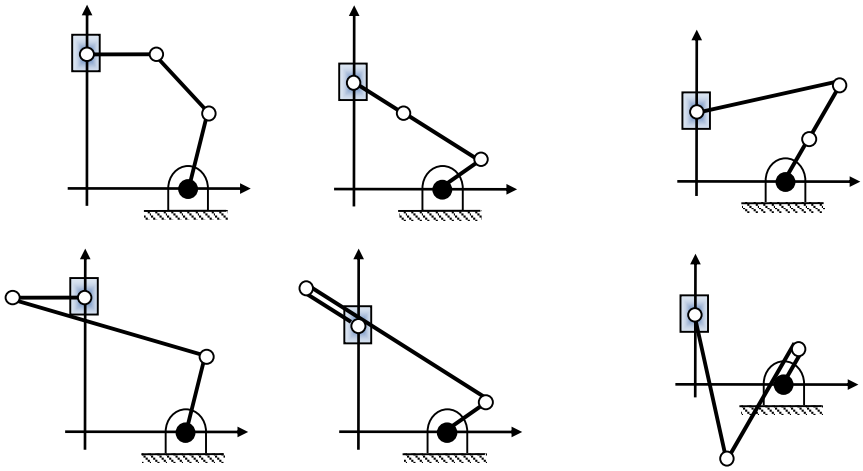


Figure 2. The singular velocity configurations

4-Workspace Optimization

The workspace is one of the most important characteristics of the mechanisms. There are different types of workspace for mechanisms such as fixed orientation, dexterous, reachable, theoretical workspaces. In this study, since we are interested in the positioning of the mechanism with 2DOF, we will only focus on the reachable workspace created by the regions reached by the end-effector under any orientation and the prescribed workspace which is a defined region inside of the reachable workspace shown in Figure 3. Although the structure of such mechanisms seems simple, the optimization studies based on dimensional synthesis are very difficult. Therefore, any certain solution method has not been mentioned in literature. The methods used in literature on this subject can only be carried out based on many assumptions for the sake of simplicity.

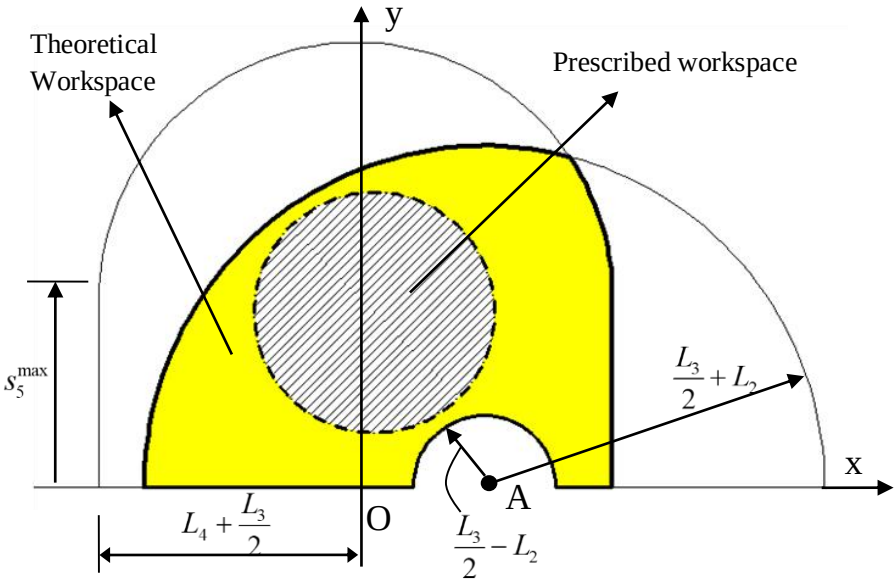


Figure 3. The representation of workspace of RRRRP mechanism

In this study, genetic algorithm has been chosen as an optimization technique due to ease of use. By using an objective function in the synthesis of the mechanism via genetic algorithm, the optimization process is carried out by using natural genetic laws in a simple way without the need for a deep search space. What is important in this method is to select the objective function to be used in the search space. This function should be quite simple, or if a multi-term function is to be used, the weight values of these terms in the function should be chosen well. The problem definition for the workspace optimization of the mechanism is given below.

$$\left.\begin{array}{lll} \max & f=f\left(L_i\right) & i=1,2,.....,n \\ \text{subject to} & g_j\left(L_i\right) & j=1,2,.....,m \\ & L_i\in\left[L_i^{\min},L_i^{\max}\right] & \end{array}\right\} \tag{9}$$

L_i show the dimensions of the links and the dimensions $\left(L_1,L_2,L_3,L_4\right)$ for the RRRRP mechanism shown in Figure 1 will be calculated optimally with an objective function of $f\left(L_i\right)$ to improve the workspace of the mechanism. The objective function to be used here depends on the existence of the inverse kinematics of the mechanism on the discretized joint space. The input variables θ_2 ve s_5 for the RRRRP mechanism constitute the joint space. The discrete joint space is formed by dividing the rotational actuator variable angle (θ_2) within the range of $0-2\pi$ into M parts and the total stroke of the prismatic actuator variable (s_5) into N parts. Each nodule of this space in the inverse kinematics of the mechanism will be checked whether a solution exists from Eqn (5) and correspondingly Eqn (7). In such a discrete space, the mechanism has a fair workspace, meaning that the solution exists in all nodules, requires the existence number of valid solutions (T) in order to avoid any locking of the

rotational input in the joint space of the RRRRP mechanism. In other words, the goal is to increase this number of T by the objective function in the genetic algorithm. Furthermore, since there are four optimization parameters and at the same time the inverted pendulum balancing will be achieved with the help of this mechanism, the tip point of the end effector, which is considered as the midpoint of the third link, should move in a homogeneous workspace. The workspace of the mechanism must be isotropic. So the inverted pendulum can move without blocking in all directions in the workspace. For this purpose, the objective function has been modified so that the maximum number of nodules drops into the circular defined region shown in Figure 2. Thus, the reachable workspace of the RRRRP mechanism will be a space such that it encloses the specified workspace. This space must also be far from the Jacobian-based singularities revealed in the inverse velocity analysis given in the previous section. This condition is added to the objective function by multiply a weight term. Accordingly, the new objective function is,

$$f\left(L_i\right)=\frac{T+W\times\eta}{\left|(L_3/2)-L_2\right|+1} \tag{10}$$

Where W is the weighting term and η is the sum of the Local Condition Index (LCI) over the entire workspace. The local condition index is the reciprocal of the condition number. The term in the denominator has been added to ensure the isotropicity of the working space. The parameters in Eqn (10) are defined as follows.

$$\eta=\sum_{j=1}^{N}\sum_{i=1}^{M}\left(\frac{1}{\kappa_{ij}}\right)$$

$$\kappa=\|J\|\,\|J^{-1}\|$$

$\|.\|$ denotes the Euclidean norm or 2-norm a matrix and $\|J\|=\sqrt{\text{the maximum eigenvalue of }\left(J^T J\right)}$.

The RRRRP mechanism becomes four-bar mechanism if we assume that the value of the prismatic joint variable is constant for each step of this joint. In such a case, according to the Grashoff rule, the link-2 must be the shortest link in order for the input link to make full turn, i.e., the mechanism must be the full crank-rocker. This statement will be added to the objective function in the genetic algorithm as a constraint.

The optimization was started with the representation of dimensional parameters. Four dimensional parameters of L_1, L_2, L_3 and L_4 are represented by a size of 1×32 population of 8-bit (binary code) chromosomes as follows.

$$P=[\underbrace{\overset{GEN}{\boxed{a_{11}\ a_{12}\ a_{13}\ a_{14}\ a_{15}\ a_{16}\ a_{17}\ a_{18}}}}_{KROMOZOM}\ \boxed{a_{21}\ a_{22}\ a_{23}\ a_{24}\ a_{25}\ a_{26}\ a_{27}\ a_{28}}\ \boxed{a_{31}\ a_{32}\ a_{33}\ a_{34}\ a_{35}\ a_{36}\ a_{37}\ a_{38}}\ \boxed{a_{41}\ a_{42}\ a_{43}\ a_{44}\ a_{45}\ a_{46}\ a_{47}\ a_{48}}]$$

L_1 L_2 L_3 L_4

The results were searched on a defined ranges of dimensions such as $L_{1min} \le L_1 \le L_{1max}$, $L_{2min} \le L_2 \le L_{2max}$, $L_{3min} \le L_3 \le L_{3max}$, $L_{4min} \le L_4 \le L_{4max}$ due to the nature of genetic algorithm. In this way, the elite populations with the highest values of objective function at each generation are selected to reach the best solution at the end of the optimization cycle. As a result of the optimization for the prismatic input ranges of $-300\text{mm} \le s_5 \le 300\text{mm}$ and the rotational input ranges of $0^\circ \le \theta_2 \le 360^\circ$, the optimal dimension of the links were obtained as $L_1 = 310\text{mm}$, $L_2 = 180\text{mm}$, $L_3 = 450\text{mm}$, $L_4 = 380\text{mm}$. According to these values, the Cartesian workspace and joint space of the mechanism are given in Figure 4.

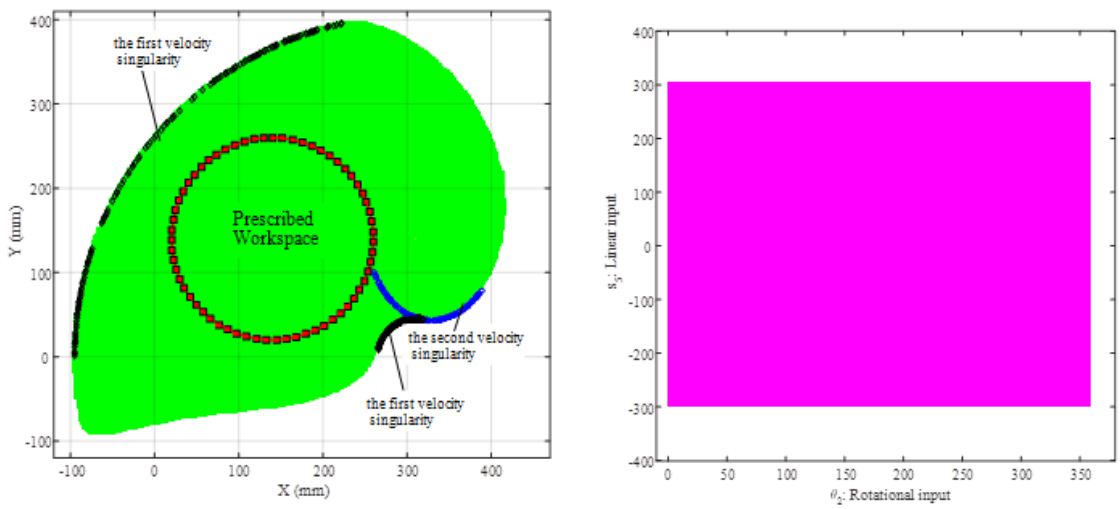


Figure 4. The optimal workspace of RRRRP mechanism, (a) the reachable and prescribed workspace with singular positions, (b) the joint space

As can be seen from the figures, the workspace has been obtained appropriately and contains only singularities on a limited curve resulting from speed singularity in addition to the border singularity. These singularities do not cause the mechanism to be locked, but should only be taken into account during the control process. A gap caused by the position singularity does not exist within these singularities. An inappropriate workspace with a positional singularity appears as shown in Figure 5 for randomly assigned and unsuitable parameters ($L_1 = 370\text{mm}$, $L_2 = 300\text{mm}$, $L_3 = 400\text{mm}$, $L_4 = 280\text{mm}$).

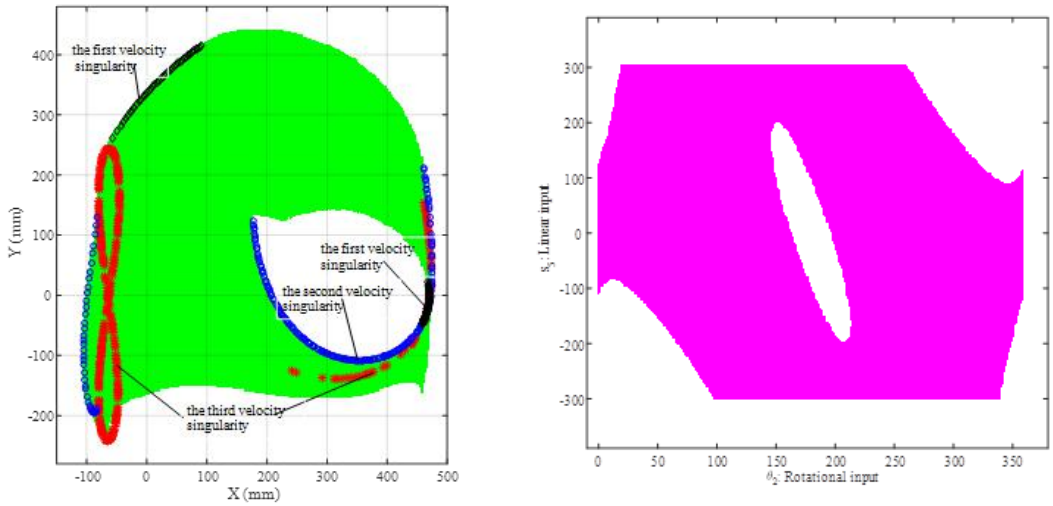


Figure 5. The inappropriate workspace of RRRRP mechanism, (a) the reachable and prescribed workspace with singular positions, (b) the joint space

5. The velocity and Acceleration Analysis of RRRRP Mechanism

The RRRRP mechanism can also be used in planar trajectory tracking applications. However, the main purpose of this study is to use this mechanism as an actuation mechanism for the control of spatial inverted pendulum. The mechanism, drivers and control system manufactured according to the optimal design criteria constitute the inverted pendulum setup given in Figure 6.

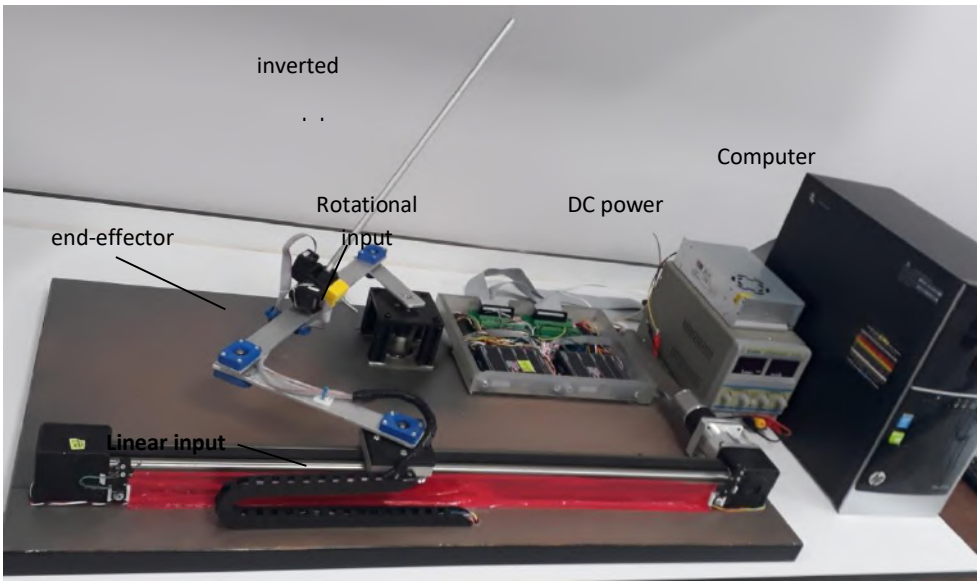


Figure 6. The setup of the inverted pendulum control system with the RRRRP actuation mechanism

Tracking of an eight-shaped trajectory defined in the workspace is performed for the optimum parameters selected for the mechanism. In tracking process, the output of the mechanism will be the tip point of the end-effector (O_j) given in Figure 1. The eight-shaped trajectory is given as follows.

$$\left.\begin{aligned} XO_j &= 100 - 80\sin(2t) \quad [\text{mm}] \\ YO_j &= 120 + 160\cos(t) \quad [\text{mm}] \end{aligned}\right\} \tag{11}$$

The inverse kinematic equations were created using Eqns (1), (2), (7) and (11). Taking the first and second order derivatives of these equations to define the position, velocity and acceleration of the tip point for the given trajectory, the time derivatives of the joint variables of the link-2 and link-5 have been obtained as shown in Figure 7 and Figure 8.

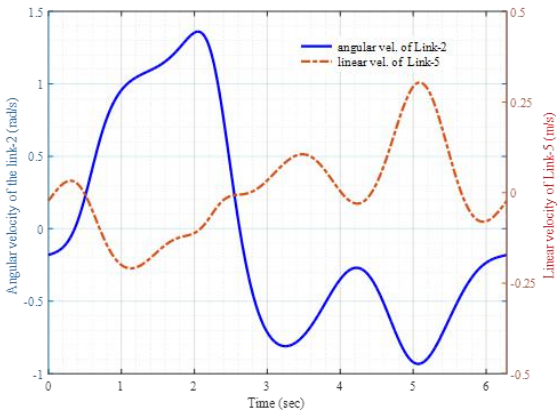


Figure 7. The first rate of the input joints

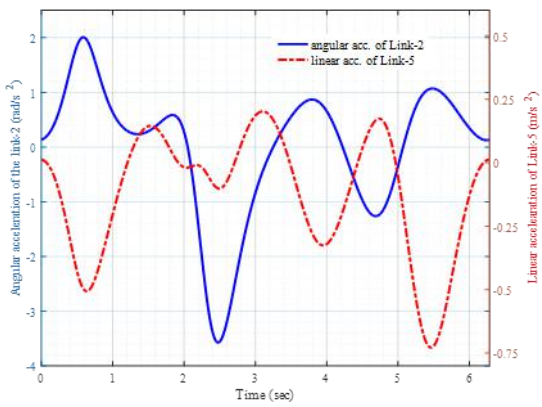


Figure 8. The second rate of the input joints

The graphs show the first and second rates of the input joint variables which have to meet the velocity and acceleration needs of the end-effector. As can be seen from these graphs, the input values that follow this curve can give a smooth output though the defined trajectory which is an eight-shaped curve. In addition, the required actuator variables are not suddenly changing values and appear to be fair value.

6. Discussion and Conclusion

In this paper, a 2-DOF mechanism was proposed for the control of a spatial inverse pendulum system and a study on the dimensional optimization was performed to obtain a workspace without singularity for the RRRRP mechanism. This optimization is operated according to an objective function defined for the genetic algorithm. As can be seen from the graphical results, the dimensions obtained by this method provided a very good design for the mechanism. This optimization method, which is quite simple compared to other analytical and graphic methods, can be applied to the design problems of all mechanisms regardless of the type of mechanisms. At the same time, this method does not need to start with a new design process in case of any change on the solution problem. In this case, the objective function and the constraints can be changed directly from the search algorithm. Although the calculation procedure of this method takes a long time, it is not a problem because these operations are done off-line. The most important disadvantage of this method is the selection of the objective function. There is no a certain method for the selection of this function. The objective function generally chosen

intuitively can result in unsuccessful optimizations if it is not chosen appropriately. In general, the method is easy to implement and highly effective. Therefore, it is acceptable in practical applications.

The singularity analysis of the system was also given in other parts of this study. From the graphs, it was shown that the designed mechanism was outside of the singularity-containing regions. On the other hand, the actuation mechanism with the dimensions determined by optimization for the inverted pendulum system meets the speed and acceleration requirements.

REFERANSLAR

[1] Liu, Xin-Jun, Jie Li, and Yanhua Zhou. "Kinematic optimal design of a 2-degree-of-freedom 3-parallelogram planar parallel manipulator." Mechanism and Machine Theory 87 (2015): 1-17.

[2] Orozco-Muñiz, Juan Diego, J. Jesús Cervantes-Sánchez, and José M. Rico-Martínez. "Dexterity indices for planar parallel manipulators." Robotics and Computer-Integrated Manufacturing 46 (2017): 144-155.

[3] Gallant, André, Roger Boudreau, and Marise Gallant. "Geometric determination of the dexterous workspace of n-RRRR and n-RRPR manipulators." *Mechanism and Machine Theory* 51 (2012): 159-171.

[4] Wu, Chao, et al. "Optimal design of spherical 5R parallel manipulators considering the motion/force transmissibility." *Journal of Mechanical Design* 132.3 (2010): 031002.

[5] Pennock, G. R., and D. J. Kassner. "The workspace of a general geometry planar three-degree-of-freedom platform-type manipulator." *Journal of Mechanical Design* 115.2 (1993): 269-276.

[6] Kucuk, Serdar. "A dexterity comparison for 3-DOF planar parallel manipulators with two kinematic chains using genetic algorithms." *Mechatronics* 19.6 (2009): 868-877.

[7] Cervantes-Sánchez, J. Jesús, J. Cesar Hernández-Rodríguez, and J. Gabriel Rendón-Sánchez. "On the workspace, assembly configurations and singularity curves of the RRRRR-type planar manipulator." *Mechanism and Machine Theory* 35.8 (2000): 1117-1139.

[8] Gao, Feng, et al. "A physical model of the solution space and the atlas of the reachable workspace for 2-DOF parallel planar manipulators." *Mechanism and Machine Theory* 31 (1996): 173-184.

[9] Liu, Xin-Jun, Jinsong Wang, and G. Pritschow. "On the optimal kinematic design of the PRRRP 2-DoF parallel mechanism." Mechanism and Machine Theory 41.9 (2006): 1111-1130.

[10] Zhang, Ke. "Optimization design of a hybrid mechanism based on genetic algorithm." 2006 International Conference on Mechatronics and Automation. IEEE, 2006.

[11] Stan, Sergiu-Dan, Vistrian Maties, and Radu Balan. "Workspace optimal design of a 2 DOF micro parallel robot using genetic algorithms and simulated annealing optimization methods." *2007 International Conference on Mechatronics and Automation*. IEEE, 2007.

[12] Liu, Xin-Jun, Jinsong Wang, and Günter Pritschow. "Performance atlases and optimum design of planar 5R symmetrical parallel mechanisms." *Mechanism and machine theory* 41.2 (2006): 119-144.

[13] Huang, Tian, et al. "Optimal kinematic design of 2-DOF parallel manipulators with well-shaped workspace bounded by a specified conditioning index." *IEEE Transactions on Robotics and Automation* 20.3 (2004): 538-543.

[14] Arsenault, Marc, and Roger Boudreau. "The Synthesis of Three-Degree-of-Freedom Planar Parallel Mechanisms with Revolute Joints (3-RRR) for an Optimal Singularity-Free Workspace." Journal of Robotic Systems 21.5 (2004): 259-274.

FIR VE IIR FİLTRENİN FPGA ÜZERİNDE TASARIMI

DESIGN OF FIR AND IIR FILTER ON FPGA

Arş. Gör. Aybike ÜSTÜNDAĞ

Munzur Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği

Prof. Dr. Mustafa TÜRK

Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği

ÖZET

Teknolojideki gelişmeler ile birlikte günümüzde birçok alanda elektronik sistemlerden yararlanılmaktadır. Bu sistemler diğer sistem sinyallerinin de bulunduğu karmaşık sinyaller içerisinden kendi çalışma sistemlerine uygun sinyali filtreler aracılığıyla seçmektedirler. Filtreleme elektrik ve elektronik alanında temel bir süreçtir. Filtrelere özellikle, sinyal ve görüntü işleme alanlarında fazlasıyla ihtiyaç duyulur. Pratikte sinyal net bir şekilde süzülemediğinden sinyali en az gürültü ile süzebilmek için uygun filtre tercih edilmelidir. Bu çalışmada bir sinyal karmaşasından istenilen frekanstaki sinyali süzmek için Xilinx System Genarator çalışma ortamında 6. dereceden Sonlu Dürtü Tepkisi (FIR) ve Sonsuz Darbe Tepkisi (IIR) filtreleri tasarlanmıştır. Aynı derecede tasarlanan bu filtrelerin çıkış grafikleri üzerinden filtrelerin performansları değerlendirilmiştir. FPGA kartına yüklenerek gerçeklemesi yapılan bu örnek filtreleme sonucunda elde edilen çıkış sinyalleri karşılaştırıldığında FIR filtrede filtrelenen sinyal gürültülü iken aynı dereceden IIR filtrede istenilen frekanstaki sinüs sinyali ideale yakın olarak elde edilmiştir. IIR filtrenin çıkış sinyali FIR filtre tasarımı ile elde edilmek istenirse yüksek dereceden fazla katsayılı dolayısıyla fazla bellek kullanımı olan bir tasarım gerektirir. Filtrelerin derecesini arttırmak tasarım süreçlerinde birçok zorluğu beraberinde getirir. FIR filtrenin doğrusal faz, sistem kararlılığı gibi avantajlarının önemli olmadığı kullanılan bellek miktarının önemli olduğu uygulamalarda FIR filtre yerine IIR filtre tercih edilip daha az katsayı dolayısıyla daha az bellek kullanılarak filtreleme yapılabilir [1].

Anahtar Kelimeler: FIR Filtre, IIR Filtre, FPGA (Alanda Programlanabilir Kapı Dizileri), Xilinx System Generator, DSP (Sayısal Sinyal İşleme)

ABSTRACT

With the advances in technology, electronic systems are being used in many fields today. These systems select the appropriate signal from their complex operating systems, including other system signals, by means of filters. Filtration is a fundamental process in the field of electrical and electronics. Filters are particularly needed in the fields of signal and image processing. In practice, since the signal cannot be filtered clearly, a suitable filter should be preferred to filter the signal with minimal noise. In this study,

6-degree Finite Impulse Response (FIR) and Infinite Impact Response (IIR) filters are designed in the Xilinx System Genarator working environment to filter the signal at the desired frequency from a signal complexity. The performance of the filters was evaluated through the output graphics of these filters which on the same order is designed filters. In comparison to the output signals obtained by this example filtering, which is carried out by loading on FPGA board, the signal filtered in the FIR filter is noisy while the sine signal at the desired frequency in the IIR filter of the same order is obtained close to the ideal. If the output signal of the IIR filter is desired to be obtained by the FIR filter design, it requires a design with a higher coefficient and therefore with a high memory usage.Increasing the degree of filters brings many challenges in design processes. In applications where the amount of memory used is important and the advantages of FIR filter such as linear phase, system stability are not important, IIR filter can be preferred instead of FIR filter and filtering can be done using less memory due to less coefficient [1].

Keywords: FIR Filter, IIR Filter, FPGA (Field Programmable Gate Arrays), Xilinx System Generator, DSP (Digital Signal Processing)

1.GİRİŞ

Filtreler analog ve dijital olmak üzere iki şekilde tasarlanabilir. Sayısal sistemlerdeki hızlı ilerlemeler ile birlikte düşük maliyetli olma, filtre parametrelerinin veya yapılarının sadece yazılım vb. kullanılarak ayarlanması veya değiştirilmesi gibi avantajlara sahip olan dijital filtrelerin kullanımı artmıştır. Bu nedenle genel uygulama alanlarında FIR ve IIR filtreleri çokça kullanılmaktadır [1]. FPGA, düşük güçte, alan açısından verimli yeniden yapılandırılabilir dijital sinyal işleme mimarisidir. Alanda Programlanabilir Kapı Dizisi (FPGA) tasarım teknolojisi, sinyal işleme algoritmalarını uygulamak için tercih edilen platform haline gelmiştir. Mevcut birçok FPGA mimarisi sistem içinde olduğundan programlanabilir, gerektiğinde farklı işlevler uygulamak için cihazın yapılandırması değiştirilebilir. FPGA yaklaşımının dijital filtre uygulamasına getirdiği avantajlar, geleneksel DSP yongalarında elde edilenden daha yüksek örnekleme oranları, orta hacimli uygulamalar için uygulamaya özel entegre bir devreden (ASIC) daha düşük maliyetler ve alternatif yaklaşımlardan daha fazla esneklik içerir. Çip sayısını azaltarak, sistemin genel güvenilirliğini arttırır, düşük alan, düşük güç ve FIR filtrelerinin yüksek hızda uygulanmasını sağlar. Aynı zamanda filtre gecikmesini azaltır [2].

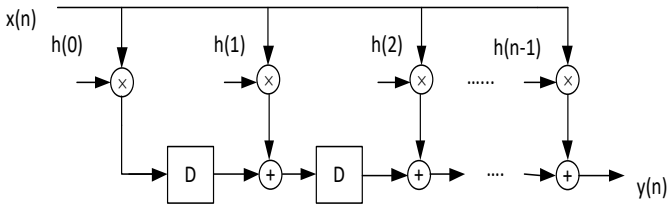
2. DİJİTAL FİLTRELER

Dijital teknolojideki gelişmeler nedeniyle, dijital filtre ve sistem tasarımı günlük yaşamda daha önemli bir rol oynamaktadır. Dijital filtreler, dijital sinyal işleme (DSP) için çok önemlidir [3]. Dijital filtreler bir veya daha fazla ayrık zaman sinyali (sinyal numunesi) alır, bir veya daha fazla çıkış üretmek için bu sinyalleri değiştirir ve filtreler gereken işlemlerine bağlı olarak frekansları geçirir veya geçirmez [4]. Bu filtreler, genel amaçlı bir bilgisayarda veya iş istasyonunda, analog filtrelere göre kolayca tasarlanır, test edilir ve uygulanır [5]. Tasarlanan filtrenin derecesi yükseldikçe filtreleme daha keskin

olur. Yüksek dereceli bir filtrede daha fazla katsayı kullanılması nedeniyle çok daha fazla hassasiyet sağlar. Dezavantajı, daha fazla bit kullanması ve bu nedenle sistemde daha fazla bellek gerektirmesidir [6]. Dijital FIR filtreleri, birçok iyi bilinen özellikleri ve popüler tasarım yöntemleri nedeniyle birçok sinyal işleme uygulamasında yaygın olarak kullanılmaktadır [7]. Dijital filtreler darbe cevabının uzunluğuna bağlı olarak, Sonlu Darbe Tepki (FIR) Filtreleri ve Sonsuz Darbe Tepki (IIR) Filtreleri olmak üzere iki türe ayrılır [8]. IIR filtreleri analog filtrelerin dijital karşılığıdır. Bu filtrenin çıktısı önceki girdilerin ve çıktıların doğrusal bir birleşimi olarak belirlenir. Başka bir deyişle, bu tür filtrelerin uygulanmasında geribildirim vardır. FIR filtrelerinde böyle bir geribildirim yoktur [9]. FIR filtresinin transfer fonksiyonu yalnızca sıfırlara sahip olduğundan dolayı daha fazla belleğe ihtiyaç duyarken, IIR filtresinin transfer fonksiyonu hem sıfırlara hem de kutuplara sahip olduğundan dolayı FIR'dan daha az bellek gerektirir [10]. IIR filtreler geri beslemeli olduğundan daha az katsayı ve değişkenler için daha az depolama alanı gerektirme, daha iyi büyüklük tepkilerine sahip olma, daha düşük gecikme süresi avantajlarına sahip olan bu filtreler analog modellere daha yakındır [11]. FIR filtre tasarımı karmaşık olmasına rağmen, kalıcı avantajları nedeniyle IIR filtrelere kıyasla filtreleme uygulamaları için yaygın olarak kullanılır. IIR filtreleri daha yüksek derecelerde kararlılık sağlayamazken, FIR emsalleri her zaman kararlıdır ve özellikle tam lineer faz tepkisi gerektiren uygulamalar için kullanışlıdır [12].

2.1. FIR FİLTRE

Dijital Sonlu-Darbe-Tepki (FIR) filtreleri temel olarak dijital sinyal işleme uygulamalarında kullanılırlar [13]. Dijital sinyal işlemede son derece popüler oldukları birçok uygun özelliğe sahiptir [14]. Konuşma tanıma, konuşma sentezi, dijital ses, telekomünikasyon, sismik sinyal işleme (gürültü giderme) ve diğer çeşitli sinyal işleme alanları gibi çeşitli uygulamalarda kullanılır [15]. Bir dizi ardı ardına eklenerek FIR filtrenin yapısı elde edilir. [16]. FIR filtrenin temel yapı taşları, toplayıcılar, çarpıcılar ve sinyal gecikmesidir. Filtrenin çıkışı ideale yakın olması için çarpanlar yeterince hızlı olmalıdır.



Şekil 2.1. FIR filtrenin dönüştürülmüş formu

Filtrenin en yaygın kullanılan yapıları, doğrudan form ve dönüştürülmüş form olarak iki tiptir. Doğrudan formda, birçok sinyal sabitlerle çarpılır ve sonradan eklenir. Ancak, toplayıcının gecikme süresini azaltmak ve yüksek verim elde etmek için toplayıcılar arasında ekstra hafıza blokları gerektirir. Aksine, dönüştürülmüş formda, toplayıcılar arasında hafıza blokları mevcuttur. Ayrıca, ilave hafıza

blokları olmaksızın yüksek verimli çıkış elde edilir. Şekil 2.1'de FIR filtrenin dönüştürülmüş formu gösterilmektedir [17]. FIR filtre fark denklemi Denklem (2.1)'de görülmektedir.

$$y[n] = \sum_{k=0}^{N} b_k x[n-k] \tag{2.1}$$

FIR filtre kararlıdır, yinelemeli bir şekilde uygulanabilir olsa da denklemlerinde geçmiş veya şimdiki girdilerin geri beslemesi olmadığından dolayı özyinelemeli değildir [18]. Bir DSP sisteminde çarpıcı hızlı olmalı ve istenen uygulamayı desteklemek için yeterli hassasiyete (bit genişliği; düşünme mantık devreleri) sahip olmalıdır. Genelde yüksek kaliteli bir filtre, daha düşük kalitede olanlardan daha fazla çarpma gerektirir, bu nedenle, eğer çarpıcı hızlı değilse, verim düşer. Denklem (2.2)'de görüldüğü gibi giriş bir katsayıyla çarpılıp çıkışa verilir.

$$y[n] = \beta x[n] \tag{2.2}$$

Sinyal ekleme çok temel bir DSP işlevidir. Bir FIR filtresinde çarpıcılarla birlikte toplayıcılar da gereklidir, bu nedenle DSP mikroişlemciler çoğaltılmış (MAC) ünitelere sahiptir. Toplayıcılar genellikle Denklem (2.3)'te görüldüğü gibi bir seferde yalnızca iki girişle çalışır.

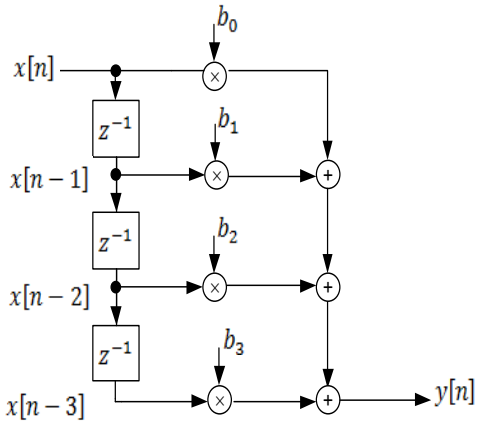
$$y[n] = x_1[n] + x_2[n] \tag{2.3}$$

Birim gecikmesi bir örnek sinyal gecikmesi sağlar. Bir örnek değeri bir örnek saat döngüsü için bellek yuvasında saklanır ve daha sonra bir sonraki işlem aşamasına bir girdi olarak kullanılabilir duruma getirilir. Her bellek hücresinin B-bitleri olarak ifade edilen bitleri kaydetmesi gerekir. Bir M birim gecikmesi, B-bit genişliğinde kaydırma yazmacı olarak yapılandırılmış M bellek hücresi gerektirir. Birim gecikme bloğu ile Denklem (2.4)'te görüldüğü gibi girişe bir birim gecikmesi uygulanarak çıkışa verilir.

$$y[n] = x[n-1] \tag{2.4}$$

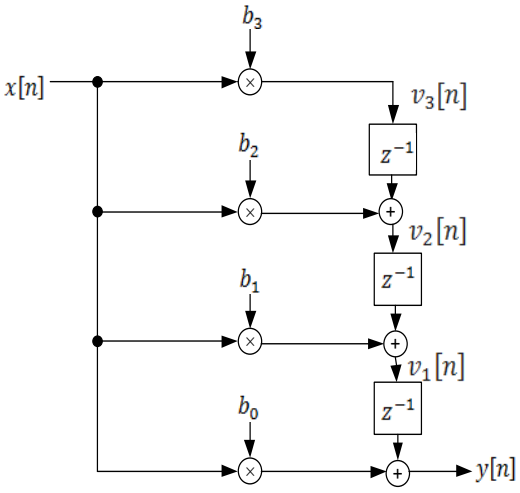
Doğrudan Form FIR filtre blok şeması Şekil 2.2'de, Doğrudan Form FIR filtre çıkış eşitliği Denklem (2.5)'te görülmektedir.

$$y[n] = \sum_{k=0}^{3} b_k x[n-k] \tag{2.5}$$



Şekil 2.2. Doğrudan Form FIR filtre blok şeması

Girişi çıkış yönünde bağlayan tüm yollar ileri yönde aktığından dolayı sinyalin ileri beslemeli olduğu görülmektedir.



Şekil 2.3. Dönüştürülmüş blok diyagram

$$y[n]=b_0x[n]+v_1[n-1]$$

$$v_1[n]=b_1x[n]+v_2[n-1] \tag{2.6}$$

$$v_2[n]=b_2x[n]+v_3[n-1]$$

$$v_3[n]=b_3x[n]$$

Şekil 2.3'te dönüştürülmüş blok diyagram görülmektedir. Denklem (2.6)'da elde edilen fark denklemi düzenlenerek Denklem (2.7)'deki eşitlik oluşturulmuştur.

$$y[n]=b_0x[n]+b_1x[n-1]+b_2x[n-2]+b_3x[n-3] \tag{2.7}$$

2.2.IIR FİLTRE

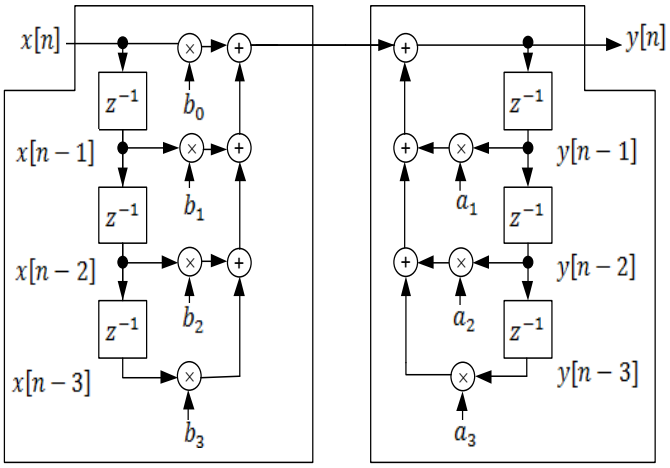
Sonsuz dürtü yanıtı (IIR) filtresi, filtrenin çıkışının mevcut ve önceki girişler ve önceki çıkışlar kullanılarak hesaplandığı yinelemeli bir filtredir. Filtre çıktının önceki değerlerini kullandığından, filtre yapısında çıktının geri bildirimi vardır [19]. IIR fark denklemi Denklem (2.8)'de görülmektedir.

$$\sum_{l=0}^{N} a_l y[n-1] = \sum_{k=0}^{M} b_k x[n-k] \tag{2.8}$$

Denklem (2.8) yeniden düzenlenip y[n] eşitliğin sol tarafına alınırsa α_l katsayısının işaret değiştirdiği Denklem (2.9)'da görülmektedir. Ayrıca α_0=1 olarak varsayılır.

$$y[n] = \sum_{l=1}^{N} a_l y[n-1] + \sum_{k=0}^{M} b_k x[n-k] \tag{2.9}$$

Toplam katsayı sayısı, N + M + 1'dir ve fark denkleminden her bir yeni çıkışı hesaplamak için birçok çarpan gerekli olduğu anlaşılmaktadır. Şekil 2.4'teki mantıksal yapı düzeni daha üst katsayılarda aynı mantıksal yapı ile uzanır.



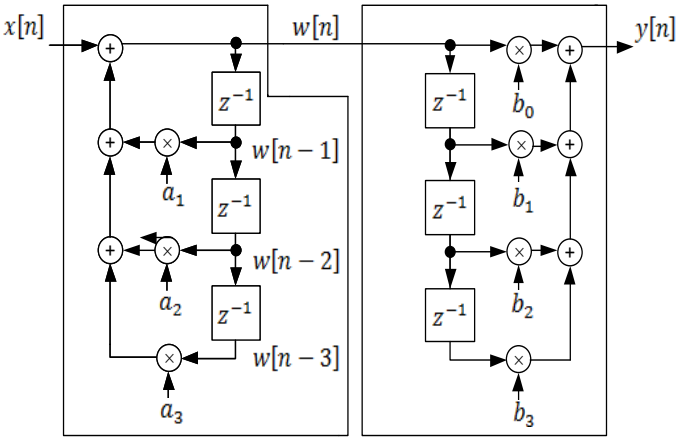
Şekil 2.4. Doğrudan Form I yapısı

Doğrudan Form I yapısı, önce ileri besleme durumu ve ardından geri besleme durumundan oluşan iki sistemden oluşan bir dizi olarak görülebilir. Lineerlikten dolayı iki sistem kaskat bağlı gibi görülebilir ve Denklem (2.10)'deki eşitlik yazılabilir.

$$H(z) = B(z).\frac{1}{A(z)} = \frac{1}{A(z)} B(z) \tag{2.10}$$

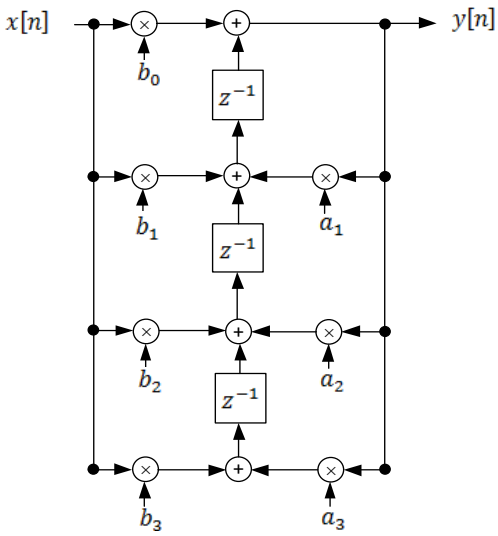
Temsili IIR filtre blok diyagramı Şekil 2.5'te görülmektedir. Doğrudan Form II yapısı, Doğrudan Form I' den daha az gecikme bloğu kullanır. Filtre blok diyagramlarının bir özelliği tüm oklar tersine

döndüğünde tüm dallanma noktaları toplama düğümleri olur; tüm toplama düğümleri de dallanma noktası olur. Giriş ve çıkış değişmesine rağmen sistem fonksiyonu değişmez.



Şekil 2.5. Doğrudan Form II yapısı

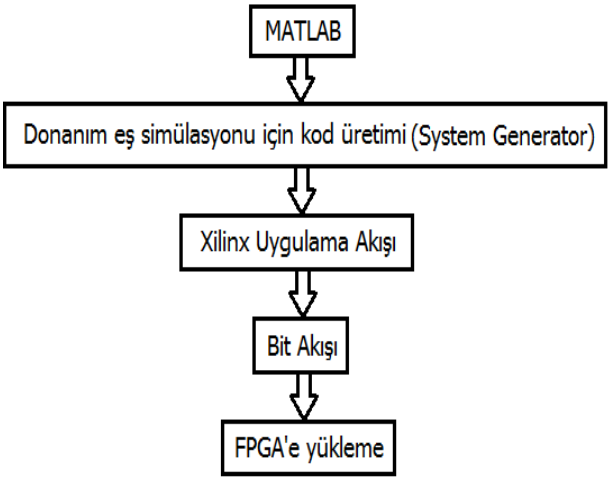
Doğrudan Form II yapısının transpoze edilmiş hali Şekil 2.6'da görülmektedir.



Şekil 2.6. Transpoze Doğrudan Form II

3.TASARIM VE UYGULAMA

MATLAB kodu ile örnekleme oranı 64000 olan 256 örneklik genliği 15 olan 1 kHz frekanslı ve genliği 2 olan 15 kHz frekanslı iki sinüsoidal sinyal karıştırılmıştır. Karıştırılan bu sinyaller Xilinx System Generator'e giriş sinyali olarak aktarılmak üzere .mat formatında kaydedilmiştir. MATLAB kodunda .mat formatında kaydedilen bu sinyaller From File bloğu ile istenilen sinyalin filtrelenmesi için Xilinx System Generator'e aktarılmıştır.



Şekil 3.1. Filtre uygulamasının tasarım akış şeması

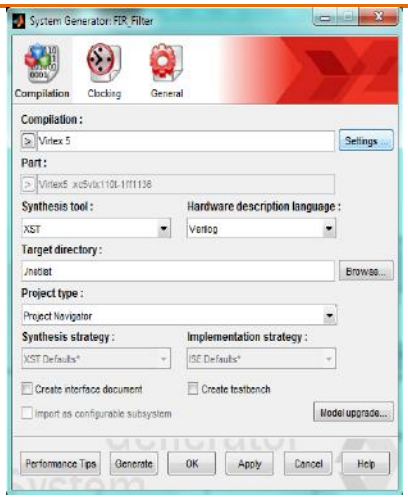
Şekil 3.1.'de filtre uygulamasının tasarım akış şeması görülmektedir [19]. MATLAB'da 6 kHz ile 20 kHz arasındaki frekansları bastırmak amacıyla 6. dereceden bant durduran filtre kodu ile FIR ve IIR filtre için filtre katsayıları elde edilmiştir. FIR filtre için Doğrudan Form, IIR filtre için Doğrudan Form I yapısı kullanılarak elde edilen bu katsayı değerleri blok yapılarındaki Coefficient blokları içerisine girilmiştir. Blok yapıları oluşturulurken From File bloğu kullanılarak alınan karmaşık giriş sinyali ilk katsayı ile çarpılmak üzere Product bloğuna aktarılmıştır. System Generator kullanılarak MATLAB 2012a başlatılıp modeli oluşturulduktan sonra Hardware Co-simulation bloğunu çalıştırabilmek için Virtex 5 kartı JTAG kablosu ile bilgisayara takılmıştır. FPGA kartını tanıtmak için modelde yer alan System Generator bloğuna tıklayıp açılan Şekil 3.2'deki pencereden sıra ile aşağıdaki işlemler yapılmıştır. Compilation → Hardware Co-Simulation → New Compilition Target seçeneğine tıklayıp yeni açılan Target Board Information penceresinde;

Board Name: Virtex 5

Frequency : 100

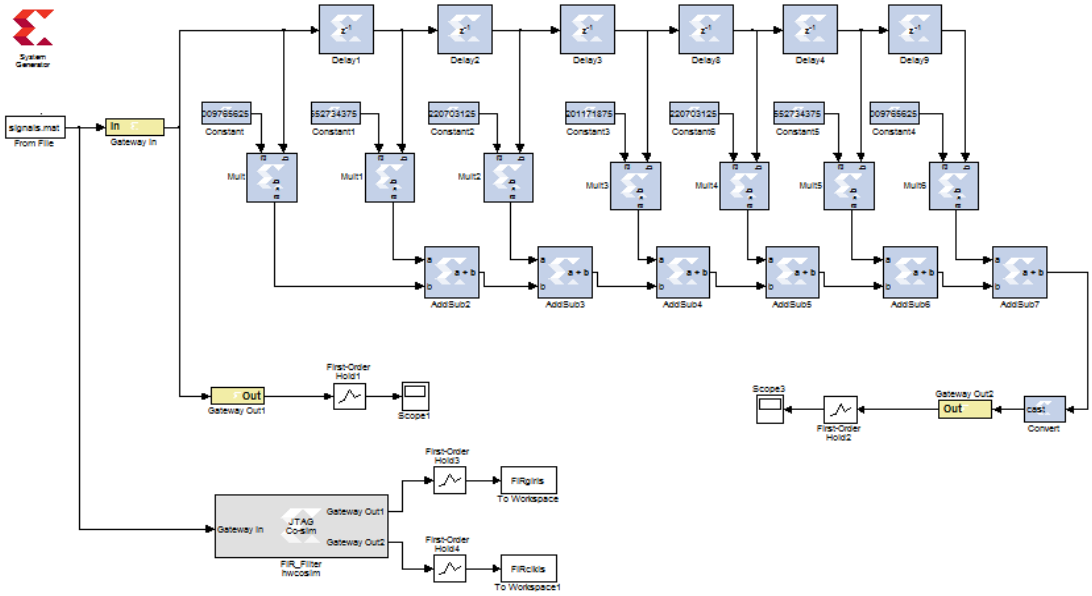
Pin Location : AG18 olarak girilmiştir.

Detect'e basılıp IR Lengths çekildikten sonra, Boundary Scan Posistion değeri de 1 olarak girilmiştir. Target Board Information penceresinde, Targetable Devices başlığı altında Add yazan kısma tıklanır, buradan sırasıyla, Virtex 5 → xc5vlx110t → -1 (ff1136) seçilmiştir. Virtex 5.zip dosyası kaydedilmiştir.



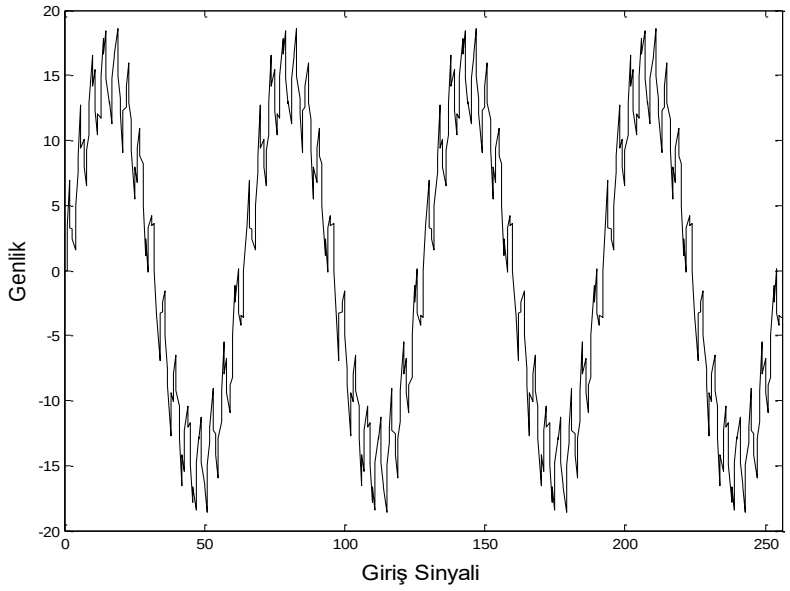
Şekil 3.2. System Generator blok penceresi

Filtreleme işlemi sonucunda elde edilen sinyaller dijital olduğundan dolayı bu sinyalleri analoğa çevirmek için, bilgisayardan yeni bir numara çıkana kadar girişi belirleyen bir tutma devresiyle birleştirilmiş bir DA dönüştürücüsü olan First Order Hold bloğu kullanılmıştır. First Order Hold bloğu ile uygun tempoda birinci dereceden bir polinom kullanılarak girdiler bilgisayardan gelen o andaki ve önceki çıktılardan hesaplanarak yumuşak sinyal elde edilmiştir [20]. Xilinx System Generator'de tasarlanan modeli FPGA'e yüklemek için Hardware Co-simulation bloğu oluşturulmuştur. Bu bloğu oluşturmak için yine model üzerindeki System Generator bloğuna tıklayıp Hardware Co-simulation listesine kaydolan Virtex 5 modeli seçilerek Generate butonuna basılmıştır. Yeni bir pencerede oluşan Hardware Co-simulation bloğu tasarlanan modele alınarak giriş kısmı bağlanıp çıkışına First Order Hold bloğu yerleştirilip Run tuşuna basılıp analog giriş sinyali ve filtrelenmiş çıkış sinyali elde edilmiştir.

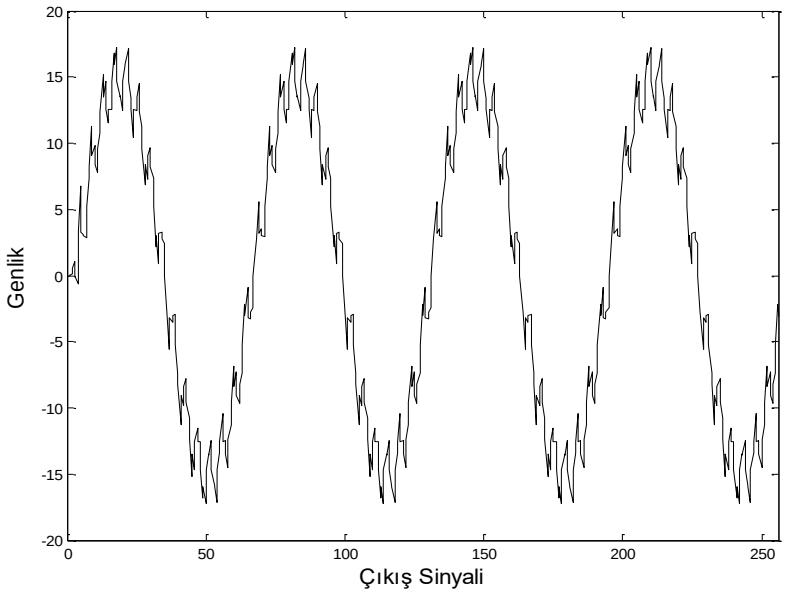


Şekil 3.3. FIR filtre Doğrudan Form blok şeması

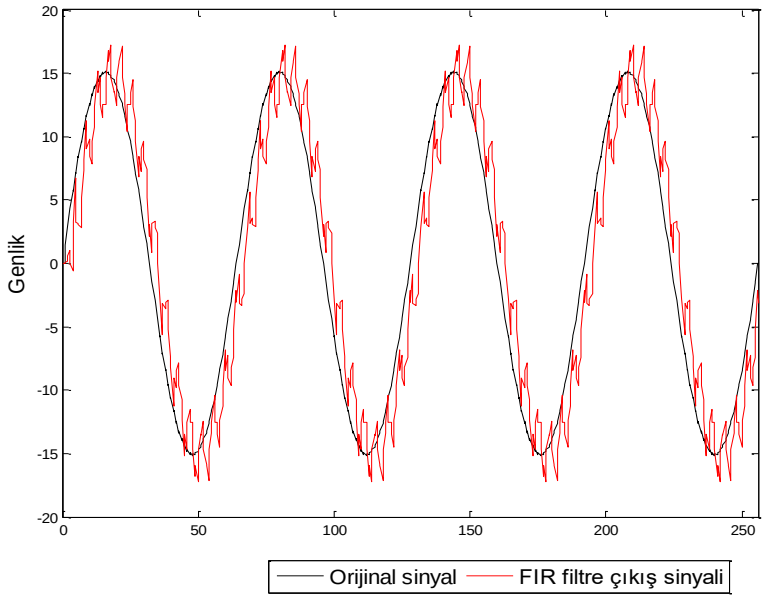
Şekil 3.3'te FIR filtre Doğrudan Form blok şeması görülmektedir. Şekil 3.4'te FIR filtre giriş sinyali-genlik grafiği, Şekil 3.5'te FIR filtre çıkış sinyali-genlik grafiği görülmektedir. Orijinal sinyal ve FIR filtre çıkış sinyali-genlik grafiği ise Şekil 3.6'da görülmektedir.



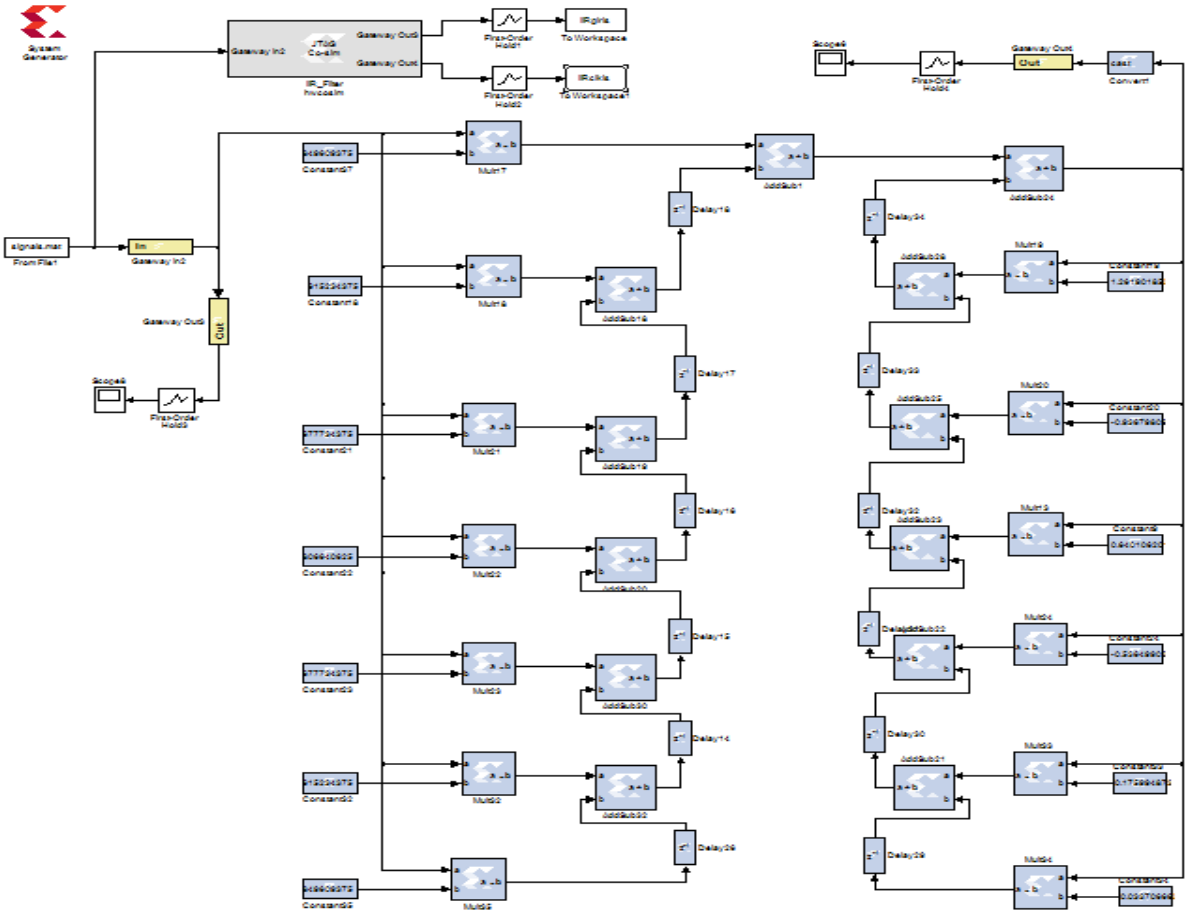
Şekil 3.4. FIR filtre giriş sinyali-genlik grafiği



Şekil 3.5. FIR filtre çıkış sinyali-genlik grafiği

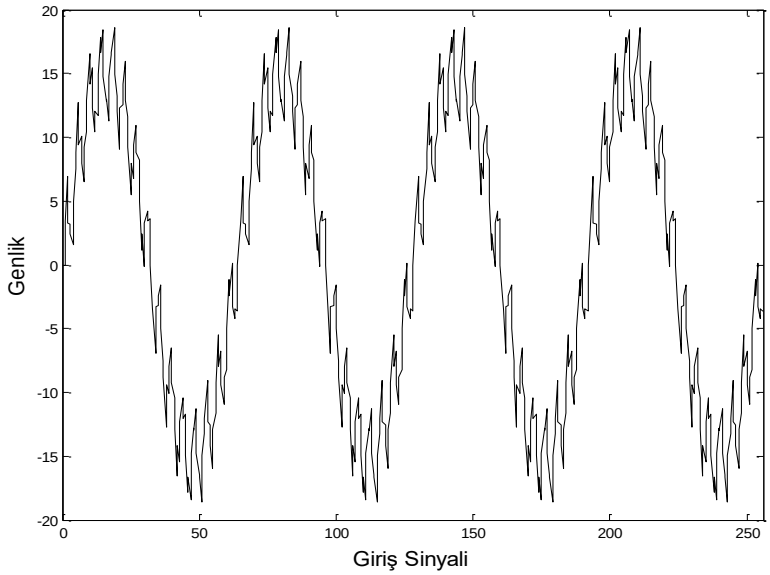


Şekil 3.6. Orijinal sinyal ve FIR filtre çıkış sinyali-genlik grafiği

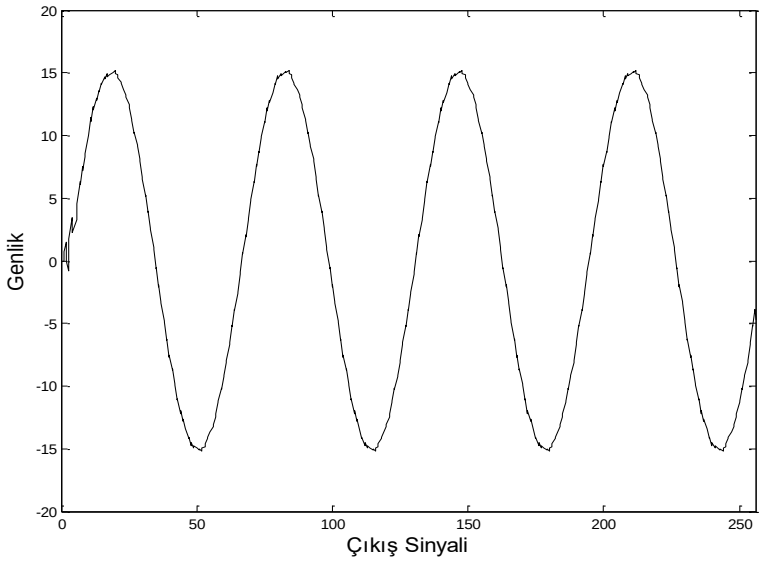


Şekil 3.7. IIR filtre Doğrudan Form I blok şeması

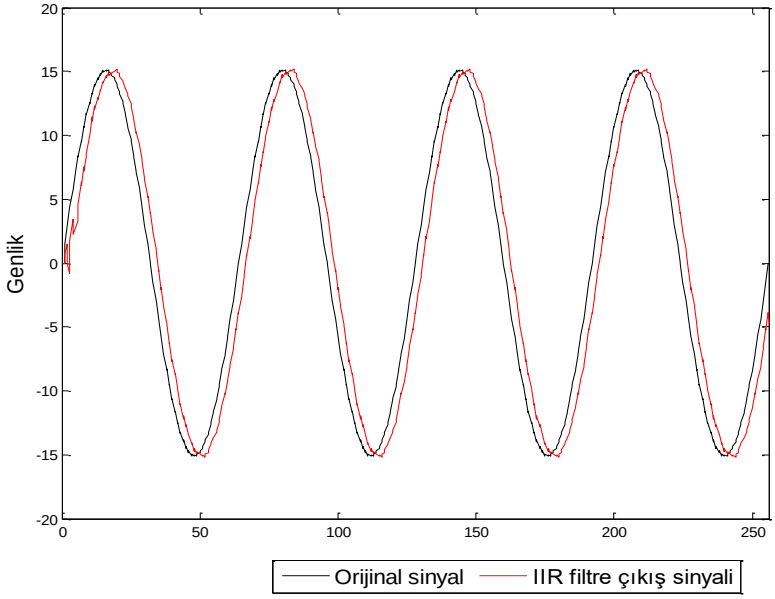
Şekil 3.7'de IIR filtre Doğrudan Form I blok şeması görülmektedir. Şekil 3.8'de IIR filtre giriş sinyali-genlik grafiği, Şekil 3.9'da IIR filtre çıkış sinyali-genlik grafiği görülmektedir. Orijinal sinyal ve IIR filtre çıkış sinyali-genlik grafiği ise Şekil 3.10'da görülmektedir.



Şekil 3.8. IIR filtre giriş sinyali-genlik grafiği



Şekil 3.9. IIR filtre çıkış sinyali-genlik grafiği



Şekil 3.10. Orijinal sinyal ve IIR filtre çıkış sinyali-genlik grafiği

4.SONUÇLAR

Farklı genlik ve frekanstaki iki sinüs sinyal toplanarak bir sinyal karmaşası elde edilmiştir ve bu sinyal karmaşasından istenilen frekanstaki sinyalin filtrelenmesi için oluşturulan filtre modellerinin girişine verilmiştir. FPGA kartına yüklenerek gerçeklemesi yapılan bu örnek filtreleme sonucunda elde edilen çıkış sinyalleri karşılaştırıldığında 6. dereceden FIR filtrede filtrelenen sinyal gürültülü iken aynı dereceden IIR filtrede istenilen frekansdaki sinüs sinyali ideale yakın olarak elde edilmiştir. Tasarımın gerçeklemesi için FIR filtrede maksimum bellek kullanımı 574 MB olup kullanılan Flip Flop sayısı 617'dir. IIR filtrede maksimum bellek kullanımı 680 MB olup kullanılan Flip Flop sayısı 809'dur. 6. dereceden IIR filtrenin çıkış sinyali FIR filtre ile tasarlanmak istenirse yüksek dereceli bir tasarım gerektirir. Yüksek dereceli filtre tasarımında fazla katsayı kullanıldığından kullanılan bellek miktarı da fazla olur. FIR filtrenin avantajlarının önemli olmadığı kullanılan bellek miktarının önemli olduğu uygulamalarda FIR filtre yerine IIR filtre tercih edilip daha az bellek kullanılarak filtreleme yapılabilir.

KAYNAKLAR

[1] Z. B. GARIP and A. F. BOZ, 2018, "The FIR Filter Design based on Genetic Algorithm", Balkan Journal of Electrical & Computer Engineering , vol.6, no.custom number, pp. 33–36.

[2] Rakhi Thakur and Kavita Khare, 2013, "High Speed FPG A Implementation of FIR Filter for DSP Applications", International Journal of Modeling and Optimization, vol. 3, no. 1, pp. 92-94.

[3] Abdullah Ateş, Gürkan Kavuran, Barış Baykant Alagöz and Celaleddin Yeroglu, 2016, "Improvement of IIR filter discretization for fractional order filter by discrete stochastic optimization", 39th International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP), Vienna, Austria.

[4] Ian Grout, 2011, "Digital Systems Design with FPGA and CPLDs", Newnes.

[5] Suraj R. Gaikwad and Gopal S. Gawande, 2014, "Design and Implementation of Efficient FIR Filter Structures using Xilinx System Generator", International Journal of scientific research and management (IJSRM), vol. 2, issue 3, pp. 599-604.

[6] Maloth Santhoshi, Mrs. E. P. Vanetha and P. Srikanth, 2014, "An Efficient Implementation of Digit FIR Filters using Memory based Realization", Double Blind Peer Reviewed International Research Journal, vol.14, issue.9, pp. 7-12.

[7] Raija Lehto, Tarja Taurén and Olli Vainio, 2011, "Recursive FIR Filter Structures on FPGA", Microprocessors and Microsystems , vol. 35, issue 7, pp. 595–602.

[8] Harish V. Dixit and Dr. Vikas Gupta, 2012, "IIR filters using Xilinx System Generator for FPGA Implementation", International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) , vol. 2, issue 5, pp. 303-307.

[9] Naila Allakhverdiyeva, 2016, "Application of Neural Network for Digital Recursive Filter Design", IEEE 10th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT), Baku, Azerbaijan.

[10] Pankaj R. Ambilduke and Manish Kumar Gurjar, 2016, "Performance Comparison for Efficient Digital Decimator Filter Structures", IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology, vol. 5, issue 10, pp. 29-36.

[11] Disha Yadav and Ashutosh Nandi, 2016, "Comparative analysis of digital IIR filter using add and shift method on Xilinx platform", International Conference on Control, Instrumentation, Communication and Computational Technologies (ICCICCT) , Kumaracoil, India.

[12] Mrs.Bhagyalakshmi N, Dr.Rekha K R and Dr.Nataraj K R, 2014, "System Level Tools for Designing FIR Filteron FPGA", International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering, vol. 3, issue 2, pp. 7149- 7154.

[13] Gurpadam Singh and Neelam R. Prakash, 2017, "FPGA Implementation of Higher Order FIR Filter", International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), vol. 7, no. 4, pp. 1874-1881.

[14] Rajib Das, Amrita Guha and Ananya Bhattacharya, 2016, "FPGA Based Higher Order FIR Filter Using XILINX System Generator", International conference on Signal Processing, Communication, Power and Embedded System (SCOPES) , Paralakhemundi, India.

[15] Kumudını Sahu and Rahul Sınha, 2015, "FIR Filter Designing using MATLAB Simulink and Xilinx system Generator", International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), vol. 1, issue 8, pp. 1608-1611.

[16] Raaed Hassan, 2012, "Field Programmable Gate Array Based FIR filter design", Baghdad.

[17] Manish B. Trimale and Purushottam G. Chilveri, 2017, "FIR Filter Implementation on FPGA Using MCM Design Technique", International Conference on Circuits, Controls, and Communications (CCUBE), India.

[18] Abdulbasit M. Sabaawi, 2016,"FIR Filter for Audio Signals Based on FPGA: Design and Implementation", American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS), vol. 24, no. 1, pp. 63-75.

[19] Mr.P.C.Bhaskar and Dr.M.D.Uplane, 2016, "High Frequency Electromyogram Noise Removal from Electrocardiogram Using FIR Low Pass Filter Based On FPGA", Global Colloquium in Recent Advancement and Effectual Researches in Engineering, Science and Technology (RAEREST)

[20] Björn Wittenmark, Karl-Erik Årzén, Karl Johan Åström, 2002,"Computer Control: An Overview", IFAC PROFESSIONAL BRIEF.

BEBEK DOĞUM AĞIRLIĞI ÜZERİNDE ETKİLİ OLABİLECEK DEĞİŞKENLERİN BAZI VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİYLE TESPİTİ

DETERMINATION OF VARIABLES THAT MAY BE EFFECTIVE ON BABY BIRTH WEIGHT BY SOME DATA MINING METHODS

Sadi ELASAN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyoistatistik AD

Sıddık KESKİN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyoistatistik AD

Bu çalışma, "Sadi Elasan" tarafından "Nisan 2019'da sunulmuş Doktora Tezinden" üretilmiştir.

ÖZET

Bu çalışmada, bebeklerin doğum ağırlığı üzerinde etkili olabilecek faktörlerin bazı veri madenciliği (karar ağaçları) yöntemleri kullanılarak yüksek doğrulukla erken belirlenmesi ve düşük doğum ağırlığını sınıflandırmada algoritmaların performanslarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Denetimli veri madenciliğinde "karar ağaçları (decision trees)" algoritmaları; parametrik olmayan yöntemler arasında olup, tahmin edici özelliğe sahiptir. Sınıflandırma amacıyla uygulanan bu algoritmalarla, çalışmadaki bebeklerin doğum ağırlığı üzerine etkili olan açıklayıcı değişkenler belirlenmiştir. Karar ağaçlarından; "CART, CHAID, QUEST, Rastgele Orman ve C4.5" algoritmaları kullanılmıştır. Sınıflandırma performanslarına göre, en iyi tahmin değerini veren algoritmalar belirlenmeye çalışılmıştır. Bu sonuçlara göre en yüksek tahmin oranları; Duyarlık (Sensitivity) tahmin oranı %88.4 ile "CART", Özgüllük (Specificity) tahmin oranı %98.2 ile "Rastgele Orman", Genel doğruluk tahmin oranı %94.5 ile "C4.5" algoritmasında gözlenmiştir. Risk (hata) tahmin ölçütü bakımından en düşük algoritma, %5.6 ile "C4.5" algoritması olmuştur. Genel olarak sonuçlar incelendiğinde; tüm algoritmaların "iyi sınıflandırma, yüksek tahmin ve düşük hata oranı" ile çalıştığı söylenebilir. Modele giren ve "bebek doğum ağırlığı" cevap değişkeni üzerinde etkili olan açıklayıcı değişkenler incelendiğinde; Rastgele Orman algoritması haricinde (Multiparite), tüm algoritmalarda "Doğum Haftasının" en etkili değişken olduğu gözlenmiştir. Benzer şekilde, ikinci sırada en etkili açıklayıcı değişkenler algoritmalarda genel olarak "SGA" olurken, Rastgele Orman algoritmasında "Oligohidroamniyoz" yer almıştır. Algoritmaların performansları bakımından az değişken ile yüksek performans gösteren algoritmaların tercih edildiği göz önüne alındığında; CART'ın 3 ve CHAID'in 4 adet açıklayıcı değişken ile model oluşturması, diğer değişkenlere (5 adet değişken) göre daha başarılı olduğu söylenebilir. Bu çalışma, yeni doğacak bebeklerin doğum ağırlığının, düşük doğum ağırlığında

olup olmayacağına erken karar verme ve böylece koruyucu tedbirlerin alınması açısından araştırmacılara katkı sağlayabilir.

Anahtar kelimeler: Çapraz Geçerlik, Denetimli Yöntemler, Risk Tahmini, Sınıflama

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the factors affecting the birth weight of infants by using some Decision Trees methods with high accuracy and to evaluate the performance of the algorithms in the classification of low birth weight. “Decision trees” algorithms in supervised data mining; nonparametric methods and has predictive feature. With these algorithms applied for classification purposes, explanatory variables which are most effective on the birth weight of babies have been determined. From decision trees; “CART, CHAID, Exhaustive CHAID, QUEST, Random Forest and C4.5” algorithms have been used. The highest estimation rate in terms of sensitivity has been observed in the “CART” algorithm with 88.4%, specificity criterion has been seen 98.2% in the “Random Forest” algorithm, the terms of accuracy criterion has been seen 94.5% in the “C4.5” algorithm. The lowest rate in terms of the risk estimate has been observed in the “C4.5” of 5.6%. When the results are examined; it can be said that all algorithms work with “good classification, high estimation and low error rate”. When the explanatory variables entered into the model and influenced the “infant birth weight” response variable; With the exception of the Random Forest algorithm (Multiparty), algorithm week of birth was the most effective variable in all algorithms. Similarly, while the most effective explanatory variables were SGA in the second place, Oligohydroamniosis was the second in the Random Forest algorithm. Considering that high-performance algorithms with fewer variables are preferred in terms of the performance of the algorithms; it can be said that CART is more successful than other variables (5 variables).

Keywords: Cross-Validation; Supervised Methods; Risk Estimation; Classification

GİRİŞ

Bu çalışmada, veri madenciliğinde sınıflandırma amacıyla kullanılan karar ağacı yöntemlerinden; "CART, CHAID, QUEST, Rastgele Orman, C4.5" algoritmalarının Kadın Hastalıkları ve Doğum verisi üzerindeki performansları incelenmiştir. Bu çalışma ile bebeklerin doğum ağırlığına etki eden faktörlerin yüksek doğrulukla erken belirlenmesi ve düşük doğum ağırlığını sınıflandırmada algoritmaların performanslarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Veri madenciliğinde, sınıflandırma amacıyla kullanılan algoritmalar genel olarak; "denetimsiz (unsupervised)" ve "denetimli (supervised)" olmak üzere iki başlık altında incelenebilir. Denetimli veri madenciliğinde "karar ağaçları (decision trees)" algoritmaları; parametrik olmayan yöntemler arasında olup, tahmin edici özelliğe sahiptir. Karar ağaçları büyük veri tabanlarıyla kolayca entegrasyonu, güvenilirliğinin yüksek, maliyetinin düşük, sonuçlarının görsel ve kolay yorumlanabilir olması gibi nedenlerle sınıflama yöntemleri içerisinde sıkça kullanılan algoritmalardandır. Veri madenciliğinde sınıflandırma amacıyla kullanılan bu algoritmalar; veri temizleme, veri dönüştürme ve indirgeme işlemlerini yönetebilmekle birlikte; bölme, durdurma, birleştirme ve budama gibi işlemleri yapabilmektedir.

İlk olarak Breiman tarafından önerilen karar ağaçları, parametrik olmayan tahmin edici özelliğe sahiptir. Karar ağaçları, genel bir ifadeyle, kural çıkarma algoritmalarıdır (Breiman ve ark., 1984). Karar ağaçlarını oluşturacak değişkenler kategorik veya sürekli özellikte olabilir. Karar ağaçları; cevap değişkeninin sürekli olması durumunda regresyon ağacı (regression tree), kategorik olması durumunda ise sınıflama ağacı (classification tree) olarak adlandırılmaktadır. Bu farklılığa rağmen karar ağaçları, iki durum için de benzer şekilde oluşturulmaktadır. Klasik istatistik yöntemlerde, veriden bir fonksiyon elde edildikten sonra bu fonksiyonun anlaşılabilir bir kural olarak yorumlanması zor iken karar ağaçları oluşturulduktan sonra kök düğümden yaprak düğümlere doğru inilerek, her dal bir kural oluşturacak şekilde fonksiyon yazılabilir.

Karar ağaçlarının oluşturulmasındaki en önemli adım, veri setindeki değişkenlerin sınıflamasını sağlayacak dallanmanın hangi kritere veya hangi değişkene göre yapılacağının belirlenmesidir. Bu aşamada, belirsizliği en yüksek olan değişken belirlenerek ağacın kök düğümünde test için kullanılır. Bunu belirlemeye yönelik geliştirilmiş literatürde farklı yaklaşımlar vardır. Bunlardan en önemli olan yaklaşımlar; Entropiye dayalı olan, "bilgi kazancı (information gain) ve bilgi kazanç oranı" (Quinlan, 1987; Quinlan, 1990; Quinlan, 2014) "Twoing kuralı" (Breiman ve ark., 1984), "Gini kriteri" (Breiman ve ark., 1984) ve "Ki-kare olasılık" (Mingers, 1989) tablo istatistiğidir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Çalışmada, "doğum ağırlığını etkileyen değişkenlerin karar ağaçları yöntemleriyle sınıflandırılması" amacıyla, tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1'de verilen 910 kadına ait (Süleymaniye eğitim ve araştırma hastanesi etik inceleme kurulu tarafından onaylanmış veri seti (Çetin ve ark., 2015) kullanılmıştır. Bu veri setinden; 4'ü sürekli yapıda olmak üzere toplam 34 adet değişken seçilmiştir. Veri seti, yaşlarına göre 3 gruptan (Kontrol n=301 | $\bar{x}$=27, Adolesan n=306 | $\bar{x}$=16, İleri yaş n=303 | $\bar{x}$=41) oluşmaktadır. Bebeklerin %31.2'sinin doğum ağırlığı "düşük (≤2500g)" kategoride yer alırken, %68.8'inin doğum ağırlığı "normal (>2500g)" kategoride yer almıştır. Çalışmada kullanılan sürekli ve kategorik değişkenler ile bunlara ait tanımlayıcı istatistikler (ortalama, standart sapma, minimum, maksimum, sayı ve yüzde) verilmiştir.

Çalışmada "Bebek Doğum Ağırlığı (normal>2500g | düşük≤2500g)" cevap değişkeni olarak alınmış ve bu değişken ile açıklayıcı değişkenler arası ilişkileri belirlemek üzere, "karar ağaçları" yöntemlerinden; "CART, CHAID, QUEST, Rastgele Orman ve C4.5" algoritmaları kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre "düşük doğum ağırlığını etkileyen değişkenler" belirlenmiştir. Verilerin analizi için "Python (ver.3.5)" ve "SPSS (ver.25)" istatistik paket programları kullanılmıştır.

Karar ağaçları algoritmalarının performansını belirlemede, gerçek ve tahmin değerlerine ait; "Risk Katsayısı, Duyarlık (sensitivity), Özgüllük (specificity) ve Genel Doğruluk Oranı (accuracy)" ölçütleri hesaplanmıştır.

Düşük doğum ağırlığı, doğum ağırlığının 2500 gramdan az (≤2500g) olması durumudur. Bu çalışmada, "düşük doğum ağırlığındaki bebekler", tanı testi bakımından pozitifliği göstermektedir. Buna göre; "gerçekte pozitif (düşük doğum ağırlıklı) olanlar içinden, "Pozitif" olarak tahmin edilenlerin oranı "Duyarlığı (sensitivity)" vermektedir. Dolayısıyla elde edilen uygulama sonuçlarına göre "Duyarlığı yüksek" bulunan algoritmaların performansının, klinik bakımdan önemli olacağı düşünülmektedir.

Uygulamanın ilk aşamasında, "karar ağacı" yöntemlerinden CART, CHAID, QUEST, Rastgele Orman ve C4.5 algoritmalarına ait ön deneme sonuçlarına göre en iyi performansı veren işlem seçenekleri elde edilmiştir (Tablo 3).

Karar ağacı analizlerinde minimum hata oranlarına ulaşabilmek amacıyla yapılan ön deneme sonuçlarına göre 10-kat çapraz geçerlik testi tercih edilmiştir. Benzer şekilde, elde edilen ön deneme sonuçlarına göre; CART, CHAID ve QUEST için "minimum dal düğüm sayısı" 25 ve "minimum yaprak düğüm sayısı 5, olarak belirlenmiştir. Rastgele Orman ve C4.5 için "minimum dal düğüm sayısı" 25 ve "minimum yaprak düğüm sayısı 10, olarak belirlenmiştir. CART, QUEST, Rastgele Orman ve C4.5 algoritmalarında "maksimum ağaç derinliği" (otomatik seçimle) 5 olarak alınmıştır. CHAID algoritmasında ise ağaç derinliği 3 olarak belirlenmiştir (Tablo 3). Karar Ağaçları analizi için "CART, CHAID, QUEST, Rastgele Orman ve C4.5"e ait ön deneme ile sınıflandırma performansı sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Algoritmaların sınıflandırma performanslarının incelenmesi

Çalışmada kullanılan algoritmaların performansını belirlemede; "Risk Katsayısı, Duyarlık (sensitivity), Özgüllük (specificity), Genel Doğruluk Oranı (accuracy)" ölçütleri kullanılmıştır. Analiz sonucunda, Bebek Doğum Ağırlığı üzerinde etkili olabilecek değişkenler elde edilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Kullanılan algoritmaların sınıflama performanslarının incelenmesi

		Karar Ağaçları				
Performans Ölçütü		**CART**	**CHAID**	**QUEST**	**Rastgele Orman**	**C4.5**
Duyarlık %		88.4	86.4	84.5	87.1	87.5
Özgüllük %		97.1	97.1	97.8	98.2	97.3
Gen. Doğr. %		94.4	93.6	93.8	93.8	94.5
Risk/Hata (%)		6.8	6.6	6.7	6.2	5.6
Etkili Değişken	1	Doğ. Haftası	Doğ. Haftası	Doğ. Haftası	Multiparite	Doğ. Haftası
	2	SGA	SGA	SGA	Oligohidroamniyoz	SGA
	3	Anne Yaşı	Nullipar	Anne Yaşı	Anne Yaşı	Anne Yaşı
	4		Anne Yaşı	Nullipar	Preeklampsi	Prespont

SGA: bebeğin anne karnında gelişimi, Nullipar: hast. ilk doğ., Multiparite: önceden doğum yapmış, Oligohidroamniyoz: anne karnındaki amniyotik sıvının eksik olması, Prespont: kendiliğinden erken doğum, Preeklampsi: yüksek tansiyon ve organ hasarı

Çalışmada ele alınan algoritmaların sınıflandırma performansları Tablo 5'te gösterilmiştir. Buna göre, kullanılan algoritmaların sınıflandırma performansları genel olarak birbirine yakın bulunmuştur. Ancak bu performans ölçülerine göre en iyi tahmin değerini veren yöntemler aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

Duyarlık (Sensitivity): Bu tahmin ölçütü bakımından en yüksek tahmin oranı %88.4 ile CART algoritmasında gözlenmiştir.

Özgüllük (Specificity): Bu tahmin ölçütü bakımından en yüksek tahmin oranı %98.2 ile Rastgele Orman algoritmasında gözlenmiştir.

Genel Doğruluk (Accuracy): Bu tahmin ölçütü bakımından en yüksek tahmin oranının %94.5 ile "C4.5" algoritmasında olduğu tespit edilmiştir.

Risk (hata) tahmini: Bu tahmin ölçütü bakımından en düşük oran %5.6 ile "C4.5" algoritmasında gözlenmiştir.

Modele giren ve "bebek doğum ağırlığı" cevap değişkeni üzerinde etkili olan açıklayıcı değişkenler incelendiğinde; Rastgele Orman algoritması haricinde (Multiparite), tüm algoritmalarda "doğum haftasının" en etkili değişken olduğu gözlenmiştir. Benzer şekilde, ikinci sırada en etkili açıklayıcı değişkenler algoritmalarda genel olarak "SGA" olurken, Rastgele Orman algoritmasında "Oligohidroamniyoz (anne karnındaki amniyotik sıvının eksik olması)" yer almıştır. Genel anlamda algoritmaların performansları bakımından az değişken ile yüksek performans gösteren algoritmaların

tercih edildiği göz önüne alındığında; CART'ın 3 ve CHAID'in 4 adet açıklayıcı değişken ile model oluşturması, diğer değişkenlere (5 adet değişken) göre daha başarılı olduğu söylenebilir.

TARTŞMA VE SONUÇ

Tıpta daha çok teşhise karar verme amacıyla kullanılan yöntemlerden olan veri madenciliğinin sağlık sektöründe kullanımı, sağlık hizmetlerinin daha etkin sunumu ve kaynakların daha verimli kullanılması açısından önemlidir. Bu çalışmada; "CART, CHAID, QUEST, Rastgele Orman, C4.5 karar ağaçları" yöntemlerinin "bebek doğum ağırlığını" etkileyen faktörleri sınıflama ve belirleme amacıyla kullanılmıştır. Bu veri setinden elde edilen uygulama sonuçlarına göre söz konusu yöntemlerin performansları incelenmiştir. Buna göre, her algoritmada bir miktar değişiklik olmakla birlikte, benzer değişkenler modele girmiştir. Kullanılan algoritmalarda genel olarak ilk sırada "Doğum haftası" açıklayıcı değişkeni yer alırken, Rastgele Orman algoritmasında "Multiparite" değişkeni yer almıştır. Genel olarak, bu çalışmada kullanılan algoritmalara ait analiz sonuçları incelendiğinde; tüm algoritmaların "yüksek tahmin ve düşük hata oranı" ile çalıştığı söylenebilir. Ancak, "C4.5" algoritmasının diğer algoritmalara göre bir miktar daha iyi performansla sınıflandırma sağladığı gözlenmiştir (Tablo 5). Literatürde, birçok alanda veri madenciliği yöntemleri uygulanmış çalışmalar bulunmakta ve kullanılan yöntemlerin sınıflandırma başarıları karşılaştırılmaktadır. Bu yöntemlerin karşılaştırılması akademik çalışmalara ve güncel uygulamalara fayda sağlamaktadır. Tıp alanında, bu algoritmaların sınıflandırmadaki tahmin başarıları ile ilgili çalışmalar sıkça yapılmaktadır. Yapılmış bu çalışmaların genel olarak yüksek performansla sınıflandırma yaptığı, örüntü desenini açıkladığı ve karar verme konusunda yardımcı olduğu görülmektedir.

Dünya genelinde sağlık hizmetleri, teknolojik değişimden önemli derecede etkilenmektedir. Bu nedenle karar verme süreçlerine yardımcı olabilecek algoritmalar yardımıyla geliştirilecek karar destek modelleri geleceğin vazgeçilmez gelişmeleri arasında yer alacaktır. Karar destek modelleri ile insan sağlığı açısından hızlı teşhis, tedavi planlaması, sonuçların doğruluğunun artması, tıbbi müdahalenin azalması ve kişiye özel tedavi yöntemlerinin belirlenmesi açısından önemlidir. Dünyada bebeklerin %16'sı düşük doğum ağırlığı (≤2500g) ile doğmaktadır. Türkiye'de ise bu oran ortalama %10-12 arasındandır. Giderek artan bu oranlar toplum sağlığı açısından olumsuz sonuçlara yol açmakta ve bebeklerde gelişimsel geriliğe yol açan biyolojik etkenlerden biri olarak görülmektedir (Sağlık Bakanlığı, 2017). Bebek doğum ağırlığı birçok faktörden etkilenmektedir. Dolayısıyla doğum ağırlığını olumlu ya da olumsuz yönde etkileyen faktörlerin karar vermedeki başarılarının belirlenmesiyle; yeni doğacak bebeklerin doğum ağırlığını belirlenmesi, düşük doğum ağırlığında olup olmayacağına erken karar verilmesi, koruyucu tedbirlerin alınması ve toplum sağlığı açısından önemli olacaktır.

KAYNAKÇA

Breiman L, Friedman J, Stone CJ. Olshen RA. Classification and Regression Trees. Taylor and Francis, Chapman&Hall/CRC. 1984.

Çetin O, Verit FF, Zebitay AG, Aydın Z, Kurdoğlu Z, Yücel O. [Neither early nor late for becoming pregnant: Comparison of the perinatal outcomes of adolescent. reproductive age and advanced maternal age pregnancies]. Clinical Investigation. Turk J Obstet Gynecol 2015;12(3):151-7.

Quinlan JR. [Simplifying decision trees]. Int J Man-Mach Stud 1987;27(3):221-34.

Quinlan JR. [Decision trees and decision-making]. IEEE Trans Syst Man Cybern 1990;20(2):339-46.

Quinlan JR. C4.5: programs for machine learning. Elsevier; 2014.

Mingers J. [An empirical comparison of selection measures for decision-tree induction]. J Mach Learn 1989;3(4):227-43.

Sağlık Bakanlığı. Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü [internet] 2017. [ET: 27.02.2019] https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/ beslenme/gebelik-doneminde-beslenme.html.

İNŞAAT SEKTÖRÜNDE KARBONDİOKSİT SALINIMI FARKINDALIĞI VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

AN EVALUATION OF SUSTAINABILITY AND AWARENESS OF CARBON DIOXIDE EMISSIONS IN THE CONSTRUCTION SECTOR

Prof. Dr. Aynur KAZAZ
Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
Rıdvan ŞİMŞEK
(Yüksek Lisans Öğrencisi) Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Dinamik yaşam ve teknolojinin hızlı gelişmesi sonucu enerji kullanımları ciddi boyutlara ulaşmıştır. Dünyanın küreselleşme hızının ve enerji kullanma ihtiyacının her geçen gün artması; küresel ısınma, hava ve su kirliliği gibi birçok çevresel problemi de beraberinde getirmektedir. Zararlı gaz salınımları, çevresel problemlerin odak noktası olduğundan, dünyada çeşitli protokoller ile bu salınımların azaltılması konusunda çalışmalar yapılmıştır. Kyoto Protokolü, Viyana Antlaşması, Montreal Protokolü ve Paris iklim sözleşmesi bu amaçla imzalanan Türkiye'nin de taraf olduğu antlaşmalardır. Tüm bunlara rağmen henüz binalarda karbondioksit salınımının azaltılmasına yönelik bir bilinçlenme kültürü oluşmamıştır. Türkiye'de kişi başına düşen karbondioksit salınımı, inşaat ve sanayi sektörünün sera gazı salınımına etkisi hızla artmaktadır. Dolayısıyla günümüzde yaygın olarak kullanılan geleneksel binaların ve bu binalardaki enerji sistemlerinin çevreci bakış açısıyla yeniden gözden geçirilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir. Binalarda kullanılan yapı malzemeleri ve bu malzemelerin imalat yöntemleri, yenilenemez enerji kaynakları küresel boyutta ve ciddi miktarda karbondioksit salınımına sebep olmaktadır. Bu nedenle; çevreci ve sürdürülebilir yapı konseptine odaklanılması gerekmektedir. Literatür taraması ve çeşitli kaynaklardan bir araya getirilen veriler Türkiye'de inşaat sektöründe karbondioksit salınımının artık dikkate alınması gereken önemli bir tasarım kriteri olması gerektiğini göstermektedir. Bu amaçla; inşaat sektörü üzerine düşen sorumluluğu alarak bölgesel ve global olarak sürdürülebilir yapılar konusunda bilinçlenmeli ve sektöre yeşil yapılaşma kültürü aşılanmalıdır.

Bu çalışmada; dünyadaki çeşitli ülkelerin ve Türkiye'nin karbon salınım eğilimleri incelenerek Türkiye'de karbondioksit salınımının durumu değerlendirilmiştir. Sonuç olarak bu çalışmada; çeşitli kaynaklardan bir araya getirilen veriler analiz edilerek Türk inşaat sektörünün karbondioksit salınımı ile sürdürülebilirlik arasındaki ilişkisi açıklanmaya çalışılıp, karbondioksit emisyonları konusundaki farkındalığının arttırılması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Karbondioksit Salınımı, Sürdürülebilir Yapılar, İnşaat

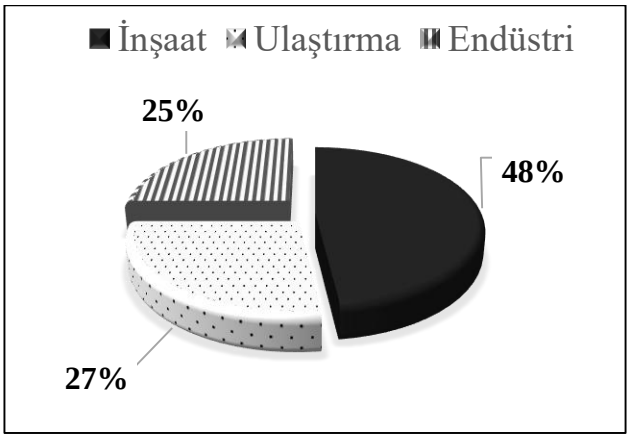
ABSTRACT

Energy usage has reached momentous extents, as a consequence of dynamic life and fast development of technology. Increasing the globalization speed of the world and the need for using energy day after day, bring along plenty of environmental problems such as global warming, air and water pollution etc. Since harmful gas emissions are the center of ambient matters, studies have been carried out to decrease these emissions by way of various protocols in the world. The Kyoto Protocol, the Vienna Agreement, the Montreal Protocol and Paris Agreement are the treaties in which Turkey is a party, signed for this purpose. In spite of these agreements, an awakening culture of reducing carbon dioxide emissions has not been formed yet in Turkey. The effect of greenhouse gas emissions in the construction and industrial sectors and Turkey's per capita CO_2 emission are increasing rapidly. Thus, it is a requirement to reconsider the traditional buildings and their energy systems which are widely used nowadays from an environmental aspect. Building materials used in constructions and manufacturing methods of these materials, non-renewable energy sources cause carbon dioxide emissions in global extent and substantial amount. Therefore, eco-friendly and sustainable building concept ought to be concentrated on. Data gathered from assorted sources and literature review demonstrate that carbon dioxide emission should be a significant design criterion to regard in the construction sector in Turkey. For this purpose, the construction sector should become conscious in terms of regional and global levels about sustainable buildings by taking into account its responsibility and green-design culture should be embedded into the sector. In this study, the state of carbon dioxide emissions in Turkey has been evaluated by examining trends in carbon emissions. As a result, in this study; the relationship between carbon dioxide emissions and sustainability of the Turkish construction sector has been tried to be explained by evaluating the data gathered from various sources and it was aimed to raise awareness of Turkish construction sector about carbon dioxide emissions.

Keywords: Sustainability, Carbon Dioxide Emission, Sustainable Buildings, Construction

Giriş

Tarihte inşa edilen ilk yapılar; doğadan çekinen, doğanın güçlü etkilerinden sakınmak isteyen insanların sığındıkları yerlerdi. Global yaşam, artan konfor isteği, endüstrileşme, ticari ve ekonomik anlamda ülkelerin büyüme ve güçlenme isteği, kaynakların fazlaca kullanılıyor olması; doğa ve insanın tarihteki ilk konumlarına göre yer değiştirdiklerini göstermektedir. Bu değişim, ciddi çevresel sorunları beraberinde getirmiş ve sürdürülebilirlik kavramının oluşmasına zemin hazırlamıştır. Sürdürülebilirlik sözcüğü; küresel, teknolojik, finansal, global ve modern yaşam dinamizmine paralel bir şekilde ortaya çıkmıştır ve çevresel sorunları çözmek veya etkilerini azaltmak için literatürde kullanılan bir sözcük haline gelmiştir. Keleş (1998)'e göre ise sürdürülebilirlik kavramı; çevre değerlerinin ve doğal kaynakların savurganlığa yol açmayacak biçimde akılcı yöntemlerle kullanılmasını amaçlayan çevreci bir dünya görüşüdür. Sürdürülebilirlik BREAM ve LEED sertifikalarının gerektirdiği su muhafazası, enerji atmosfer uyumu gözetilerek zararlı gazların salınımının azaltılması, yenilenebilir nitelikteki malzeme kullanımı, atıkların azaltılması, binaların uzun ömürlü olması, bina içerisinde kaliteli bir ortam oluşturma gibi alt başlıkların hepsini kapsamaktadır (BREEAM,2019;LEED,2019). Karbon emisyonu, BREEAM ve LEED sertifikasyonlarında, ana değerlendirme unsuru olmak yerine hem LEED hem de BREEAM akreditasyonlarının enerji analizi kategorisinde yalnızca bir alt değerlendirme kriteridir (Lu & Lai, 2020). Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli'ne (IPCC) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programına (UNEP)'e göre, inşaat sektörü toplam enerji kullanımının % 40'ını kapsamaktadır ve enerji ile ilgili karbon emisyonlarının ise üçte birini oluşturmaktadır (IPCC, 2018;UNEP, 2018). Norbert Lechner (2014) ise "ısıtma, soğutma, aydınlatma" adlı kitabında Amerika'daki enerji tüketiminin çoğunun binalardan kaynaklandığını belirtmiştir (Şekil 1).



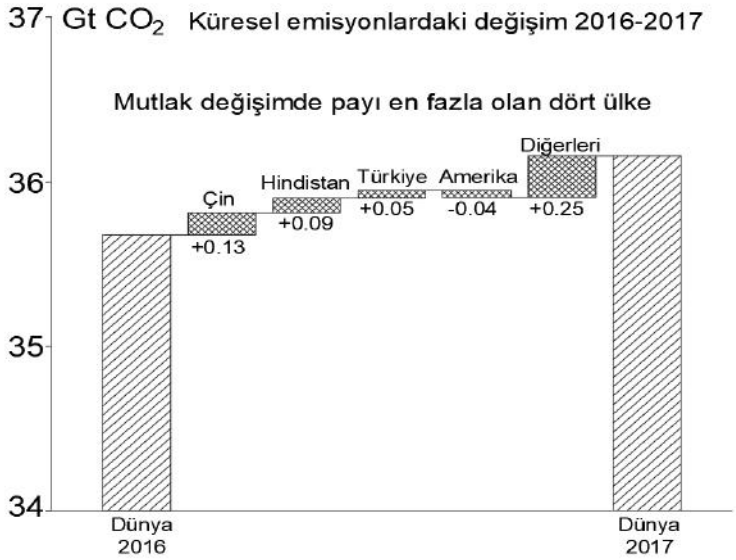
Şekil 1: Amerika'da enerji kullanımı *(Lechner, 2014)*

Bilimsel çalışmaların ve yeni şeyler bulma arayışlarının her geçen gün daha fazla yoğunlaşması dünyanın globalleşme hızını gittikçe arttırmıştır. Enerji kullanımlarını dönemine göre ciddi boyutlarda arttırmış olan Sanayi Devrimiyle başlayan ve günümüzde Endüstrileşme faaliyetleriyle devam eden süreç, inşaat sektörünü ciddi miktarda geliştirmesine rağmen çevre problemlerinin ise gün geçtikçe artmasına neden olmuştur. Karbondioksit salınımı küresel ısınmayı tetikleyen ve bunun sonucu olarak su kirliliği, deniz sularının yükselmesi, hava kirliliği, iklim değişikliklerinin yaşanması, buzulların

erimesi vb. global çevre sorunlarına neden olmaktadır. Binalarda enerji kullanımı; yapı malzemelerinin üretimi ve taşınmasında ortaya çıkan enerjiyi, binanın ömrü boyunca kullanımından kaynaklı enerjiyi ve ömrünü tamamlayan binadaki yıkım için harcanan enerjiyi kapsamaktadır (Sabapathy ve diğ., 2010). Bahsedilen bu enerjilerin toplamı literatüre "gömülü enerji (embodied energy)" olarak girmiştir. Binalardan kaynaklanan sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik önlemler üç kategoriden birine girmektedir; binalarda enerji tüketimini azaltmak, gömülü enerjiyi azaltmak ve yenilenebilir enerjinin daha yüksek oranda kullanıldığı düşük karbonlu yakıtları tercih etmek (IPCC, 2007). Sonuç olarak; inşaat sektörü ve binalar karbon emisyonlarına ciddi bir şekilde sebep olmaktadır. İnşaat sektöründe henüz karbondioksit salınımının farkındalığı oturmamış, salınımların azaltılmasına yönelik bir bilinçlenme kültürü oluşmamış ve sürdürülebilirlik konseptine karşı direnç henüz aşılamamıştır.

Araştırma ve Bulgular

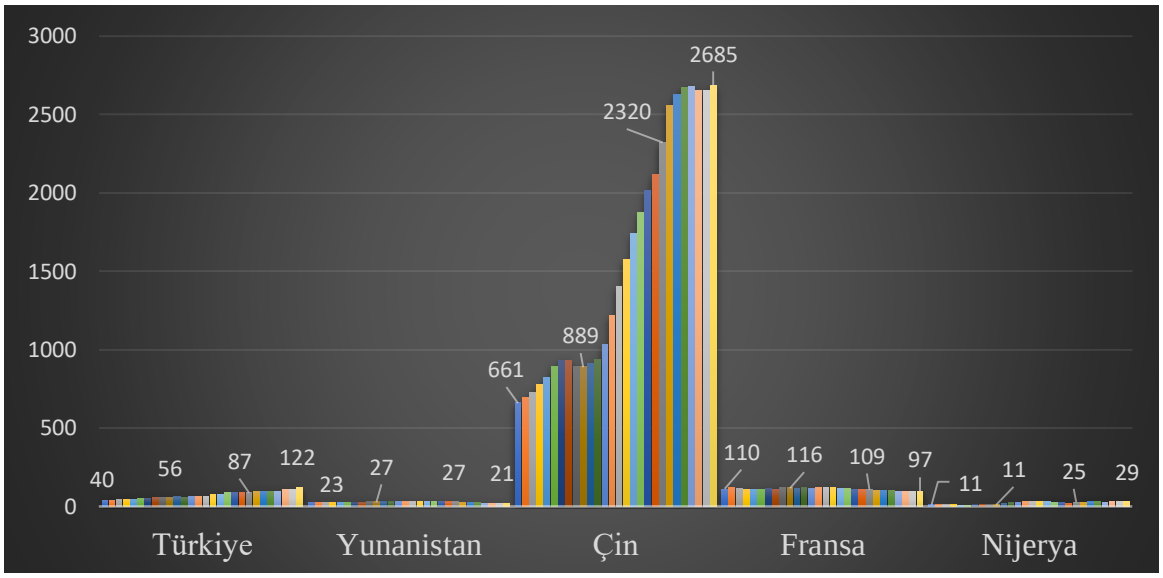
Bu çalışmada; dünyadaki çeşitli ülkelerin ve Türkiye'nin karbon salınım trendleri incelenerek Türkiye'de karbondioksit salınımının genel durumu analiz edilmiştir. Türkiye'deki karbondioksit salınımı çeşitli kaynaklardan elde edilen veriler doğrultusunda araştırılmış, istatistiksel veriler incelenmiş ve bu doğrultuda değerlendirmeler yapılmıştır. 2017 yılında Dünyadaki CO_2 salınımına etkisi en büyük olan dört ülke aşağıdaki şekilde gösterilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2:2017'deki emisyon değişikliklerine katkıda bulunan ilk dört ülke *(The Global Carbon Budget, 2018)*

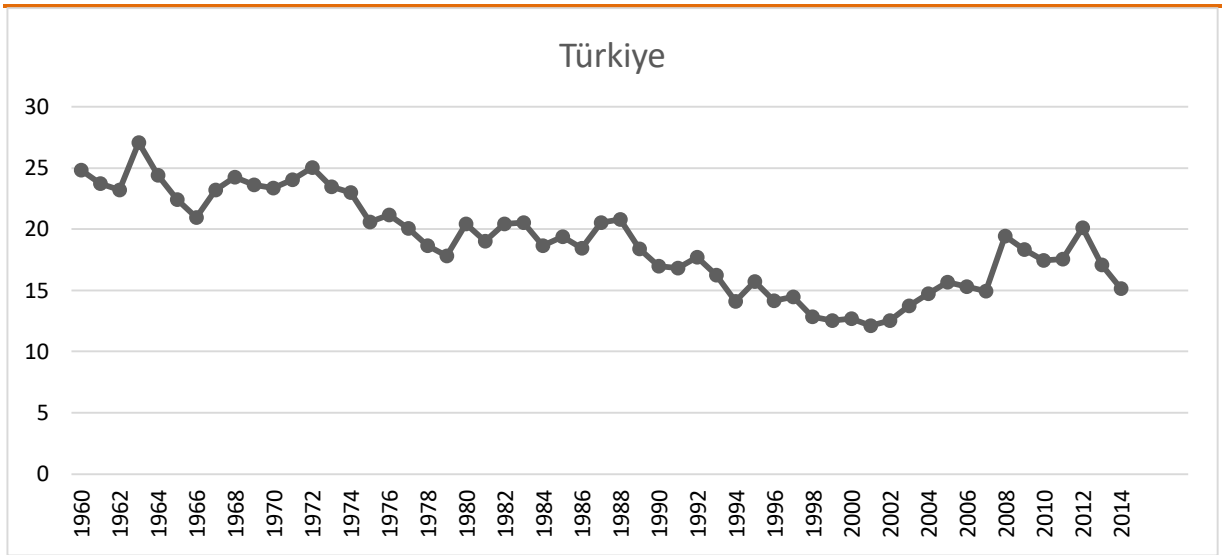
Grafikte zararlı gaz emisyon artım değerlerinin en fazla Çin ve Hindistan ülkelerinde bulunmasının sebebinin, ülkelerin yoğun nüfusunun enerji ihtiyaçlarını karşılamaya odaklanmış endüstrileşme faaliyetlerine, binalarındaki enerji tüketim değerlerinin çok yüksek olmasına veya sürdürülebilir konseptli yapılaşmaya yeterince odaklanılmamasına bağlı olduğu düşünülebilir. Amerika'daki salınımların azalması, ülkede çevreci binalara ilişkin tedbirlerin alındığını, sürdürülebilir yapılaşma konseptinin yaygınlaştığını göstermektedir. Bunun aksine; Türkiye'de karbondioksit salınımlarının artması hem sanayileşmeye hem de tıpkı Çin ve Hindistan'da olduğu gibi sürdürülebilir yapı anlayışının henüz Türk inşaat sektöründe yaygınlaşmamış olmasına bağlıdır. Benzer bir rapor olan

Hollanda çevre değerlendirme ajansı raporuna göre; 1990'a göre yaklaşık %65 daha yüksek olan, 2017 yılındaki küresel CO_2 emisyonlarındaki %1.2'lik artışın (=37.1 Gt CO_2), genel olarak küresel kömür tüketiminde %0.7'lik bir artıştan, esas olarak ise Hindistan'daki %4.5'lik artış (2016'nın iki katı) ve Türkiye'deki artıştan (+%16) kaynaklandığını belirtmiştir (PBL, 2018). Türkiye'nin zararlı gaz salınımlarına en fazla etki eden dört ülkeden biri olması, Türkiye'de karbondioksit salınımlarının azaltmasına yönelik tedbirlerin alınmasını bir zorunluluk haline getirmiştir.



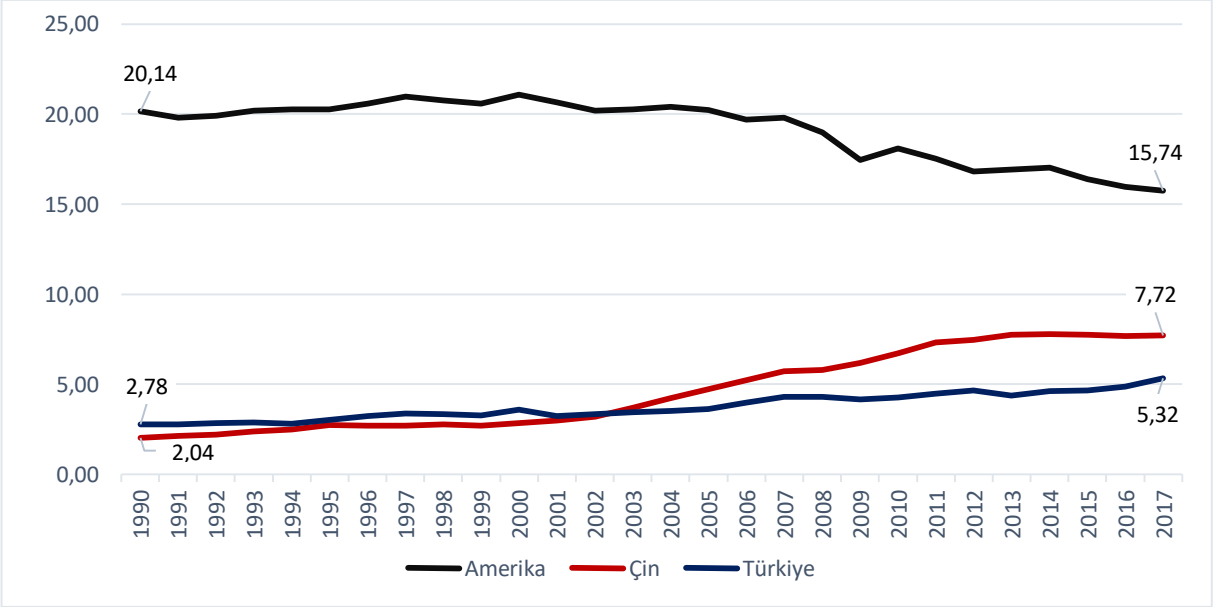
Şekil 3:1990-2017 yıllarına göre ülkelerin karbon emisyon değerleri (MtC/y) *(The Global Carbon Budget, 2018)*

The Global Carbon Budget (2018) verilerinden Türkiye, Yunanistan, Çin, Fransa ve Nijerya ülkelerine ilişkin karbon emisyon değerleri (MtC/y) şekil 3'te ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Şekil 3'te verilen ülkelerin seçilme nedenlerine bakıldığında ise; Fransa'nın seçilmesinin sebebi zengin kömür yataklarına sahip olması ve gelişmiş batılı ülkeler arasında karbon salınım değerlerinin kıyasen az olmasıdır. Karbondioksit salınım değerlerinin Fransa'da az olması; doğal gaz ve nükleer enerjinin yaygınlaşmasına, Kyoto protokolüne taraf olmasına, sürdürülebilir yapı doğrultusunda tedbirler almış olmasına, karbon salınımına ek vergiler getirip koruyucu çevre dostu yapılaşma kültürünün yaygınlaşmış olmasına bağlı olduğu düşünülmektedir. Afrika'nın zengin doğal kaynaklara sahip gelişmiş ülkelerinden biri olduğu için seçilen Nijerya ise; enerji üretimi ve endüstrileşmesi zayıf olan bir ülke olduğundan, dünyadaki karbon salınımına etkisi çok yüksek değildir. Önemli sınır komşularımızdan biri olması ve Avrupa'da bulunması sebebiyle seçilen Yunanistan'da ise, diğer Avrupa ülkelerine kıyasla endüstri ve inşaat sektörü daha az gelişmiştir. Yunanistan'ın nüfusunun fazla olmaması enerji üretim-tüketim değerlerinin azalmasına zemin hazırladığından karbondioksit salınım değerleri yüksek değildir. Türkiye'ye bakıldığında karbon salınım değerlerinin neredeyse iki katına çıkmış olması yukarıda bahsedilen kriterlerin birçoğuyla açıklanabilir. Ayrıca Türkiye'de çevre dostu yapılaşmaya ilişkin direncin varlığı, enerji tüketimi yüksek çevre dostu olmayan mevcut yapılaşma yerine sürdürülebilir yapıların geniş kitlelere yayılmamış olması bu artışı açıklayabilecek diğer faktörlerdendir.



Şekil 4:Konutlardan, ticari binalardan ve kamu hizmetlerinden kaynaklanan CO2 emisyonları (toplam yakıt yanma yüzdesi) – Türkiye *(The World Bank, 2014)*

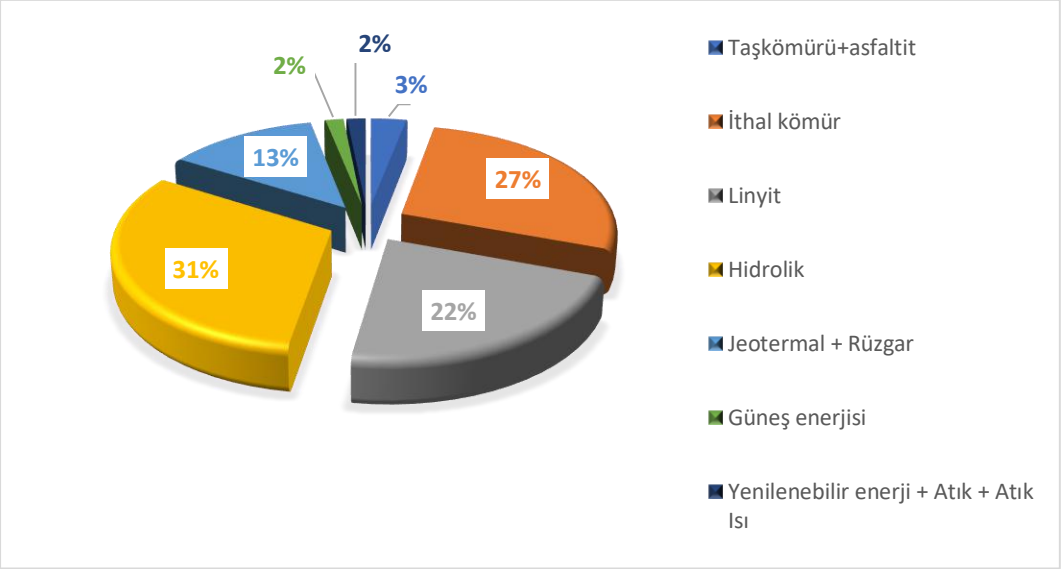
Şekil 4'te gösterilen Dünya Bankası'ndan *(2014)* alınan veriler değerlendirildiğinde; 1960-1995 arası dönemde salınımların azalması, binalarda kullanılan malzemelerin ve yakıt tipinin değişimiyle sağlanmıştır. 1999 Depremi, 2001 ekonomik krizi 1995-2002 arasındaki durgunluğun sebeplerinden bazıları olarak düşünülebilir. 2002 sonrası konutların, ticari binaların, endüstriyel yapıların, hastane ve üniversite gibi ortak kullanım alanı geniş yapıların yaygınlaşması; ihracattaki artışlar, sanayileşme, endüstrileşme ve artan enerji kullanımları sebebiyle salınımlar yeniden artma eğilimi göstermiştir.



Şekil 5:Kişi başına karbondioksit salınım değerleri (ton CO_2/kişi) *(EDGAR, 2018)*

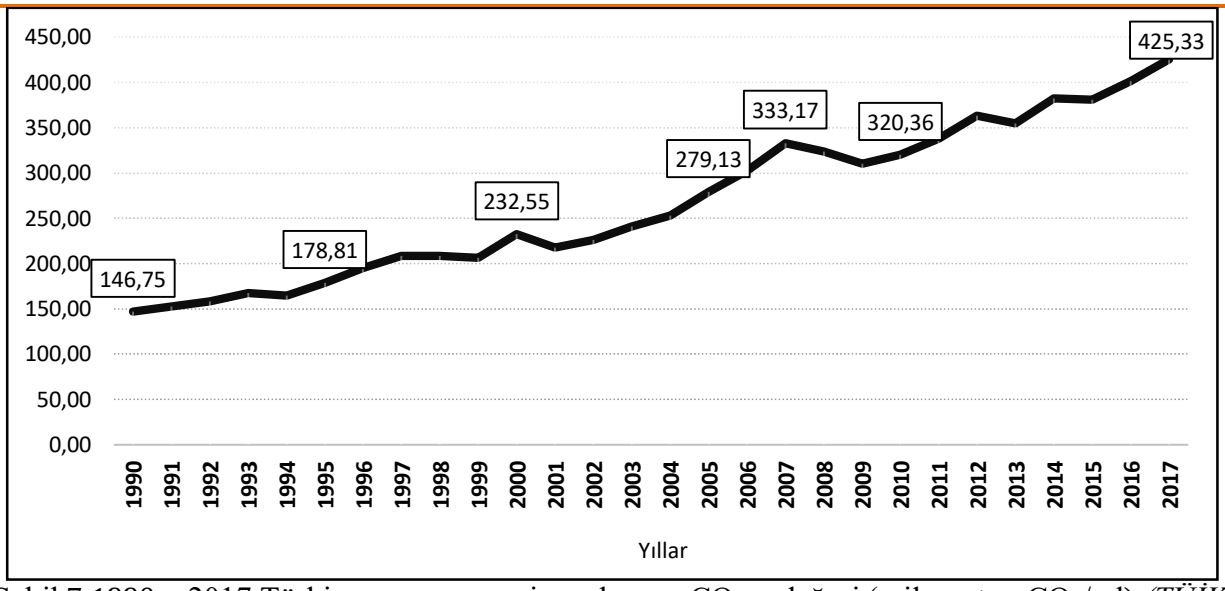
Türkiye'de kişi başına düşen karbondioksit salınımının (1990 yılında 2,78 ve 2017 sonunda 5,32) yaklaşık olarak %52,3 oranında arttığı yukarıdaki şekilde görülmektedir (Şekil 5). Enerji ihtiyacı, kullanılan enerji çeşidi, ithalat ve ihracat, ekonomik büyüme, krizler, deprem gibi doğal afetler,

uluslararası anlaşma ve akreditasyonlar, çevre bilinci ve yeşil binaların uygulanması vs. karbondioksit salınımını ve kişi başına düşen CO_2 emisyon değerlerini etkileyen faktörler olarak düşünülebilir. Singapur ve Hong Kong'daki geniş çaplı araştırmalarına dayanarak, Chan ve diğ.(2009); yapı tasarımcısının bakış açısından, yeşil binaların uygulanmasını zorlaştıran en büyük engelleri şu şekilde sıralamıştır: Eğitim eksikliği, yüksek başlangıç maliyetleri, teşviklerin yetersiz olması ve farkındalığın eksikliği. Bu araştırma sonuçlarına dayanarak, Şekil 5'te gösterilen grafik için; Amerika'nın LEED sertifikasyon sistemini kullanması ve çevreci yapılaşma konusunda istikrarlı çalışmalar yapmış olması, kişi başına düşen karbondioksit salınımını azaltmasına katkı sağlamıştır. Çin ve Türkiye'de ise henüz geleneksel yapılaşmanın varlığı ve çevreci tasarımların eksikliği, kişi başına düşen salınımların artmasına neden olmuştur yorumlarını yapmak mümkündür.

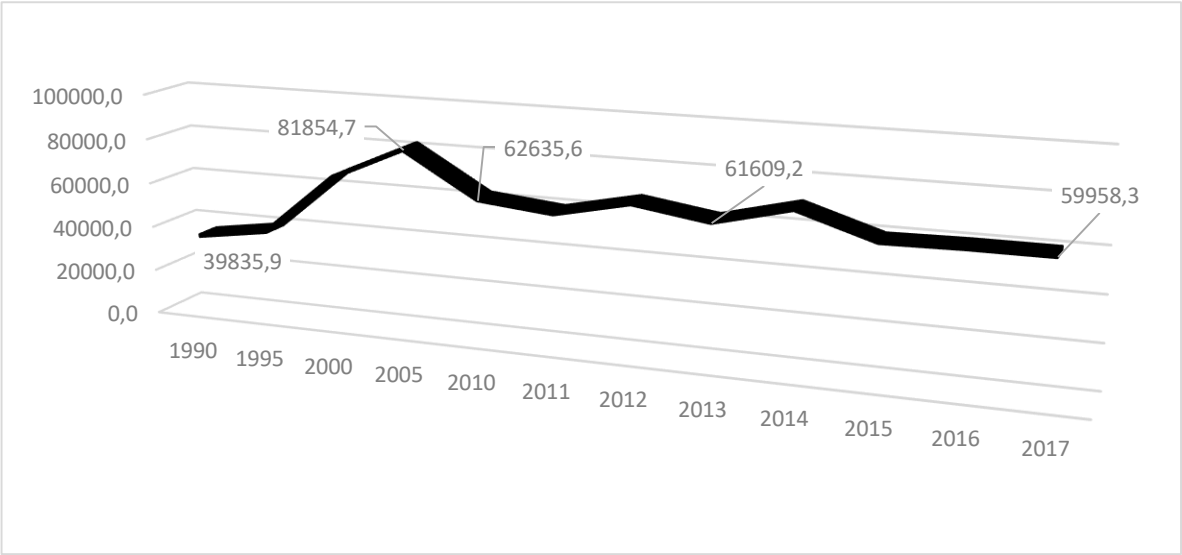


Şekil 6:Türkiye elektrik üretim-iletim istatistikleri *(TEİAŞ, 2017)*

Türkiye elektrik üretimine ilişkin grafiksel veri incelendiğinde, üretimin büyük bir kısmının yenilenemez enerji kaynaklarıyla karşılandığı görülmektedir ki bu karbondioksit salınımının artmasına sebep olmaktadır (Şekil 6). Yenilenebilir enerji, atıklardan sağlanabilecek enerji ve güneş enerjisi payının çok az olması, sürdürülebilir ve sıfır karbon konseptli yapılaşmaya gidilmesi gerektiğini göstermektedir çünkü sürdürülebilir yapı konsepti bahsedilen bu çevre dostu ve karbon emisyonunu azaltmaya katkı sağlayan enerji üretim çeşitlerinin potansiyellerini arttırmaya odaklanmıştır. Bu doğrultuda Kazaz ve Istil (2019), elektrik tüketiminin ve küresel ısınmanın olumsuz etkilerini azaltmak için binaların günışığını en üst seviyeye çıkaracak şekilde tasarlanması gerektiğine değinmiştir. Böyle bir tasarım sadece güneş enerjisinin kullanım potansiyelini arttırmakla kalmayıp aynı zamanda yenilenemez enerji kullanım değerlerini de azaltacağından karbondioksit salınımını azaltıcı bir etkiye sahip olacaktır. Gürgün ve diğ. (2016), binalarda enerji tüketimini azaltarak maliyet tasarrufu sağlamak için yüksek verimli HVAC (Isıtma, havalandırma ve Klima) ve aydınlatma sistemleri kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

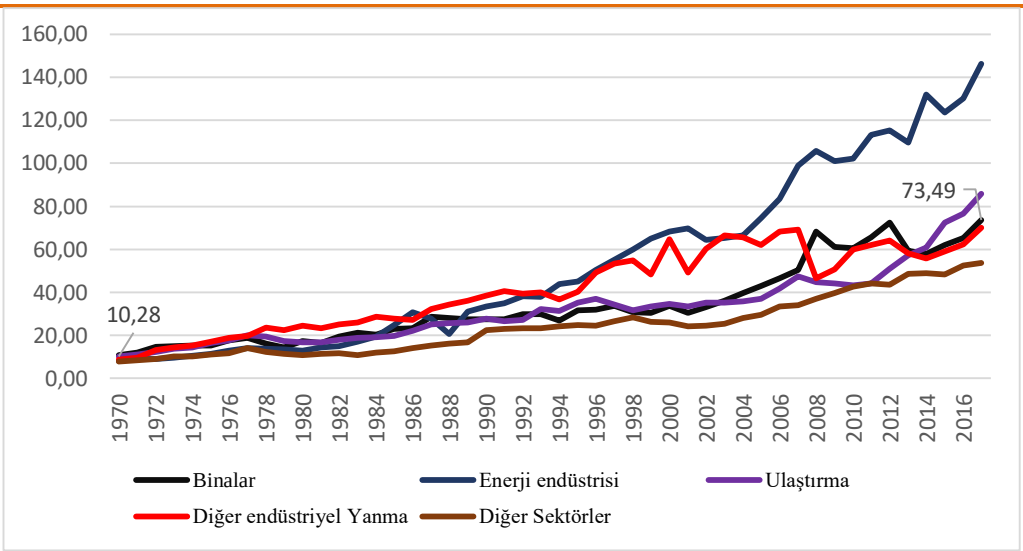


Şekil 7:1990 – 2017 Türkiye sera gazı emisyonlarının CO_2 eşdeğeri (milyon ton CO_2/yıl) *(TÜİK, 2018)*

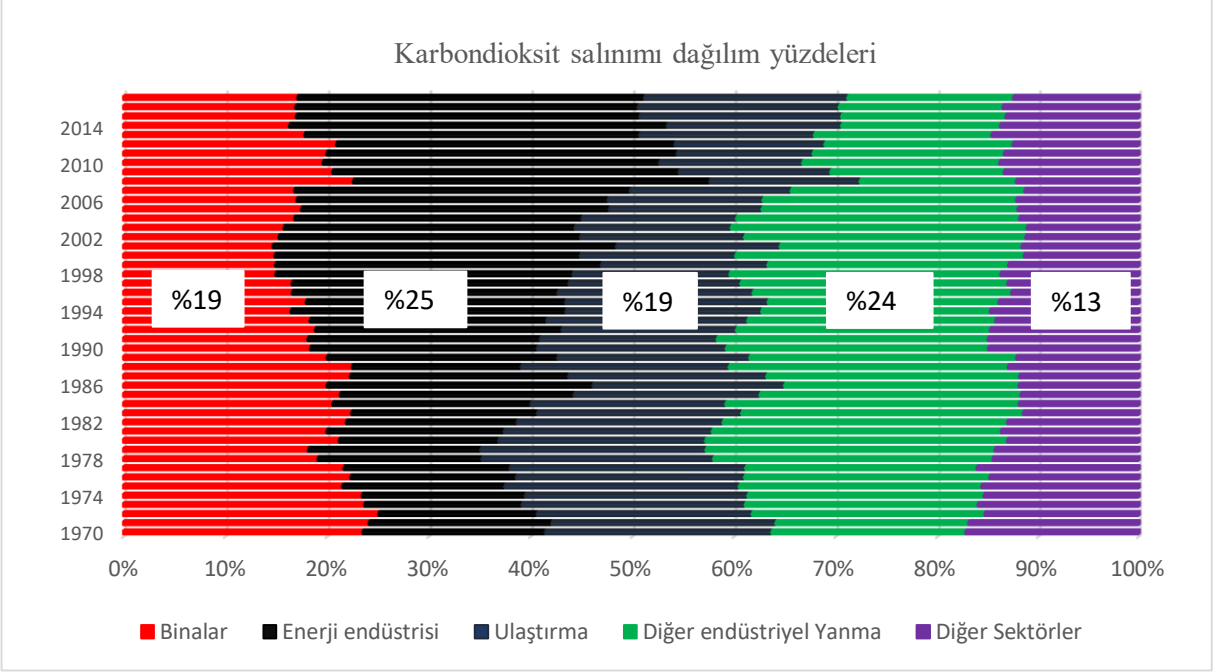


Şekil 8: İnşaat ve Sanayi Sektörlerinin Sera gazı salınımına etkisi (Bin ton CO_2) *(TÜİK, 2018)*

Yukarıdaki şekillere bakıldığında hem Türkiye'deki sera gazı emisyonlarının hem de inşaat sektöründeki sera gazı salınımlarının yıllara göre artma eğiliminde olduğu görülmektedir (Şekil 7, Şekil 8). Enerji tüketimi, ihracat ve ekonomik büyüme CO_2 salınımı arttırmaktadır (Kesgingöz & Karamelikli, 2015). Sürdürülebilir bir dünyaya ulaşmak için yeni yapıların enerji etkin sistemlerle donatılarak üretilmesi kadar mevcut yapıların kontrol altına alınması da önemli bir konudur (Ürük & İslamoğlu, 2019). Türkiye'deki artan sera gazı emisyon değerleri, sürdürülebilirlik kültürünün yaygınlaşması ve bu bilinçle inşa edilecek yapılara ihtiyaç duyulması konusunda inşaat sektörünün inisiyatif alması gerektiği konusunda inşaat sektörünü ve sektör katılımcılarını ciddi bir şekilde uyarmaktadır.



Şekil 9:Sektörel olarak Türkiye'de CO_2 ($MtCO_2$/yıl) salınımı *(EDGAR, 2018)*



Şekil 10:Türkiye karbondioksit salınımının yıllara ve sektörlere göre dağılım yüzdeleri *(EDGAR, 2018)*

Grafikte gösterilen fosil CO_2 emisyon verileri; fosil yakıt kullanımı, endüstriyel işlemler ve ürün kullanımından elde edilen kaynakları (yanma, alevlenme, çimento, çelik, kimyasallar ve üre) içermektedir (Şekil 9, Şekil 10). Şekil 9 ve Şekil 10'da gösterilen enerji endüstrisi, enerji ve ısı üretim tesislerini (kamu ve otomobil üreticileri); diğer endüstriyel yanma, endüstriyel imalat ve yakıt üretimini; binalar, endüstriyel olmayan küçük ölçekli yanmaları; ulaştırma, karayolu ve demiryolu, gemi ve havacılığı kapsayan yanmaları; diğer sektörler, endüstriyel işlem emisyonlarını, tarımdan kaynaklanan emisyonları ve atık emisyonlarını ifade etmektedir. EDGAR (2018) verileri binalardan dolayı ortaya çıkan karbondioksit salınımlarının 2017 yılında 1990 yılına göre %167 arttığını

göstermektedir. Şekil 10'da binalardaki salınımın yıllık ortalama %19 civarında kümelendiği görülmektedir. Chen ve diğ. (2011)'nin belirttiği; bina inşaatı, binada kullanılan teçhizat, bina çevresindeki inşaatlar, ulaşım, işletme, atık arıtma, malzeme yönetimi, binanın yıkımı ve binanın ortadan kaldırılması gibi dokuz aşamalı binaların karbondioksit salınımın yaşam döngüsü bu kümelenmeyi açıklayabilecek faktörler olarak düşünülebilir. Alkaya ve diğ. (2012) binalarda ısıtma-soğutma enerji verimliliğini arttırmak adına; ısı yalıtım malzemelerinin ana işlevleri itibariyle enerji tüketiminde verimliliği arttırdığını ve fosil yakıt kaynaklı sera gazı salımlarını ise önemli oranda azalttığını, bu nedenle hem ekonomik hem de ekolojik unsurlar göz önünde bulundurularak ısı yalıtım malzemelerinin yaygın kullanımının desteklenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, Subramanyam ve diğ. (2017)'nde yapılan çalışmada ise; zemin kaynaklı ısı pompaları (GSHP'ler), alan ısıtma için verimli ısıtma kazanları, verimli aydınlatma ve binanın yüksek yalıtımlı olmasının sera gazı salınımı azaltmak için önemli bir potansiyele sahip olduğunu belirtmiştir. Kil ve doğal kalker taşlarının yüksek sıcaklıklarda (1450-1650°C) pişirilmesiyle elde edilen çimento, karbondioksit salınımına önemli ölçüde etki eden yapı malzemelerinden bir tanesidir. Bu yönüyle çimento üretimi, dünyadaki insan kaynaklı CO_2 emisyonlarının % 5-8'ini oluşturmaktadır (Lloyd ve diğ., 2008). Çimento ihracatının artması nedeniyle, çimento dikkat edilmesi gereken bir karbondioksit salınım kaynağı haline gelmiştir. Tangüler ve Gürsel (2015) uçucu külün çimento ve beton sanayisinde geri kazanımı ile hem insanlar hem de doğa üzerinde zararlı etkileri bulunan bir atığın değerlendirilerek CO_2 emisyonunun azaltılmasında sürdürülebilir bir seçenek olabileceğini belirtmişlerdir. Yapı taşıyıcı sistemlerinde sıkça kullanılan çelik profillerin üretilmesi için yüksek sıcaklık ve bol miktarda enerji gerektirmesi CO_2 salınımına neden olan bir diğer etkendir. Çelik üretim sahalarının çevreye duyarlı hale getirilmesi, CO_2 salınımını azaltıcı alternatif üretim sistemleri üzerine çalışmalar yapılması önem arz etmektedir.

Bu çalışmada; karbondioksit salınımlarıyla ilgili değerlendirilen bütün kriterler göz önüne alındığında, CO_2 emisyonu azaltılmış binaları aşağıdaki denklemle ifade etmek mümkündür;

Planlama x CO_2 Salınımı Farkındalığı + Çevre Bilinci + Uzun vadede tasarruf +Akreditasyon = Karbondioksit salınımı azatılmış sürdürülebilir yapılaşma (1)

Sanayileşme ve endüstrileşme sonucu ciddi enerji tüketimine sebep olan inşaat sektörü bu konuda inisiyatif alıp alternatif yapılaşma yoluna gitmeli ve sürdürülebilir yapılar konusuna odaklanmalıdır. Bu sebeple hastane, havalimanı, otogar, adalet sarayı gibi enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonu fazla olan kamu hizmet binalarının LEED veya benzeri sertifikalı sürdürülebilir yapılar olarak inşa edilmesi gerekmektedir. Hiç şüphesiz çevre dostu olmayan mevcut yapılaşma anlayışı yerine CO_2 salınımı azaltılmış sürdürülebilir anlayışa geçiş, ancak; iyi bir planlama ile mümkün kılınabilir. Planlamanın doğal sonucu olan salınım farkındalığının bilinciyle yapılacak binalarda, yenilenemez enerji kullanımlarının azaltılması ve yerine yenilebilir enerjinin çeşitli sistemlerle kullanılması uzun vadede tasarruf sağlayacaktır. Bu doğrultuda CO_2 salınımına ilişkin akreditasyonların da geliştirilmesiyle sürdürülebilir ve daha sağlıklı yapılar inşa edilecektir.

Sonuç ve Öneriler

İnşaat sektörünün çevresel etki potansiyeli, gayri safi millî hasıla (GSMH), enerji üretim-tüketim ve kullanımları yönlerinden hem dünyada hem Türkiye'de büyük bir orana sahip olması; inşaat sektörüne CO_2 salınımının azaltılması hususunda büyük bir sorumluluk yüklemektedir. Türk inşaat sektörü üzerine düşen bu sorumluğu alarak karbon emilimi azaltılmış, sürdürülebilir yapılar konusuna odaklanmalıdır. Bu çalışmada dünyadaki çeşitli ülkelerin ve Türkiye'nin karbon salınım eğilimleri incelenerek Türkiye'de inşaat sektöründe karbondioksit salınımının durumu değerlendirilmiştir. Sektörde karbondioksit salınımının farkındalığını arttırmak ve zararlı gaz salınımlarının sürdürülebilirlikle arasındaki ilişkinin inşaat sektöründe benimsenmesini sağlamak, çalışmanın ana motivasyon kaynağıdır. Çevreci yapılaşma kültürünün sektörde yaygınlaşması ve sürdürülebilir yapılara yönelik var olan direncin kırılması adına yetkili makamlar tarafından uygun politikalar geliştirmeli, üniversitelerin araştırma geliştirme faaliyetleri desteklenmelidir. Çevre bilincinin özümsenmesi adına eğitimler verilmeli ve konferanslar düzenlenmelidir. Global ve bölgesel olarak CO_2 salınımının, binalarda ciddi tehditlere sebep olduğu bilinci, sektör çalışanlarına aşılanmalı ve yetkili makamlar tarafından bu sorunun farkındalığının sektörde yayılmasına yönelik düzenlemeler yapılmalıdır. Yapıların uluslararası yeşil-tasarım konseptli akreditasyonlara uygun olarak projelendirilmesi, ağaçlandırma ve yeşil yaşam alanlarının oluşturulması, yapı malzemelerinin çevreci anlayışa uygun seçilmesi, salınıma sebep veren yapı malzemelerinin üretim şekillerinin değiştirilmesi ve alternatif çözümler üretilmesi, yenilenebilir enerji kullanımının artması ve artmasını sağlayıcı tasarımlara gidilmesi zararlı gaz salınımlarını azaltacak bu çalışmada bahsedilen çözüm önerilerinden bazılarıdır.

Sonuç olarak; inşaat sektörünün karbondioksit salınımına sebep olan sektörlerden birisi olması nedeniyle; inşaat sektörü, çevreci çözümler üretecek ve zararlı gaz salınımlarını azaltacak çalışmalar konusunda geri kalmamalı, üzerine düşen sorumluluk doğrultusunda kendini revize etmeli ve karbondioksit salınımı azaltılmış sürdürülebilir yapılar inşa etmek bir zorunluluk haline gelmelidir.

Referanslar

1. BREEAM. (2019). *https://www.breeam.com/*.
2. EDGAR, E. C. (2018). *European Commission's Emission Database for Global Atmospheric Research*. https://www.eea.europa.eu/themes/air/links/data-sources/emission-database-for-global-atmospheric adresinden alındı
3. Gürgün, A. P., Polat, G., Damcı, A., & Bayhan, H. G. (2016). Performance of LEED energy credit requirements in European countries. *Procedia Engineering*.
4. IPCC. (2018, Şubat 28). Climate change 2014 mitigation of climate change (fifth report).
5. Subramanyam, V., Ahiduzzaman, M., & Kumar, A. (2017). Greenhouse gas emissions mitigation potential in the commercial and institutional sector. *Energy and Buildings*.
6. Kazaz, A., & Iştil, Ş. A. (2019). A Comparative Analysis of Sunshine Duration Effects in terms of Renewable Energy Production Rates on The LEED BD + C Projects in Turkey. *Energies*.
7. Keleş, R. (1998). *Kentbilim terimleri sözlüğü.* Ankara: İmge Kitabevi.

8. Ürük, Z. F., & İslamoğlu, A. K. (2019). BREEAM, LEED ve DGNB Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemlerinin Standart Bir Konutta Karşılaştırılması. *European Journal of Science and Technology*.
9. Lechner, N. (2014). *Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods for Architects.*
10. Alkaya, E., Böğürcü, M., & Ulutaş, F. (2012). Yaşam Döngüsü Analizi ve Bina Isı Yalitim. *Çevre Bilim & Teknoloji.*
11. Kesgingöz, H., & Karamelikli, H. (2015). Dış Ticaret-Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyümenin karbondioksit emisyonu üzerine etkisi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*.
12. LEED. (2019). *https://new.usgbc.org/leed*.
13. Lloyd, R. R., Provis, J. L., & Deventer, J. S. (2008, Temmuz 9). Microscopy and microanalysis of inorganic polymer cements. *Springer Science+Business Media, LLC*.
14. Lu, M., & Lai, J. (2020). Review on carbon emissions of commercial buildings. *ScienceDirect*.
15. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. (2018). PBL Netherlands Environmental Assessment Agency: https://www.pbl.nl/en adresinden alındı
16. Sabapathy, A., Ragavan, S. K., Vijendra, M., & Nataraja, A. G. (2010). Energy efficiency benchmarks and the performance of LEED rated buildings for Information Technology facilities in Bangalore, India. *Energy and Buildings*.
17. IPCC, T. I. (2007). Climate Change 2007 Mitigation of Climate Change. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4_wg3_full_report-1.pdf adresinden alındı
18. Chen, G. Q., Chen, H., Chen, Z. M., Zhang, B., Shao, L., Guo, S. ve diğ. (2011). Low-carbon building assessment and multi-scale input–output analysis. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation.*
19. Tangüler, M., & Gürsel, P. (2015, Nisan 22). Türkiye'de Uçucu Küllü Betonlar İçin Yaşam Döngüsü Analizi.
20. TEİAŞ, T. E.-İ. (2017). *TEİAŞ*. https://www.teias.gov.tr/ adresinden alındı
21. The Global Carbon Budget. (2018). https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/18/files/GCP_CarbonBudget_2018.pdf adresinden alındı
22. The World Bank. (2014). *The World Bank.* https://www.worldbank.org/ adresinden alındı
23. TÜİK, T. İ. (2018). *Türkiye İstatistik Kurumu*. http://www.tuik.gov.tr/Start.do adresinden alındı
24. UNEP. (2018, Ağustos 15). United Nations Environmental Program (UNEP) & IEA - Global status report 2017.
25. H.W.Chan, E., QueenaK.Qian, & PatrickT.I.Lam. (2009). The market for green building in developed Asian cities- the perspectives of building designers. *Energy Policy.*

DETERMİNATİON OF FATTY ACİD COMPOSİTİON OF *ARBUTUS UNEDO L*. FRUİT *ARBUTUS UNEDO L*. MEYVESİNİN YAĞ ASİT KOMPOZİSYONLARININ BELİRLENMESİ

Adil UMAZ
Mardin Artuklu University, Vocational School of Health Services
Kader UMAZ
Dicle University, Faculty of Science, Department of Chemistry

ABSTRACT
Arbutus unedo L. plant is a member of the Ericaceae family and is green evergreen shrub. Fatty acid levels of *Arbutus unedo L*. plant fruit was determined as polyunsaturated fatty acid (PUFA) 50.13%, monounsaturated fatty acid (MUFA) 19.21%, unsaturated fatty acid (USFA) 69.34% and saturated fatty acid (SFA) 29.56%. The basic fatty acid content of *Arbutus unedo L*. plant fruit was determined as 16.77% Cis 4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid (22:6n3), 16.43% α-linolenic acid (18:3n3), 15.39% Linoleic acid (18:2n6c), 10.05% Palmitic acid (16:0) and 9.27% Oleic acid (18:1n9c). PUFA levels of *Arbutus unedo L*. plant fruit was observed that is higher than MUFA and SFA fatty acids.

Keywords: *Arbutus unedo L.*, Fatty Acids, GC-FID

ÖZET
Arbutus unedo L. bitkisi *Ericaceae* familyasının bir üyesidir ve yapraklarını dökmeyen yeşil bir çalıdır. *Arbutus unedo L*. bitki meyvesinin yağ asit düzeyleri; çoklu doymamış yağ asit (PUFA) % 50.13, tekli doymamış yağ asit (MUFA) % 19.21, doymamış yağ asit (USFA) % 69.34 ve doymuş yağ asit (SFA) % 29.56 olarak saptandı. *Arbutus unedo L*. bitki meyvesinin temel yağ asit içeriği % 16.77 Cis-4,7,10,13,16,19-dokosahekzaenoik asit (22:6n3), % 16.43 α-linolenik asit (18:3n3), % 15.39 Linoleik asit (18:2n6c), % 10.05 Palmitik asit (16:0) ve % 9.27 Oleik asit (18:1n9c) olarak tespit edildi. *Arbutus unedo L*. bitki meyvesinin PUFA düzeyi MUFA ve SFA yağ asit düzeylerinden yüksek çıktığı gözlendi.

Anahtar Kelimeler: *Arbutus unedo L.*, Yağ Asitleri, GC-FID

1. INTRODUCTİON

Arbutus unedo L. plant is a member of the Ericaceae family and is a green evergreen shrub (Oliveira vd., 2011; Orak vd., 2011; Bessah and Benyoussef, 2012; Gündoğdu vd., 2018; Morgado vd., 2018; Salem vd., 2018; Asmaa vd., 2019). İts tree has a height varying between 5-15 m and has 2-3 cm diameter spherical red fruits (M. A. Dib vd., 2010; Yang vd., 2014; Cavuşoğlu vd., 2015). *Arbutus unedo L.* naturally is located in a wide the geography including Algeria, Morocco, Tunisia, Turkey, Lebanon, Palestine, Syria, Cyprus, Ireland, Ukraine, Albania, Bulgaria, Croatia, Greece, Italy, France, Portugal, Spain, Canada and the United States (Simonetti vd., 2008; Oliveira vd., 2011; Malheiro vd., 2012; Salem vd., 2018; Fazenda vd., 2019).

Arbutus unedo L. plant is spread over a wide area including Marmara, Aegean, Mediterranean and Black Sea regions in our country and grows in siliceous or carbonated dry soils at altitudes ranging from 400 to 1200 m (Sulusoglu vd., 2011).

This plant in addition to ornamental, ecological and economic value has many features such as therapeutic and medicinal properties (Oliveira vd., 2011). *Arbutus unedo L.* fruits addition to consuming fresh, it is generally used for the production of jam, marmalade or alcoholic beverages (M. A. Dib vd., 2010; Oliveira vd., 2011; Malheiro vd., 2012; Gündoğdu vd., 2018; Morgado vd., 2018). The fruits of *Arbutus unedo L.* are used in folk medicine in the treatment of cardiovascular disorders and dermatological problems such as antiseptic, diuretic and laxative agent, arterial hypertension, atherosclerosis and thrombosis (M. A. Dib vd., 2010; Oliveira vd., 2011a; Oliveira vd., 2011b; Sulusoglu vd., 2011; Malheiro vd., 2012; M. E. A. Dib vd., 2013; Salem vd., 2018). The leaves of the plant have antihypertensive, antiseptic, antidiarreal, antidiarrhea, diuretic and antiurine properties and are used in treatment of hypertension, diabetes and inflammation in folk medicine (Oliveira vd., 2011; Sulusoglu vd., 2011; Bessah and Benyoussef, 2012; M. E. A. Dib vd., 2013; Jurica vd., 2015a; Jurica vd., 2017b; Asmaa vd., 2019).

In the literature, it was determined that bioactive substances such as polyphenols, aromatic acids, iridoids, monoterpenoids, phenylpropanoids, sterols, triterpenoids and flavonoids were found in the fruits and leaves of *Arbutus unedo L.* plant (Salem vd., 2018). *Arbutus Unedo L.* plant shows strong antioxidant and antimicrobial activity due to components such as tannin, organic acids, phenolics, terpenoids, anthocyanins, gallic acid derivatives, steroids, flavonoids, flavonol glycosides, iridoid glycosides, carboxylic acids and derivatives, sugars, non-volatile acids, polyphenolic acids and vitamins (tocopherols, ascorbic acid and carotenoids) (Kahriman vd., 2010; Oliveira vd., 2011; Jurica

vd., 2017; Morgado vd., 2018). İt also contains compounds having antiaggregant, antidiabetic, antihypertensive, antiinflammatory and antitumoral properties (Morgado vd., 2018).

Fatty acid analysis is usually carried out with the aid of Gas chromatography (GC) device by converting compounds into methyl ester derivatives (FAME) using various esterification methods (Yurchenko vd., 2016: Umaz vd., 2019).
In this study, Fatty acid compositions will be determined by GC-FID method using *Arbutus unedo L*. fruit.

2. MATERIAL AND METHOD

2.1. Preparation of Plant Sample

Arbutus unedo L. (wild strawberry) plant sample which was used in the study was collected from forest areas of Lütfüye village of Gölcük district of Kocaeli province in September-October during the ripening period of the fruit.

2.2. Fatty Acid Analysis of *Arbutus Unedo L*. Fruit

Arbutus unedo L. plant fruit was analyzed as 3 repetitive to determine fatty acid composition. Fatty acid compositions were determined by gas chromatography (GC-FID).

2.3. Lipid Extraction of *Arbutus Unedo L*. Fruit

5 g from *Arbutus unedo L*. plant fruit was taken and was added 15 ml of chloroform:methanol mixture in ratio of 2:1 volume on it. Later, the mixture was then homogenized in a high speed homogenizer for 60 seconds. The mixture was filtered through blue band filter paper. The liquid mixture was then used for methyl esterification.

2.4. Preparation of Methyl Esters of *Arbutus Unedo L*. Fruit

The liquid mixture was introduced into a two-necked reaction flask and were added 3 mL of methanol and 5 drops of sulfuric acid onto the mixture and heated at 85 ° C for 2 hours with stirring in the reflux system. At the end of this process it was converted to methyl esters of fatty acids. Then, the mixture in the reaction flask was cooled and placed in a 50 mL capped tube. Later, hexane was added over the mixture and it vortexed by 30 sec. and methyl esters were extracted. The supernatant of the mixture was removed and the fatty acid methyl esters were analyzed by GC-FID.

2.5. Analysis by GC-FID of *Arbutus Unedo L*. Fruit

Fatty acids of *Arbutus unedo L*. plant fruit were converted to methyl esters. Later, the sample was analyzed using FID detector with SHIMADZU QP2020 gas chromatography (GC). The RESTEK RTX-2330 capillary column (60 m x 0.25 mm x 0.20 µm) was used for analysis. Helium gas was used as carrier gas. During the analysis, the injection and detector temperature was adjusted to 250 °C and the column temperature was adjusted to140-240 °C. Then, the column temperature was maintained at

140 °C for 5 min and was set to 240 °C with an increase of 4 °C in min. Then, it was waited at 240 ° C for 12 min. Analysis time was terminated as 42 min. Fatty acid methyl esters mixture of *Arbutus unedo L*. plant fruit was injected into GC and fatty acid analysis of the sample was performed.

3. FINDINGS AND DISCUSSION

Fatty acid levels of *Arbutus unedo L*. plant fruit was determined as total polyunsaturated fatty acid (ΣPUFA) 50.13%, total monounsaturated fatty acid (ΣMUFA) 19.21%, total unsaturated fatty acid (ΣUSFA) 69.34% and total saturated fatty acid (ΣSFA) 29.56%.

Simonetti et al., in the seed of *Arbutus unedo L*. plant in his study in 2008, were detected as PUFA level 45.00%, MUFA level 41.00% and SFA level 14.00% (Simonetti vd., 2008).

Table 1. Fatty acid Percentage levels total polyunsaturated fatty acids (ΣPUFA), total monounsaturated fatty acids (ΣMUFA), total unsaturated fatty acids (ΣUSFA) and total saturated fatty acids (ΣSFA) of *Arbutus unedo L*. plant fruit

Fatty Acids	Name of Fatty Acids	Percent fatty acid levels of *Arbutus unedo L.* fruit
18:2n6c	Linoleic acid	15.392±0.04
18:3n3	α-linolenic acid	16.433±0.09
20:3n6	Cis-8,11,14-eicosatrienoic acid	1.540±0.15
22:6n3	Cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid	16.766±0.03
ΣPUFA		**50.131±0.31**
16:1	Palmiteloic acid	2.283±0.02
18:1n9c	Oleic acid	9.269±0.11
24:1n9	Nervonic acid	7.661±0.01
ΣMUFA		**19.213±0.14**
ΣUSFA		**69.344±0.45**
16:0	Palmitic acid	10.045±0.02
18:0	Stearic acid	4.887±0.01
21:0	Heneicosanoic acid	6.987±0.04
23:0	Tricosanoic acid	7.647±0.02
ΣSFA		**29.566±0.09**

The basic fatty acid content of *Arbutus unedo L*. plant fruit was determined as 16.77% Cis 4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid (22:6n3), 16.43% α-linolenic acid (18:3n3), 15.39% Linoleic acid (18:2n6c), 10.05% Palmitic acid (16:0) and 9.27% Oleic acid (18:1n9c).

Dib et al., in determination of fatty acids of the root, stem and leaves of *Arbutus unedo L*. in his study in 2010, the basic fatty acid content of the leaf portion were determined as 38.50% Palmitic acid (16:0), 10.60% Oleic acid (18:1n9c), 9.30% Linolenic acid (18:3n3), 5.50% Linoleic (18:2n6) and 5.20% Lauric acid (12:0) (M. A. Dib vd., 2010).

Docosahexaenoic acid (22:6n3) is an endogenous substance which important for the brain, retina and sperm. Docosahexaenoic acid (22:6n3) is a crucial fatty acid for brain development, learning ability and visual acuity. Furthermore, Docosahexaenoic acid (22:6n3) is also known as an important

component used in the prevention of cardiovascular diseases (Çakmakçı and Tahmas-Kahyaoğlu, 2012).

Palmitic acid (C16:0) is one of the saturated fatty acids and one of the most important fatty acids found in vegetable oils. In addition, Palmitic acid (C16:0) is synthesized from the human body (Karaca and Aytaç, 2007).

Linoleic (18:2n6c) acid is an essential omega-6 fatty acid. It is a compound necessary for the transmission of cell membranes of the human body, brain function and nerve impulses under normal conditions. Furthermore, these essential fatty acids makes task in atmospheric oxygen transfer to the blood, hemoglobin synthesis and cell division (Lopes vd., 2014).

Oleic acid is a monounsaturated omega-9 fatty acid. Oleic acid is a fatty acid that is necessary for the fluidity of the membrane of the cells of the body. Therefore, it is important in terms of the transport of minerals, responding to hormones and fighting pathogens. In addition, oleic acid is an important source of energy for cells and is used in the production of many basic metabolites and in biosynthetic events (Anonymous, 2018).

4. CONCLUSION

PUFA, MUFA, USFA and SFA fatty acid levels of *Arbutus unedo L*. plant fruit were examined. Fatty acid levels of *Arbutus unedo L*. plant fruit were determined as PUFA 50.13%, MUFA 19.21%, USFA 69.34% and SFA 29.56%. PUFA levels of Arbutus unedo L. plant fruit was observed that is higher than MUFA and SFA fatty acids. Since PUFAs are known to be beneficial for health, we believe that the consumption of *Arbutus unedo L*. plant fruit is beneficial for human health. Since *Arbutus unedo L*. plant fruit is an source of essential omega-6 and omega-9 fatty acids, this the fruit allows to be examined in terms of human health. In addition, this fruit we can say that used as a raw material in the pharmaceutical industry.

REFERENCES

Anonymous. (2018). Five Benefits of Using MCT Oil (Medium Chain Fatty Acids) for Ketosis, https://www.havadiskibris.com/ketozis-mct-yagi-kullanimi-faydalari.html (Date of access: 10.10.2018).

Asmaa, N., Abdelaziz, G., Boulanouar, B., Carbonell-Barrachina, Á. A., Cano-Lamadrid, M., & Noguera-Artiaga, L. (2019). Chemical composition, antioxidant activity and mineral content of Arbutus unedo (Leaves And Fruits). *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, *8*(6), 1335–1339. https://doi.org/10.15414/jmbfs.2019.8.6.1335-1339

Bessah, R., & Benyoussef, E. H. (2012). Essential oil composition of arbutus unedo l. leaves from algeria. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, *15*(4), 678–681.

Çakmakçı, S., & Tahmas-Kahyaoğlu, D. (2012). Yağ Asitlerinin Sağlık ve Beslenme Üzerine Etkilerine Genel Bir Bakış An Overview of the Effects of Fatty Acids on Health and Nutrition.

Academic Food Journal, *10*(1), 103–113. Tarihinde adresinden erişildi http://www.academicfoodjournal.com

Cavuşoğlu, A., Sulusoglu, M., & Erkal, S. (2015). Biotechnological approaches in strawberry tree (Arbutus unedo L.) breeding Aysun. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics*, *1*(1), 36–41.

Dib, M. A., Paolini, J., Bendahou, M., Varesi, L., Allali, H., Desjobert, J. M., … Costa, J. (2010). Chemical composition of fatty acid and unsaponifiable fractions of leaves, stems and roots of Arbutus unedo and in vitro antimicrobial activity of unsaponifiable extracts. *Natural Product Communications*, *5*(7), 1085–1090.

Dib, M. E. A., Allali, H., Bendiabdellah, A., Meliani, N., & Tabti, B. (2013). Antimicrobial activity and phytochemical screening of Arbutus unedo L. *Journal of Saudi Chemical Society*, *17*(4), 381–385. https://doi.org/10.1016/j.jscs.2011.05.001

Fazenda, P., Pereıra, R., Fonseca, M., Carlıer, J., & Leıtão, J. (2019). Identification and validation of microsatellite markers in strawberry tree(Arbutusunedo L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, *43*(4), 430–436. https://doi.org/10.3906/tar-1807-164

Gündoğdu, M., Ercisli, S., Canan, I., Orman, E., Sameeullah, M., Naeem, M., & Ben Ayed, R. (2018). Diversity in phenolic compounds, biochemical and pomological characteristics of Arbutus unedo fruits. *Folia Horticulturae*, *30*(1), 139–146. https://doi.org/10.2478/fhort-2018-0014

Jurica, K., Gobin, I., Kremer, D., Čepo, D. V., Grubešić, R. J., Karačonji, I. B., & Kosalec, I. (2017). Arbutin and its metabolite hydroquinone as the main factors in the antimicrobial effect of strawberry tree (Arbutus unedo L.) leaves. *Journal of Herbal Medicine*, *8*, 17–23. https://doi.org/10.1016/j.hermed.2017.03.006

Jurica, K., Karačonji, I. B., Šegan, S., Opsenica, D. M., & Kremer, D. (2015). Quantitative analysis of arbutin and hydroquinone in strawberry tree (Arbutus unedo L., Ericaceae) leaves by gas chromatography-mass spectrometry. *Arhiv za Higijenu Rada i Toksikologiju*, *66*(3), 197–202. https://doi.org/10.1515/aiht-2015-66-2696

Kahriman, N., Albay, C. G., Dogan, N., Usta, A., Karaoglu, S. A., & Yayli, N. (2010). Volatile constituents and antimicrobial activities from flower and fruit of arbutus unedo L. *Asian Journal of Chemistry*, *22*(8), 6437–6442.

Karaca, E., & Aytaç, S. (2007). Yağ Bitkilerinde Yağ Asitleri Kompozisyonu Üzerine Etki Eden Faktörler. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 22*(1), 123–131. https://doi.org/10.7161/anajas.2007.22.1.123-131

Lopes, L. D., , Bruna R. Böger, Kelen F. Cavalli, J. F. dos S., Silveira-Júnior Osório, Daniel V. C. L. , Débora F. de Oliveira, L. L., & and Tonial, I. B. (2014). Fatty acid profile, quality lipid index and bioactive compounds of flour from grape residues. *Ciencia e investigación agraria*, *41*(2), 225–234. https://doi.org/10.4067/S0718-16202014000200009

Malheiro, R., Sá, O., Pereira, E., Aguiar, C., Baptista, P., & Pereira, J. A. (2012). Arbutus unedo L. leaves as source of phytochemicals with bioactive properties. *Industrial Crops and Products*, *37*(1), 473–478. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.07.023

Morgado, S., Morgado, M., Plácido, A. I., Roque, F., & Duarte, A. P. (2018). Arbutus unedo L.: From

traditional medicine to potential uses in modern pharmacotherapy. *Journal of Ethnopharmacology*, *225*(July), 90–102. https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.07.004

Oliveira, I., Baptista, P., Bento, A., & Pereira, J. A. (2011). Arbutus unedo L. and its benefits on human health. *Journal of Food and Nutrition Research*, *50*(2), 73–85.

Oliveira, I., Guedes De Pinho, P., Malheiro, R., Baptista, P., & Pereira, J. A. (2011). Volatile profile of Arbutus unedo L. fruits through ripening stage. *Food Chemistry*, *128*(3), 667–673.

Orak, H. H., Yagar, H., Isbilir, S. S., Demirci, A. Ş., Gümüş, T., & Ekinci, N. (2011). Evaluation of antioxidant and antimicrobial potential of strawberry tree (Arbutus Unedo L.) leaf. *Food Science and Biotechnology*, *20*(5), 1249–1256. https://doi.org/10.1007/s10068-011-0172-9

Salem, I. Ben, Ouesleti, S., Mabrouk, Y., Landolsi, A., Saidi, M., & Boulilla, A. (2018). Exploring the nutraceutical potential and biological activities of Arbutus unedo L. (Ericaceae) fruits. *Industrial Crops and Products*, *122*(June 2018), 726–731. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.06.024

Simonetti, M. S., Damiani, F., Gabrielli, L., Cossignani, L., Blasi, F., Marini, F., … Damiani, P. (2008). Characterization of triacylglycerols in arbutus unedo L. seeds. *Italian Journal of Food Science*, *20*(1), 49–56.

Sulusoglu, M., Cavusoglu, A., & Erkal, S. (2011). Arbutus unedo L. (Strawberry tree) selection in Turkey Samanli mountain locations. *Journal of Medicinal Plants Research*, *5*(15), 3545–3551.

Umaz, A., Güngören, M., Baran, M. F., & Atalar, M. N. (2019). Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki Üç Farklı İlin Üzümlerinin GC-FID Metoduyla Yağ Asitlerinin Karşılaştırılması. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *9*(4), 2174–2180. https://doi.org/10.21597/jist.552979

Yang, Y., Battesti, M. J., Costa, J., & Paolini, J. (2014). Melissopalynological and volatile analysis of honeys from corsican arbutus unedo habitat. Natural Product Communications, 9(10), 1523–1526. https://doi.org/10.1177/1934578X1400901030

Yurchenko, S., Sats, A., Poikalainen, V., & Karus, A. (2016). Method for determination of fatty acids in bovine colostrum using GC-FID. Food Chemistry, 212, 117–122. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.103

DETERMİNATİON OF VOLATİLE COMPONENTS OF *ARTEMİSİA ABSİNTHİUM L.* PLANT

ARTEMİSİA ABSİNTHİUM L. BİTKİSİNİN UÇUCU BİLEŞENLERİNİN BELİRLENMESİ

Adil UMAZ
Mardin Artuklu University, Vocational School of Health Services
Kader UMAZ
Dicle University, Faculty of Science, Department of Chemistry

ABSTRACT

Artemisia absinthium L. is a member of the family Asteraceae and is an aromatic, perennial small shrub. İn This study, volatile components of *Artemisia absinthium L.* plant collected in rural areas of Dereiçi village of Savur district of Mardin province in September 2018 was determined by Gas Chromatography-Mass Spectroscopy (GC-MS) using the Headspace Solid Phase Micro Extraction (HS-SPME) method. A total of 44 volatile components were detected in *Artemisia absinthium L.* plant sample. Volatile main components in *Artemisia absinthium L.* plant sample were detected as α-himachalene (33.05%), γ-cadinene (21.59%), bicyclogermacrene (11.16%), β-pinene (5.53%), α-trans-bergamotene (4.52%), α-humulene (3.89%), α-pinene (3.01%) and Caryophylene oxide (2.64%)

Keywords: *Artemisia absinthium L.*, Volatile Components, GC-MS

ÖZET

Artemisia absinthium L. Asteraceae familyasının bir üyesi olup aromatik, çok yıllık küçük bir çalıdır. Bu çalışmada, 2018 yılının Eylül ayında Mardin ilinin Savur ilçesinin Dereiçi köyünün kırsal alanlarında toplanan *Artemisia absinthium L.* bitkisinin uçucu bileşenleri Tepe Boşluğu Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (HS-SPME) yöntemi kullanılarak Gaz Kromatografisi-Kütle Spektroskopisi (GC-MS) ile belirlendi. *Artemisia absinthium L.* bitki örneğinde toplam 44 adet uçucu bileşeni tespit edildi. *Artemisia absinthium L.* bitki örneğindeki uçucu ana bileşenler α-himachalen (% 33.05), γ-cadinen (% 21.59), Bisiklogermacren (% 11.16), β-pinen (% 5.53), α-trans-bergamoten (% 4.52), α-humulen (% 3.89), α-pinen (% 3.01) ve Karyofilen oksit (% 2.64) olarak tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: *Artemisia absinthium L.*, Uçucu Bileşenler, GC-MS

1. GİRİŞ

Artemisia absinthium L. Asteraceae familyasının bir üyesi olup aromatik, çok yıllık küçük bir çalıdır [1–8]. *Artemisia absinthium L.* bitkisi Asya, Avrupa, Kuzey ve Güney Amerika, Orta Doğu, Kuzey ve Güney Afrika, Yeni Zelanda ve Avrasya dahil geniş bir coğrafyaya dağılmıştır [1,9–12]. Ayrıca,

Artemisia absinthium L. yaygın olarak "Pelin otu" olarak da bilinir. Bitki boyunun yüksekliği 40 ila 150 cm arasında değişen lifli kökleri, dallı ve gümüşi yeşil gövdeye sahiptir [1,10,11,13,14].

Bitkilerin uçucu yağları eczacılıkta, gıdada, içeceklerde aroma olarak, kozmetikte ve ilaç endüstrilerinde kullanılmaktadır. Dünyadaki toplam uçucu yağ üretiminin yılda 100.000 tondan fazla olduğu ve 1 milyar dolardan fazla olduğu tahmin edilmektedir [10,15]. Pelin otunun (*Artemisia absinthium L.*) biyolojik olarak en iyi bilinen bileşenleri; uçucu yağlar, terpenler, seskiterpenler, flavonoidler ve fenolik bileşiklerdir [14,16].

Artemisia absinthium L. bitkisinden elde edilen uçucu yağlar antibakteriyel, antipere, antipiretik, sitostatik, antimalarial, antioksidan, antimikrobiyal, antelmintik, antispazmodik, antiseptik, balzamik, depuratif, diüretik, antidepresan ve antifungal aktivite göstermektedir [2–4,9,11,17–20]. Bu bitki geleneksel olarak halk hekimliğinde cilt yaralarında, ülser tedavisinde, soğuk algınlığı, ateş, romatizma, diyabet, sarılık ve artritlere karşı, uykusuzluğa karşı, safra kesesi ve böbrek hastalıklarının iyileştirilmesinde, mide hastalıklarında, deniz tutması, mide bulantısı, hamile kadınların doğum sancıları sırasında, lösemi ve skleroz tedavisinde kullanılmıştır [4,5,8,12,16,18,21]. Ayrıca bu bitki tarımsal amaçlarlar için haşere öldürücü ve karıncalar, tırtıllar ve yaprak bitleriyle mücadelede kullanılmıştır [7,21].

Bu çalışmada, Mardin ilinin Savur ilçesinin Dereiçi köyünün kırsal alanlarında toplanan *Artemisia absinthium L.* (Pelin Otu) bitkisinin uçucu bileşenleri GC-MS cihazıyla birleştirilmiş HS-SPME aparatı yardımıyla yapılmıştır. *Artemisia absinthium L.* (Pelin Otu) bitkisinin uçucu bileşenleri HS-SPME yöntemiyle belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Bitki Örneklerinin Hazırlanması

Artemisia absinthium L. bitkisi Mayıs-Eylül arası hasat zamanında Mardin ilinin Savur ilçesinin Dereiçi köyünün kırsal alanlarında toplanmıştır. Bitki örnekleri gölgelik ve hava akışının olduğu bir yerde 5 gün kurutulmuştur. Daha sonra elde edilen örnek kapaklı kap içine konularak deneysel çalışmalarda kullanılmak üzere muhafaza edilmiştir.

2.2. *Artemisia absinthium L.* Bitki Örneğinin Analizi

Artemisia absinthium L. bitkisinin uçucu bileşenlerinin analizi Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC-MS) ile birleştirilmiş HS-SPME aparatı kullanılarak yapılmıştır. Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresiyle (GC-MS) 10 mL'lik vial içine 1 g kurutulmuş *Artemisia absinthium L.* bitkisi konularak 25 dk. boyunca 60 °C'de bekletildi. Dedektör ve enjektör sıcaklıkları 250 °C ve Fırın sıcaklığı 40 °C'de 2 dakika boyunca bekledikten sonra dakikada 4 °C'lik artışla 250 °C'ye ulaşılacak şekilde programlandı. İyonlaştırma türü olarak EI (70 eV) ve taşıyıcı gaz olarak Helyum (1.2 mL/dk.) kullanıldı. Daha sonra HS-SPME aparatı yardımıyla 100 µm kalınlığında Polidimetilsilokzan (PDMS) kaplı slika fiber ile bitki örneğinin uçucu bileşenleri absorbe edildi.

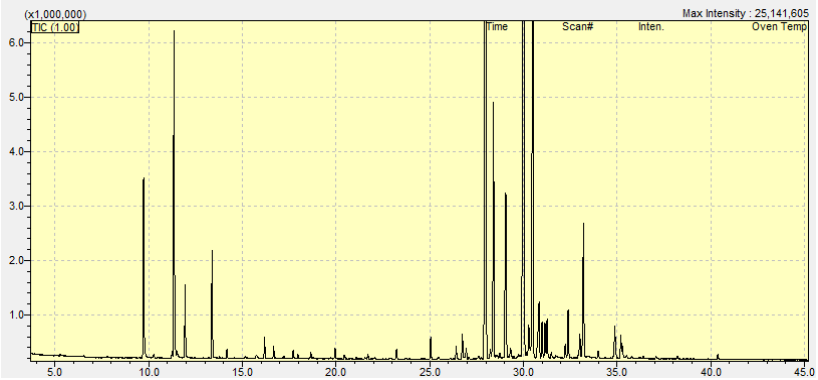
Ardından absorbe edilen uçucu bileşenler GC-MS (Shimadzu QP-2020) cihazının kapiler kolonuna (Restek Rtx-5MS 30 m x 0.25 mm, 0.25 µm) enjekte edildi. Uçucu bileşenlerin belirlenmesinde W9N11 ve FFNSC kütüphanesinden yararlanılmıştır. Alıkonma indis (RI) değerlerine göre uçucu bileşenler belirlendi.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

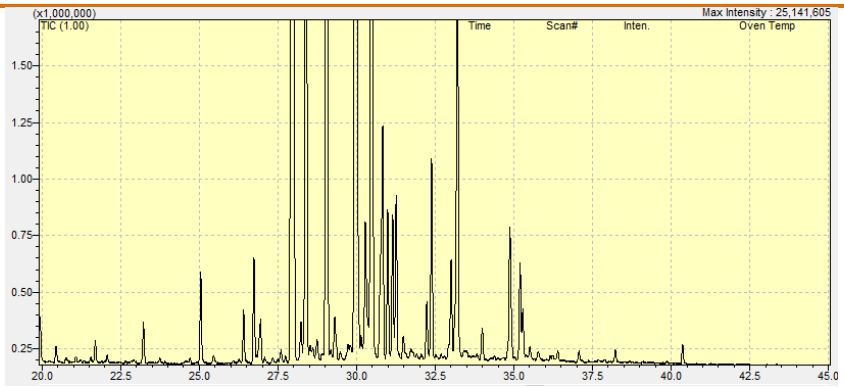
Tablo 1. *Artemisia absinthium L.* bitkisinin uçucu bileşenleri

Mardin ilinin Savur ilçesi Dereiçi köyünün kırsal alanlarındaki *Artemisia absinthium L.* bitkisinin uçucu bileşenleri				
No	**Uçucu Aroma Bileşenler**	**R.Time**	**RI**	**%**
1	α-pinen	9.71	945	3.01
2	Kamfen	10.26	960	0.04
3	Sabinen	11.24	986	0.10
4	β-pinen	11.34	988	5.53
5	Vinil amil karbinol	11.52	993	0.10
6	Mirsen	11.94	1004	1.08
7	Limonen	13.37	1041	1.63
8	(E)-β-osimen	14.17	1062	0.13
9	Linalol	16.18	1114	0.33
10	3-asetoksi-okten	16.66	1127	0.18
11	Pseudolimonen	17.22	1141	0.03
12	Trans-pinokarveol	17.70	1154	0.15
13	Verbenol	17.95	1160	0.07
14	Pinokarvon	18.64	1178	0.11
15	Mirtenal	19.37	1213	0.18
16	Verbenon	20.44	1227	0.06
17	Karvon	21.69	1261	0.08
18	Bornil asetat	23.23	1304	0.16
19	α-copaen	26.41	1396	0.20
20	β-bourbonen	26.74	1406	0.45
21	β-elemen	26.95	1413	0.28
22	α-himachalen	27.99	1445	33.05
23	α-trans-bergamoten	28.39	1457	4.52
24	α-bulnesen	28.51	1461	0.14
25	Aromadendren	28.74	1468	0.11
26	α-humulen	29.06	1478	3.89
27	β-patchoulen	29.72	1498	0.09
28	γ-cadinen	30.00	1507	21.59
29	β-selinen	30.14	1512	0.09
30	Bisiklogermacren	30.49	1523	11.16
31	α-gurjunen	30.83	1534	1.53
32	Seychellen	31.15	1544	0.62
33	δ-adinen	31.26	1548	0.73
34	Germacren B	32.38	1584	0.87
35	Spathulenol	33.01	1605	0.51
36	Karyofilen oksit	33.20	1612	2.64
37	α-epi-muurolol	34.87	1669	0.76
38	β-eudesmol	35.20	1680	0.46
39	Viridiflorol	35.28	1683	0.22
40	Artemisia keton	35.51	1691	0.09
41	Caratol	36.40	1722	0.04
42	β-bisabolen	37.07	1747	0.05
43	α-curcumen	38.22	1788	0.05
44	Fiton	40.36	1869	0.08
				97.19

Artemisia absinthium L. bitkisinin uçucu bileşenleri Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'e bakıldığında *Artemisia absinthium L.* bitkisine ait toplam 44 adet uçucu bileşen tespit edildi. Tablo 1'de görüldüğü üzere α-himachalen (% 33.05), γ-cadinen (% 21.59), Bisiklogermacren (% 11.16), β-pinen (% 5.53), α-trans-bergamoten (% 4.52), α-humulen (% 3.89), α-pinen (% 3.01) ve Karyofilen oksit (% 2.64) uçucu ana bileşen olarak tespit edildi. Elde edilen verilerin kromatogramı şekil 1'de, 1-20 dk. ve 20-45 dk. arasındaki ayrıntılı kromatogramı şekil 2'de görülmektedir. Literatürde, *Artemisia absinthium L.* bitkisinin uçucu bileşenleri üzerine yapılan bir çalışmada Karyofilen oksit (% 25.30), p-simen (% 16.80), 1,8-cineol (% 8.90), (Z)-lanseol asetat (% 7.30) ve Lavandulil izovalerat (% 4.20) olarak tespit edilmiştir [6]. *Artemisia absinthium L.* bitkisinin uçucu bileşenleri üzerine yapılan başka bir çalışmada β-pinen (% 16.02), β-thujon (% 15.20), Osimen (% 15.17), α-pinen (% 7.41) ve Nonadekan (% 4.43) olarak saptamıştır [7].



Şekil 1. *Artemisia absinthium L.* bitkisine ait GC-MS/HS-SPME kromatogramı



Şekil 2. *Artemisia absinthium L.* ait 1-20 dk. ve 20-45 dk. arasındaki ayrıntılı GC-MS/HS-SPME kromatogramı

α-himachalen, γ-cadinen, Bisiklogermacren ve α-trans-bergamoten seskiterpen bileşik sınıfının bir üyesidir. Bu bileşikler birçok alanda kullanılmıştır [22].
α-humulen, humalan grubuna ait biyojenetik olarak ilişkili seskiterpenlerdir [23]. α-humulen, kanser hücrelerine karşı ve in vivo çalışmalarada sitotoksik etkiye sahip oldukları bildirilmiştir [24].

β-pinen ve α-pinen, monoterpen sınıfında olup antimikrobiyal ve antiinflamatuar aktivite gösterdiği için geniş spektrumlu bir antibiyotik işlevi görmektedir. Ayrıca asetilkolin inhibitörü olarak da kullanılır. α-pinen merhem ve kremlerde ana bileşen olarak da kullanılmıştır [25].

Karyofilen oksit, oksijenli bir terpenoid bileşik sınıfından olup gıdalarda, ilaçlarda ve kozmetiklerde koruyucu olarak kullanılır. Ayrıca, in vitro çalışmalarda dermatofitlere karşı antifungal olarak test edilmiştir [26].

4. SONUÇ

Bu çalışmada, *Artemisia absinthium L.* bitkisinin uçucu bileşenleri HS-SPME/GC-MS yöntemiyle tespit edilmiştir. Bu bitki antibakteriyel, antipere, antipiretik, sitostatik, antimalarial, antioksidan, antimikrobiyal, antelmintik, antispazmodik, antiseptik, balzamik, depuratif, diüretik, antidepresan ve antifungal gibi birçok biyolojik aktiviteye sahip olması nedeniyle ilaç ham maddesi olarak kullanılabilir olduğunu gösterir. *Artemisia absinthium L.* bitkisinin uçucu bileşenlerinden biri olan α-humulen, kanser hücrelerine karşı ve in vivo çalışmalarda sitotoksik etkiye sahip olmasından dolayı kanser hastaları için umut ışığı olduğunu söyleyebiliriz. Bu bitkinin kansere karşı etkilerinin daha çok araştırılıp kanser ilaçlarının etken maddesi olarak kullanılmasına olanak sağlanmalıdır. *Artemisia absinthium L.* bitkisinin uçucu bileşenlerinden biri olan α-pinen, antimikrobiyal ve antiinflamatuar aktivite gösterdiği için geniş spektrumlu bir antibiyotik olarak kullanılması ticari antibiyotiklere alternatif olarak kullanılmasını sağlar. *Artemisia absinthium L.* bitki geleneksel olarak Mardin yerel halkı tarafından şeker hastalarının şeker düzeyi artığında düşürücü etki yaptığına inanıldığından dolayı kullanılmaktadır. Bu bitkinin şeker hastalarına ne kadar yararlı olduğuna dair araştırılması gerektiğini önermekteyiz.

KAYNAKLAR

[1] H.T. Nguyen, P. Radácsi, B. Gosztola, P. Rajhárt, É.Z. Németh, Accumulation and composition of essential oil due to plant development and organs in wormwood (Artemisia absinthium L.), Industrial Crops and Products. 123 (2018) 232–237. doi:10.1016/j.indcrop.2018.06.076.

[2] L. Kostadinovic, J. Levic, T. Galonja-Coghill, L. Ruzicic, Anticoccidian effects of the Artemisia absinthium L. extracts in broiler chickens, Archiva Zootechnica. 152 (2012) 69–77.

[3] S. Hasannezhad, A. Mohamadi Sani, F. Yaghooti, Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oil and Methanolic Extract of Artemisia absinthium L. Aerial Part on Typical Food-borne Pathogens, Journal of Essential Oil-Bearing Plants. 19 (2016) 1066–1074.

[4] K. Msaada, N. Salem, O. Bachrouch, S. Bousselmi, S. Tammar, A. Alfaify, K. Al Sane, W. Ben Ammar, S. Azeiz, A. Haj Brahim, M. Hammami, S. Selmi, F. Limam, B. Marzouk, Chemical composition and antioxidant and antimicrobial activities of wormwood (Artemisia absinthium L.) essential oils and phenolics, Journal of Chemistry. 2015 (2015). doi:10.1155/2015/804658.

[5] R. Fouad, D. Bousta, E.O.L. Abdelhakim, F.O. Chahdi, I. Amri, B. Jamoussi, H. Greche, Chemical composition and herbicidal effects of essential oils of Cymbopogon citratus (DC) stapf, Eucalyptus cladocalyx, Origanum vulgare L and Artemisia absinthium L. cultivated in Morocco, Journal of Essential Oil-Bearing Plants. 18 (2015) 112–123. doi:10.1080/0972060X.2014.901631.

[6] A. Basta, O. Tzakou, M. Couladis, M. Pavlović, Chemical composition of artemisia absinthium l. from Greece, Journal of Essential Oil Research. 19 (2007) 316–318. doi:10.1080/10412905.2007.9699291.

[7] M. Akhbari, Z. Aghajani, B. Esmaeili, Comparative Study of Antioxidant Activity of Extracts and Essential Oils Composition of Artemisia absinthium L. Prepared by Two Different Methods, Journal of Essential Oil-Bearing Plants. 17 (2014) 954–959. doi:10.1080/0972060X.2014.901628.

[8] O. Craciunescu, D. Constantin, A. Gaspar, L. Toma, E. Utoiu, L. Moldovan, Evaluation of antioxidant and cytoprotective activities of Arnica montana L. and Artemisia absinthium L. ethanolic extracts, Chemistry Central Journal. 6 (2012) 1–12. doi:10.1186/1752-153X-6-97.

[9] M. Ali, B.H. Abbasi, Ihsan-ul-haq, Production of commercially important secondary metabolites and antioxidant activity in cell suspension cultures of Artemisia absinthium L., Industrial Crops and Products. 49 (2013) 400–406. doi:10.1016/j.indcrop.2013.05.033.

[10] S.A.H. Rizvi, S. Ling, F. Tian, F. Xie, X. Zeng, Toxicity and enzyme inhibition activities of the essential oil and dominant constituents derived from Artemisia absinthium L. against adult Asian citrus psyllid Diaphorina citri Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), Industrial Crops and Products. 121 (2018) 468–475. doi:10.1016/j.indcrop.2018.05.031.

[11] H.T. Nguyen, S.T. Sárosi, J.A. Llorens-Molina, M. Ladányi, Zámborine-Németh, Compositional variability in essential oils of twelve wormwood (Artemisia absinthium L.) accessions grown in the same environment, Journal of Essential Oil Research. 30 (2018) 421–430. doi:10.1080/10412905.2018.1496856.

[12] A. Orav, A. Raal, E. Arak, M. Müürisepp, T. Kailas, Composition of the essential oil of Artemisia absinthium L . of different geographical origin, Proc. Estonian Acad. Sci. Chem. 55 (2006) 155–165.

[13] M. Beigi, Thin layer drying of wormwood (Artemisia absinthium L.) leaves: dehydration characteristics, rehydration capacity and energy consumption, Heat and Mass Transfer/Waerme- und Stoffuebertragung. 53 (2017) 2711–2718. doi:10.1007/s00231-017-2018-3.

[14] H.T. Nguyen, P. Radácsi, B. Gosztola, É.Z. Németh, Effects of temperature and light intensity on morphological and phytochemical characters and antioxidant potential of wormwood (Artemisia absinthium L.), Biochemical Systematics and Ecology. 79 (2018) 1–7. doi:10.1016/j.bse.2018.03.005.

[15] P.D. Blagojevic, N.S. Radulovic, D. Skropeta, (Chemotaxonomic) implications of postharvest/storage-induced changes in plant volatile profiles - The case of Artemisia absinthium L. essential oil, Chemistry and Biodiversity. 12 (2015) 1237–1255. doi:10.1002/cbdv.201400288.

[16] M.Y. Bhat, M.Z. Gul, R. Maurya, N. Khan, I.A. Qureshi, I.A. Ghazi, Growth Inhibition and Apoptosis Inducing

Effects of Artemisia absinthium L. Fractions on Chronic Myeloid Leukemia (K562) Cells, Journal of Biologically Active Products from Nature. 8 (2018) 70–89. doi:10.1080/22311866.2018.1461577.

[17] L. Martín, L.F. Julio, J. Burillo, J. Sanz, A.M. Mainar, A. Gonzalez-Coloma, Comparative chemistry and insect antifeedant action of traditional (Clevenger and Soxhlet) and supercritical extracts (CO2) of two cultivated wormwood (Artemisia absinthium L.) populations, Industrial Crops and Products. 34 (2011) 1615–1621. doi:10.1016/j.indcrop.2011.06.006.

[18] A. Judzentiene, J. Budiene, R. Gircyte, V. Masotti, I. Laffont-Schwob, Toxic activity and chemical composition of Lithuanian wormwood (Artemisia absinthium L.) essential oils, Records of Natural Products. 6 (2012) 180–183.

[19] J.A. Llorens-Molina, S. Vacas, Seasonal variations in essential oil of aerial parts and roots of an Artemisia absinthium L. population from a Spanish area with supramediterranean climate (Teruel, Spain), Journal of Essential Oil Research. 27 (2015) 395–405. doi:10.1080/10412905.2015.1043400.

[20] M. Ali, B.H. Abbasi, Light-induced fluctuations in biomass accumulation, secondary metabolites production and antioxidant activity in cell suspension cultures of Artemisia absinthium L., Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology. 140 (2014) 223–227. doi:10.1016/j.jphotobiol.2014.08.008.

[21] J.A. Llorens-Molina, S. Vacas, V. Castell, Németh-Zámboriné, Variability of essential oil composition of wormwood (Artemisia absinthium L.) affected by plant organ, Journal of Essential Oil Research. 29 (2017) 11–21. doi:10.1080/10412905.2016.1202152.

[22] M.A. Ghandourah, W.M. Alarif, A. Abdel-Lateff, S.S. Al-Lihaibi, S.E.N. Ayyad, S.A. Basaif, F.A. Badria, Two new terpenoidal derivatives: A himachalene-type sesquiterpene and 13,14-secosteroid from the soft coral Litophyton arboreum, Medicinal Chemistry Research. 24 (2015) 4070–4077. doi:10.1007/s00044-015-1456-z.

[23] G. Benelli, M. Govindarajan, M. Rajeswary, B. Vaseeharan, S.A. Alyahya, N.S. Alharbi, S. Kadaikunnan, J.M. Khaled, F. Maggi, Insecticidal activity of camphene, zerumbone and α-humulene from Cheilocostus speciosus rhizome essential oil against the Old-World bollworm, Helicoverpa armigera, Ecotoxicology and Environmental Safety. 148 (2018) 781–786. doi:10.1016/j.ecoenv.2017.11.044.

[24] P.S. Pavithra, A. Mehta, R.S. Verma, Aromadendrene oxide 2, induces apoptosis in skin epidermoid cancer cells through ROS mediated mitochondrial pathway, Life Sciences. 197 (2018) 19–29. doi:10.1016/j.lfs.2018.01.029.

[25] S. Yaşar, G. Güler, A. Beram, D. Coşkun, D. Ozansoy, Acı Yavşan Otu (Artemisia absinthium L .) Yaprak Uçucu Bileşenleri Volatile Components of Wormwood (Artemisia absinthium L .) Leaves, 8 (2017) 148–152.

[26] D. Yang, L. Michel, J.P. Chaumont, J. Millet-Clerc, Use of caryophyllene oxide as an antifungal agent in an in vitro experimental model of onychomycosis, Mycopathologia. 148 (2000) 79–82. doi:10.1023/A:1007178924408.

MONTMORİLLİONİT KİLİ KULLANILARAK ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ PİLOT SÜT FABRİKASI ATIKSULARININ ÖN ARITIMI

PRE-TREATMENT OF WASTEWATER FROM PILOT DAIRY FACILITY OF ATATURK UNIVERSITY USING MONTMORILLONITE CLAY

Dr. Öğr. Üyesi Tuba BAYRAM
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü
Prof. Dr. Alper NUHOĞLU
Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Bu çalışmada önemli bir endüstriyel kirletici olan süt endüstrisi atıksularının arıtılabilirliğini incelemek amacıyla Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ne bağlı olarak işletilen süt fabrikasından alınan atıksuyun kimyasal arıtılabilirliliği incelenmiştir. Atıksuyun kimyasal arıtımı, jar testi deneyleriyle yürütülerek en iyi pH aralığında optimum koagülant cinsi ve dozu belirlenmiştir. Koagülant olarak demir sülfat, alum ve kil kullanılmıştır.Bu çalışmada atıksuyun ön arıtımında kullanılan kil mineralleri, yüksek iyon değiştirme, absorpsiyon ve kataliz özelliklerinin yanısıra doğal ve düşük maliyetli olması nedeniyle atıksu arıtımında kullanılan doğal malzemelerdendir.Literatürde farklı bölgelerden çıkartılan kil grubu minerallerin toksik kirleticilerin, pestisit ve herbisitlerin, boyaların ve bazı metal iyonlarının gideriminde etkin biçimde kullanılabileceğine dair çalışmalar bulunmaktadır. Sunulan çalışmada piyasada yaygın olarak kullanılan kimyasallara alternatif olarak kil grubu minerallerden montmorillonitin koagülant olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Montmorillonitin koagülant olarak kullanılması ile kimyasal arıtma işlemlerinin en büyük dezavantajı olarak öne sürülen işletme maliyetinin azaltılması hedeflenmiştir.Denemeler sonunda pH 7 değerinde 1g/L montmorillionit kullanıldığında %93 KOİ giderim verimi elde edilmiştir. Ayrıca denemelerde koagülant olarak kullanılan montmorillionit en düşük maliyetli malzeme olarak belirlenmiştir. Yapılan kimyasal arıtım deneylerinin sonunda montmorillionitin ön arıtım amacıyla koagülant olarak kullanılabileceği, ancak istenilen giderim verimini sağlayamadığı için sadece kendinden sonraki ünitenin yükünü hafifleteceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Süt Endüstrisi Atıksuyu, Kimyasal Arıtım, Jar Test Deneyi, Koagülant,Montmorillionit.

ABSTRACT

Chemical treatability of wastewater from dairy industry, an important source of industrial pollution, was investigated in the present study, using the water samples taken from dairy facility operated by Agriculture Faculty Food Engineering Department of Atatürk University. Optimum coagulant type and dosage were determined at the best pH range performing jar test trials in chemical treatment of wastewater. Iron sulphate, alum and clay were used as coagulant. In the present study, clay minerals used for the pre-treatment of waste water are among the natural and low cost materials with high ion exchange rate and absorption and catalysing characteristics. There are several studies in literature related to clay groups mined from different parts of the world and which can efficiently be used for the removal of toxic pollutants, pesticides and herbicides, dyes and some metal ions . In the present study, usability of montmorillonite which is among clay group minerals was investigated as coagulant alternatively to chemicals found extensively in the market. It was aimed in the present study to reduce operational cost, which is suggested to be the biggest disadvantage of chemical treatment.Results of

the experiments revealed that 93% COD removal efficiency was obtained when 1g/L montmorillonite was used at pH 7. In addition, montmorillonite used as coagulant in the experiments was determined to be the material obtained for the lowest cost. It was determined from the results of the chemical treatment experiments that montmorillonite might be used as coagulant for pretreatment, but could relieve the load of adjacent units since it failed to give the desired removal efficiency.

Keywords: Dairy Industry Wastewater,Chemical Treatment, Jar Test Experiment,Coagulant, Montmorillionit

1. INTRODUCTION

Wastewater from dairy industry is among the pollution sources causing significant amount of natural water pollution. Waste water is produced as the result of the dilution process of dairy products. In addition, detergents, disinfectant substances, motor oils and clothe parts used in cleaning may be seen in wastewater. Treatment methods supported by chemical substances (coagulation – flocculation, oxidation – reduction, flotation etc.) can successively be used in water or wastewater for the objectives of removing organic and solid substances, turbidity, heavy metals and colour etc. (Golob et al. 2005). There are several studies on biological treatment of waste water produced in dairy industry in Turkey, even though the number of studies related to the chemical treatability of waste water is not much. Present study is expected to fill in a gap related to the subject.

In the present study, clay minerals used for the pre-treatment of waste water are among the natural and low cost materials with high ion exchange rate and absorption and catalysing characteristics (Ingram et al. 2003). There are several studies in literature related to clay groups mined from different parts of the world and which can efficiently be used for the removal of toxic pollutants, pesticides and herbicides, dyes and some metal ions (Li et al. 2003). In the present study, usability of montmorillonite which is among clay group minerals was investigated as coagulant alternatively to chemicals found extensively in the market. It was aimed in the present study to reduce operational cost, which is suggested to be the biggest disadvantage of chemical treatment.

Experiments were carried out using samples taken in various times from pilot dairy facility operated by Food Engineering Department of Atatürk University Agriculture Faculty in the scope of the study. All the conventional parameters characterising industrial wastewater were investigated. Chemical treatability was studied using jar test experiments. Iron sulphate, alum and clay were used as coagulant. Optimum pH values were estimated for each of three coagulants by considering their COD removal efficiencies. Limits for discharging wastewater to canal were evaluated to determine whether COD removal efficiency in chemical treatment in the present study is enough to meet the criteria for discharging to canal.

2. MATERIAL and METHOD

2.1.Material

All the chemicals used in the study were purchased commercially (in the quality of Merck and Sigma). Waste water samples were taken from pilot dairy facility operated by Food Engineering Department of Atatürk University Agriculture Faculty and where nearly 900 kg milk is processed daily and turned into dairy products such as various kinds of cheese (white, kashar and civil), yoghurt, pasteurised and fresh milk and ice cream. Facility is cleaned daily using acid and base (NaOH) solutions and detergents on tiles. Amount of daily wastewater produced by the facility ranges from 1.5 to 2 m^3 per ton of milk processed.

Natural clay mined from Narman district in Erzurum by Anka Nanoteknoloji Ltd. was used as assistive coagulant and adsorbent. After drying in natural way, mineral was subjected to an additional 4 – hour drying at 110 ^{0}C in drying oven after that grinded and griddled using standard ASTM sieves to obtain and use clay material in the size between 1 and 0.5 to 0.06 mm. Concentration of clay added to the reactor was 1 g/L, which was stable throughout the study.

2.2.Method

In the study, COD analysis was applied taking the methods mentioned in the Standard Methods (APHA 2005) into consideration. Spectro-photometric measurement of the microorganism concentration was performed using Spekol 1100 (Carl Zeiss Technology) brand spectro-photometer. Calibration curve was prepared according to standard methods in 525 nm and the microorganism concentrations were estimated using this curve. pH and temperature in the reactor were constantly measured and recorded using WTW multiline P4 model multi-parameter measurement device according to electrometric method. Motor and grease oil measurement was performed using "oil – grease, petrol hydrocarbon" measurement device (Wilksir HATRT-2). Nitrate and nitrite concentrations were measured with the help of Dionex ICS 3000 ionchromatography device. Phosphate analysis was carried out using ammonium vanadomolybdate and as the result of absorbance in spectro – photometer in 400 – nm wavelength. Total organic carbon and nitrogen were measured using Teldyne-Tekmar Apollo 9000 TOC-TN analyzing device.

3.RESULTS and DISCUSSION

In this study, wastewater samples taken 18 times (in winter and spring) were characterised and mean values are presented in Table 1.

Table 1. Characterisation of wastewater from pilot facility

Parameter	Concentration (mg/L)
TCOD	19341
SCOD	8477
PCOD	10864
BOI	9285
TSS	16850
SS	8400
pH	6,2
TN	103
TP	51
TOC	1800
Oil	80

Jar test device with four parts was used for the chemical treatment experiments of waste water. Alum, iron sulphate and montmorillionit clay were used as coagulant material in the experiments. Parameters used in coagulation and flocculation experiments are in Table 2.

Table 2. Parameters used in coagulation and flocculation experiments

Parameters	**Range of parameters**
pH	4,5,7,9
Coagulant types	Alum, iron sulphate, montmorillionite
Coagulant dosages (g/L)	0,25 -0,5 – 1- 2

500 – mL waste water was added in 3 beakers with the volume of 800 mL and coagulants chosen were dosed considering wastewater amount. 1 N H_2SO_4 or 1 N NaOH was preferred in order to adjust pH. COD, SS , pH and oil - grease parameters were measured in water samples taken from upper part of water after sedimentation process. Rapid mixing at 100 rpm for 5 minutes, slow mixing at 20 rpm for 15 minutes and sedimentation for 30 minutes were applied during experiments (Ekdal 2000).

In the present study, COD analyses of treated water taken from reactor were conducted daily throughout the experiments. Mean COD value of wastewater subjected to jar test was found to be below 2000 mg/L. In Figure 1,montmorillionite, alum and iron sulphate were used as coagulant in order to determine convenient coagulant type with jar test experiment.

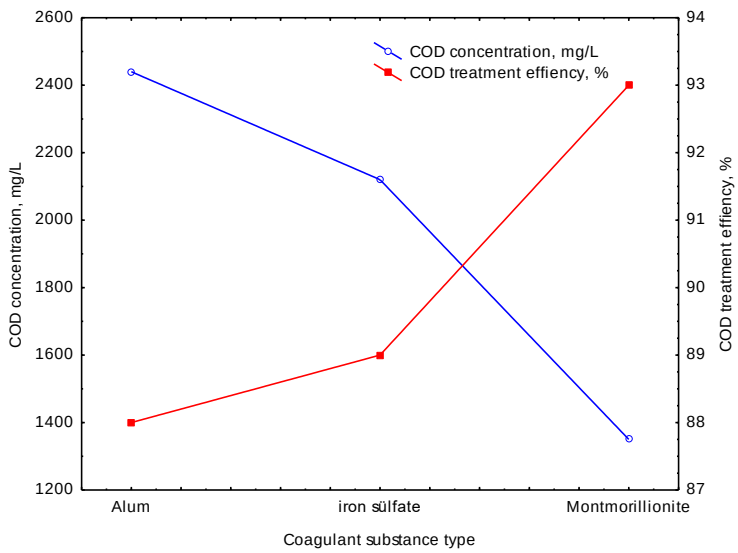


Figure 1. COD removal efficiencies of different coagulant materials used in experiments (for alum and montmorillionite, pH is 7; for iron sulphate, pH is 12; dosage is 1 g/L; rapid mixing at 100 rpm for 5 minutes, slow mixing at 20 rpm for 15 minutes and sedimentation for 30 minutes)

Clay particles carry negative electrical load and the flocks they from in water have aggravating characteristics. Due to small sized clay particles with high characteristics of water absorption and ion exchange, they can make up permanent suspensions in water for long. Clays can behave like active

silica with their slight negative electrical loads and flock aggravating characteristics. For such reasons, in the experiment, montmorillonite was found to be the best coagulant to offer treatment by removing solved, suspended, colloidal and non – precipitated materials in chemical coagulation –flocculation and then sedimentation.

Karpati et al. (1989) applied $Ca(OH)_2$ and $FeSO_4$ to wastewater from dairy industry as pre-treatment in their study by obtaining large COD removal efficiency in physical and chemical treatment experiments.

Sarkar et al. (2005) preferred coagulation, adsorption and membrane separations in their study on recycling wastewater from dairy industry. In that study, all the pre-treatments were conducted considering different types of coagulants which were inorganic, polymeric and biological based organic. Coagulant treatment was performed using different pH values and doses. After treatment, biological treatment was performed using active coal. Combined effect of these two pre-treatment methods was measured. It was observed as the result of the measurements that colour and odour was completely removed and after the use of active coal this situation continued. Pre-treated water was transmitted through reverse osmoses membranes and the quality of water outputting the system was found to be good. It was seen as the result of the study that characteristics of treated water was compared with the water used during the process in dairy facility and treated water can be reused in the facility.

In a study by Sarkar et al (2006) wastewater from dairy industry was treated with coagulation process and passed through a membrane. Pre-treatment techniques have recently been developed using inorganic, organic and polymeric coagulants and with the introduction of new membranes to provide high rate of flux. In that study, pre-treated water was passed through cross flux reverse osmosis membrane system by obtaining high quality water output and alum, ferric-chloride and polyaluminiumchloride (PAC) were used as coagulant. Coagulant dosage was determined to be 100 to 1000 mg/L. Water was stirred for 5 minutes in magnetic mixer and stored for 2 hours. Experiments were carried out in pH range 4 to 6 and 5 to 8. Ferricchloride gave better results than alum. At the dosage of 500 mg/L ferricchloride and alum gave the best efficiency at pH range from 6.8 to 8. PAC caused the turbidity removal rate of 95 % at pH 6. When ferricchloride was used more, it turned the colour of water into orange which was expressed by the neutralisation of electrical load. Aluminium is known to develop Alzheimer disease and cause blood cancer in humans. Synthetic polymeric coagulants have more advantages than inorganic.

Experiments were carried out using Table 3; 0.5, 1 and 2 - g/L coagulants at pH 4, 5, 7 and 9 in order to investigate the effects of pH ranges in chemical treatment of wastewater.

Table3. COD removal efficiency obtained from experiments using montmorillonite

COD removal efficiency, %				
Coagulant amount	**pH=4**	**pH=5**	**pH=7**	**pH=9**
0,5 g/L	78	77	80	79
1 g/L	87	87	93	82
2 g/L	80	82	86	84

In this study, montmorillionit gave better results in COD removal efficiency when used in the dosage of 1g/L and at optimum pH range than iron sulphate and alum.

It can be seen from Table 4 that COD removal efficiency of alum increased at pH 7. At pH range of the study great majority of aluminium in the medium was in the form of $Al(OH)_3$, which has high flock forming capacity and caused high removal rate of pollutant.

Table 4. COD removal efficiency obtained from experiments using alum

COD removal efficiency, %				
Coagulant amount	**pH=4**	**pH=5**	**pH=6**	**pH=7**
0,5 g/L	82	80	76	74
1 g/L	83	83	83	88
2 g/L	81	82	83	84

Results of some studies using jar test in dairy wastewater pre-treatment are compared with those in similar studies in the related literature (Table 5).

Table 5. Comparison of COD removal efficiency of alum with those in literature

Optimum pH	COD removal efficiency	**Reference**
4,5-5	%48-68	Rusten et al., 1990
-	%55	Hamoda and Al-Awadi, 1996
5-6	%36-54	Ekdal, 2000
4-7	%74-88	Present study

When iron sulphate was used as coagulant in the rate of 1 g/L, COD removal efficiency was 89% at pH 12 and decreased to 65 % at pH 5 in Table 6. Since iron is loaded with positive electrical load, opposite loads will pull each other and cause the formation of bigger flocks and accelerate the precipitation.

Table 6. COD removal efficiency obtained from experiments using iron sulphate

COD removal efficiency, **%**				
Coagulant amount	**pH=5**	**pH=7**	**pH=9**	**pH=12**
0,5 g/L	60	70	72	80

1 g/L	65	75	80	89
2 g/L	64	76	77	82

In jar test experiment using 3 coagulants, the largest COD removal efficiency was obtained when 1 – g/L montmorillionite was used at pH 7. It was found as the result of pH optimisation that pH 7 and 12 are optimum values for alum and iron sulphate (Blanc and Navia 1990).

In a study related to chemical treatability of wastewater from dairy facility in Istanbul, optimum pH and treatability efficiency were determined on $FeCl_3$, $FeSO_4$ and alum using samples taken monthly from dairy facility wastewater pre-treated in order to meet the standards of Municipality and discharged to canal belonging to Istanbul Grand Municipality. Optimum pH was found to be 4 to 4.5 for $FeCl_3$, 4 to 4.5 for $FeSO_4$ and 5 to 6 for alum. COD removal efficiency was 72 % for $FeCl_3$, 59% for $FeSO_4$ and 54 % for alum (Tanık et al. 2002).

After the determination of convenient coagulant type in the best pH range, chemical treatability experiments were carried out using 0.25, 0.5 and 2 – gr/L montmorillionite to determine optimum coagulant dosage.

It can be observed from Figure 2 that COD removal efficiency rate of 82% was obtained with the lowest coagulant dosage while with 2gr/L dosage COD removal efficiency was 52 %. Use of coagulant more than optimum coagulant dose can cause undesired problems in the treatment of waste water. Differences between coagulant doses were found to be very little in the experiments conducted under laboratory conditions when considered wastewater amount and experimental design. Importance of obtaining optimum coagulant dose can be understood when large quantity of coagulant material to be used in the real life applications is taken into consideration.

COD removal efficiency was found in the study by Ekdal et al. (2000) to be in the range of 36 to 54% when alum was used as coagulant by stating that COD removal efficiency values very close to each other were obtained in 200 mg/L and 300 mg/L alum dosages.

COD removal efficiency of montmorillionite used in different amount as shown Figure 2. (for montmorillionite pH is 7, rapid mixing at 100 rpm for 5 minutes, slow mixing at 20 rpm for 15 minutes and sedimentation for 30 minutes)

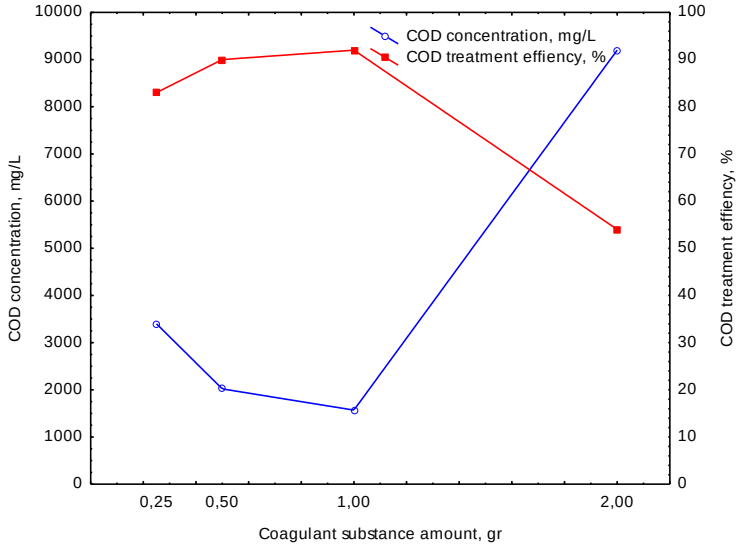


Figure 2. COD removal efficiency of montmorillionite used in different amount (for montmorillionite pH is 7, rapid mixing at 100 rpm for 5 minutes, slow mixing at 20 rpm for 15 minutes and sedimentation for 30 minutes)

Chemical treatability experiments were conducted using kaolinite in a study on the determination of usability of clay minerals in wastewater treatment. After the determination of optimum dose, removal efficiency was investigated using chemicals such as alum, lime and iron three chloride. Largest removal efficiency was obtained in industrial wastewater experiments when kaolinite was used as coagulant. Wastewater was stirred rapidly at 240 rpm for 1 minute, slowly at 24 rpm for 45 minutes and stored for 45 minutes. Maximum COD removal efficiency was obtained when 1000 – mg/L kaolinite was used. Baseline COD value of wastewater was 41575 mg/L while it was determined to decrease to 1497 mg/L after treatment and the efficiency was found to be 96%. Oil and grease were removed from water in the rate of 91%. The reason for obtaining the largest efficiency rate when kaolinite was used may be the neutralisation of electrical load in order to obtain the destabilisation of particles caused by pressing electrical double layers (Dölgen et al. 2008).

Dairy wastewater contains oil negatively affecting the carrying capacity of sewage systems. Therefore, some rules and limitations have been determined when discharging oily materials to receiving waters and sewage systems.

In Fıgure 3,the best oil removal percentage was determined comparing the findings of the studies on montmorillonite in different dozes. Baseline oil rate of wastewater ranged between 60 and 80 mg/L while decreasing 6.5 mg/L after pre-treatment. Oil removal rate was found to be the largest with the most suitable coagulant dose 1 mg/L.

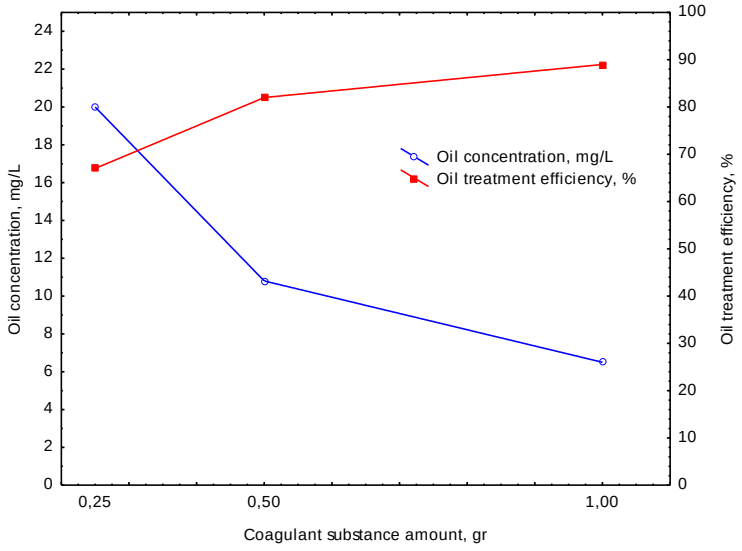


Figure 3. Oil removal percentage of montmorillonite used in various rates

Completely stirring batched reactor was used in the study by İleri et al. (2000) and it was seen that oil removal efficiency increased as the rate of coagulant material increased.

Montmorillonite retained oil particles in waste water since its chemical characteristics and formed larger flocks during jar test applied to wastewater and accelerated precipitation. It can be stated in Figure 3 that in the present study oil rate in dairy wastewater was reduced.

Abundance of montmorillionite with various colours and characteristics in various parts of the country enable this material to be used in the removal of oil, colour, and other treatment processes.

Characterisation of wastewater subjected to jar test as shown in Table 7.

Table 7. Characterisation of wastewater subjected to jar test

Experiment No	COD (mg/L)	SS (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	pH
1	1080	440	58	29	7,1
2	1850	570	72	36	7,2
3	1640	520	89	42	7,1
4	2140	870	58	30	7,1
5	1625	655	48	22	7,6
6	2150	820	58	28	7,2
7	1130	320	95	52	7,2
8	1300	420	64	30	7,2
9	1400	450	72	38	8

10	1050	310	60	28	8
11	1160	300	35	18	7,1
12	1540	650	48	26	7,9
13	1450	480	70	36	10,7
14	1030	380	60	28	9,3
15	1300	490	67	30	6,7
16	1600	580	50	28	7
17	1570	470	40	22	9,8
18	1520	420	45	25	7,6
ORT*	1474	508	62	30	7,7

*mean values of wastewater taken 18 times in various time periods (six months of winter and spring) after the subjection to jar test

4.CONCLUSIONS

In the study, iron sulphate, alum and clay were used as coagulant for each of which optimum pH was determined considering their COD removal efficiency rates. Limits for discharging wastewater to canal were evaluated to determine whether COD removal efficiency in chemical treatment in the present study is enough to meet the criteria for discharging to canal. Chemical treatability experiments were conducted at different pH values and using 1 g/L of coagulants evaluated in the study in order to compare the treatment efficiency of 3 different coagulants and COD removal efficiency. Optimum coagulant dose was determined after the determination of optimum coagulant type (montmorillonite) in the best pH range with the jar test experiments. COD removal efficiency in the experiments with montmorillonit at the dosage of 1g/L, at pH 7 was found to be 93 %. Baseline oil rate of wastewater ranged between 60 and 80 mg/L while decreasing 6.5 mg/L after pre-treatment. Oil removal percentage was found to be 89 % at the best pH range, with convenient coagulant type and dose. According to the estimations based on optimum dosages, unit cost for montmorillonite, iron sulphate and alum was calculated to be 30 TL/kg, 70 TL/kg and 120 TL/kg respectively. Use of alum and iron sulphate in place of montmorillonite increased the unit cost. Pure clay used in the experiments was determined to be the lowest cost material.

Acknowledgements

This study was carried out in a scientific research project, BAP-2008/155, supported by the Scientific Research Support Department of Atatürk University. Authors present their great thanks to Atatürk University for the support.

References

1. APHA AWWA WEF Standart Methods for the Examination of Water & Wastewater. 21st Edition, 2005.
2. BLANC F., NAVIA R. Treatment of dairy wastewater by chemical coagulation. Proceedings of the 45th Industrial Waste Conference. Purdue University, USA. 681-689, 1990.
3. DÖLGEN D., HASCAKIR B. Utilization of Clay Minerals in Wastewater Treatment:Organic Matter Removal with Kaolinite. Ekoloji. 17, 66,47-54,2008.
4. EKDAL A. Chemical Treatability of Dairy Wastewater. SKKD. 10 (3), 7-16, 2000.
5. GOLOB V., VINDER A., SIMONIC M. Efficiency of the coagulation-flocculation method for the treatment of dyebath effluents. Dyes and Pigments. 67, 93-97, 2005.
6. INGRAM DS., VINCE PRUE D., GREGORY PJ. Science and The Garden The Scientific Basis of Horticultural Practice. Blackwell Science Ltd. Oxford, 2003.
7. KARPATI A., BENCZE L.,BOSZEKI J. New Phisico-Chemical Pretreatment of Dairy Effluents. International Symposium on Waste Management Problems in Agro Industries. İstanbul. 121-128, 1989.
8. LI H., SHENG G., TEPPEN BJ., JOHNSTON CT., Boyd SA. Sorption and desorption of pesticides by clay minerals and humic acid-clay complexes. Soil Science Society of America Journal. 67, 122-131, 2003.
9. SARKAR B., CHAKRABARTI P., VIJAYKUMAR A., KALE V. Wastewater treatment in dairy industries-possibility of reuse. Desalination.195, 141-152, 2005.
10. SARKAR B., CHAKRABARTI P., VIJAYKUMAR A., KALE V. Wastewater treatment in dairy industries-possibility of reuse. Desalination.195, 141-152, 2006.
11. TANIK A., GENCELI E.A., EKDAL A. Chemical treatability of dairy wastewater. Environmental Management and Health. 13(2),163-174, 2002.

VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ KAMPÜS ALANINDA SIFIR ATIK PROJESİNİN UYGULANABİLİRLİLİĞİ İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR

STUDIES ON THE FEASIBILITY OF ZERO WASTE PROJECT WITHIN THE CAMPUS OF VAN YÜZÜNCÜ YIL UNIVERSITY

Dr. Öğr. Üyesi Tuba BAYRAM
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü
Dr. Öğr. Üyesi Ayşe ÖZGÜVEN
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Çevre insanların ve diğer canlıların yaşamları boyunca karşılıklı etkileşim içinde bulundukları ortamdır. Hayatımızın tüm aşamasında çevre ile birebir ilişki içindeyiz. Hayatta kalabilmemiz için ihtiyacımız olan temel gereksinimlerden tutun da, yaşam kalitemizi artıran teknolojik gereksinimlere kadar herşey dünya kaynakları ile birebir alakalı, dolayısıyla çevre ile de bir bütündür. Yaşamak için gereksinim duyduğumuz ilk şey kirletmememiz gereken havanın içindeki oksijen ,ikinci gereksinimimiz su ve üçüncü gereksinimimiz de gıdadır. En basit yaşam ihtiyaçlarımızdan en son teknolojik gereksinimlerimize kadar dünya kaynaklarına muhtacız. Eğer yarınlarımızın en az bugünkü kadar hatta daha da iyi olmasını istiyorsak, dünya kaynaklarını yani çevreyi korumalıyız.

Ülkemizde kaynakların verimli kullanılması, atık oluşumunun olabildiğince engellenmesi ya da minimuma düşürülmesi, israfın önüne geçilmesi, oluşan atıkların kaynaklarına göre ayrı ayrı toplanması ve bu atıkların geri dönüşüm ile enerji kaynağı haline getirilmesi ve dolayısıyla çevreye zarar verecek bir durumun engellenmesi amacıyla sıfır atık projesinin gerçekleşmesi amaçlanmıştır. Son yıllarda da tüm dünyada sıfır atık uygulama çalışmaları hem bireysel hem kurumsal hem de belediye genelinde yaygınlaşmaktadır.

Bu çalışmada Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampüs alanı içinde sıfır atık projesi kapsamında öncelikle atık kompozisyonu belirlenmiştir. 2017 yılına ait veriler kullanılarak aylık atık miktarı hesaplanmış ve Atık Yönetimi Yönetmeliğine uygun olarak bu konuda yapılması gereken çalışmalar detaylandırılmıştır. Bu çalışmanın özellikle ülkemizde bu konuyla ilgili çalışan akademisyenlere ve kurum/kuruluşlara ışık tutacağı kanatindeyiz.

Anahtar Kelimeler: Çevre, Atık, Sıfır Atık, Kampüs Atığı, Atık Yönetimi

ABSTRACT

Environment is the setting where human beings and other living creatures interact with each other throughout their entire lives. We are in a one-to-one relationship with environment in all stages of our lives. Everything from our basic essentials that are indispensable for our survival to our technological needs raising the quality of our lives is closely related to world resources on a one-to-one basis and accordingly also an integral part of the environment. The primary need essential to our survival is the oxygen in the air that we are not actually supposed to pollute whereas our second basic need is the water and our third basic need is the food. From the most basic needs essential to our life to our

desire for using the state-of-the-art technology, we constantly crave for world resources. If we are interested in having a future at least as good as or even better than the present day, we must protect world resources, in other words, the environment.

Zero waste project was intended for ensuring the efficient use of resources in Turkey, the prevention or minimization of the accumulation of waste insofar as possible, forestallment of wastefulness, collection and categorization of wastes on the basis of their origins and creation of an energy resource through recycling from these wastes and hence the avoidance of a case likely to inflict damage on the environment. Also in recent years, practical efforts to promote zero waste became more prevalent all across the world at both individual and institutional levels and throughout the municipality.

In this study, composition of wastes was identified in the context of zero waste project carried out within the campus of Van Yüzüncü Yıl University, Turkey. Waste amount per month was calculated on the basis of 2017 data, and necessary steps to be taken on this issue in accordance with the Waste Management Regulation of Turkey were addressed in detail. We are convinced that this study will light the way for academicians and institutions/agencies involved in this issue in Turkey.

Keywords: Environment,Waste,Zero Waste,Campus Waste,Waste Management

GİRİŞ

Doğa, tüm canlıların yaşamını sürdürebilmesi için önemli bir kaynaktır. Son yarım yüzyılda, çevre sorunlarının insanlık için tehdit oluşturan küresel bir sorun haline geldiği sorgulanmaya başlanmıştır. İnsanlar ancak sorunlar ortaya çıktıkça doğal kaynakların bilinçsizce ve hızla tükendiğinin farkına varmışlardır.Hem kurumsal düzeyde hem de bireysel olarak evimizde alacağımız basit birkaç önlemle gelecek kuşaklara çok daha temiz bir dünya bırakmamız mümkündür.

Katı atık, üretim ve kullanım faaliyetleri sonucu ortaya çıkan, insan ve çevre sağlığına zarar verecek şekilde doğrudan veya dolaylı biçimde alıcı ortama verilmesi sakıncalı olan her türlü maddedir. Atık yönetimi atığın kaynağında azaltılması, özelliğine göre ayrılması, toplanması, geçici depolanması, ara depolanması, geri kazanılması, taşınması, bertarafı ve bertaraf işlemleri sonrası kontrolü ve benzeri işlemleri içeren bir yönetim biçimidir.Katı atıkların neden olduğu potansiyel risk boyutu her geçen gün artmaktadır. Nüfusun hızlı bir şekilde artması, yaşam standartlarının gelişmesi, sanayileşme, kentleşme, teknolojik gelişme ile atıkların kompozisyonu değişmekte ve miktarı her geçen gün artmaktadır. Özellikle ülkemizde en önemli çevresel sorunlarından biri atık yönetim sistemlerinin sahaya uygulanması aşamasında karşılaşılan problemler ve sistemin yetersiz kalmasıdır. Katı atık yönetimi, çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri azaltmakta veya elimine etmekte, ekonomik kalkınma ve daha iyi bir yaşam kalitesi sağlamaktadır. Doğal kaynakların azalması ile birlikte ekonomik ve diğer nedenlerle günümüzde katı atık yönetimi gittikçe önem kazanmaktadır (Sayın ve ark.2014).

Van Türkiye'nin nüfus bakımından en kalabalık 19.ilidir. Toplam yüz ölçümü 21.334 km^2dir. TÜİK' in 2018 yılı verilerine göre Van'da yaklaşık 1.123.784 kişi yaşamaktadır. İpekyolu, Edremit, Başkale, Çaldıran, Erciş, Tuşba, Muradiye başta olmak üzere 13 tane ilçesi bulunmaktadır (Van İli Çevre Durum Raporu, 2018).

Van ilinde günlük ortalama 500 ton evsel atık üretilmektedir.Van İli'nin Büyükşehir statüsüne kavuşmasıyla birlikte katı atıkların toplanması, taşınması ve düzenli olarak bertarafının sağlanması için bir düzenli depolama sahası kurulması zorunlu bir durum oluşturmaktadır. Tesisinin kurulmasının amacı meskun bölgelerde evlerden atılan evsel katı atıkların, park, bahçe ve yeşil alanlardan atılan bitki atıklarının, iri katı atıkların, zararlı atık olmamakla birlikte evsel katı atık özelliklerine sahip sanayi ve ticarethane atıklarının, evsel atık su arıtma tesislerinden elde edilen arıtma çamurlarının ve zararlı atık sınıfına girmeyen sanayi arıtma tesisi çamurlarının, toplanması, taşınması, geri kazanılması, değerlendirilmesi, bertaraf edilmesi ve zararsız hale getirilmesidir. (Sayın ve ark.2014)

Atık yönetiminin sağlıklı ve doğru bir şekilde yapılabilmesi için öncelikle atık kompozisyonunun bilinmesi gereklidir. Sosyoekonomik ve coğrafi konum, mevsim şartları, atığın toplanma ve depolanma metotları ve sınıflandırma yöntemlerine bağlı olarak, katı atığın içeriği değişiklik gösterebilmektedir (MEB, 2011).Van İli katı atık kompozisyonu Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Katı Atık Kompozisyonu (Van Büyükşehir Belediyesi/İpekyolu Belediyesi)

Atık Tipi	Günlük ortalama Ağırlık	Günlük ortalama Yüzdesi
	Kg	%
Sebze,meyve ve bahçe atıkları	179 047	52.55
Plastikler	28 280	8.30
Kağıt ve karton	23 025	6.76
Cam ve Şişeler	9 642	2.83
İnorganik Atıklar	95 203	24.09
Metalik atıklar	8 879	2.61
Dispanseri Atıkları	16 190	4.75
Hastane atıkları	1 294	0.38
Tekstil	7 876	2.31
Kemik, Kılçık	4 385	1.42
Elektronik atıklar	194	0.06
Diğer	3 798	1.12
TOPLAM	381 493	100.00

Atık yönetim piramidinde ilk aşama atığın oluşmasının önlenmesi, eğer bu sağlanamıyorsa atığın minimizasyonu, diğer bir deyişle atığın en aza indirilmesi amaçlanır. Daha sonra atığın yeniden kullanımı eğer bu da mümkün olmuyorsa önce geri dönüşüm ve sonra enerji geri kazanımı amaçlanır. Bu uygulanan yöntemlerden sonra elimizde kalan atığa ya da bu yöntemleri uygulayamadığımız atığa yapılacak en son işlem bertaraftır (düzenli depolama, yakma gibi). Bu basamakların hiçbirisine girmeyen atıklar için ise son basamak Enerji Kazanımı ve Bertaraftır. Atıkların geri dönüşüm ve geri kazanım süreci içinde değerlendirilmeden bertarafı hem maddesel hem de enerji olarak ciddi kaynak kayıpları yaşanmasına neden olmaktadır. Dünya üzerindeki nüfus ve yaşam standartları artarken tüketimde de kaçınılmaz şekilde bir artış yaşanmakta ve bu durum doğal kaynaklarımız üzerindeki baskıyı artırarak dünyanın dengesini bozmakta, sınırlı kaynaklarımız artan ihtiyaçlara yetişememektedir. Bu durum göz önüne alındığında, doğal kaynakların verimli kullanılmasının önemi

daha da ortaya çıkmaktadır. Bu nedenledir ki son yıllarda tüm dünyada sıfır atık uygulama çalışmaları hem bireysel hem kurumsal hem de belediye genelinde yaygınlaşmaktadır.

Sıfır Atık; israfın önlenmesi, kaynakların daha verimli kullanılmasını, atık oluşum sebeplerinin gözden geçirilerek atık oluşumunun engellenmesi veya minimize edilmesi, atığın oluşması durumunda ise kaynağında ayrı toplanması ve geri kazanımının sağlanmasını kapsayan atık yönetim felsefesi olarak tanımlanan bir hedeftir. Sıfır atık uygulamasının verimli ve etkin kullanılabilmesi amacıyla Çevre ve

Şehircilik Bakanlı tarafından 12.07.2018 tarihinde ve 30829 sayı numarası Resmi gazete de yayımlanarak yürülüğe giren SIFIR ATIK YÖNETMELİĞİ çıkarılmıştır. Sıfır atık yönetmeliği ile birlikte Çevre ve Şehirclik Bakanlığı tarafından yetkilendirilmiş ve Ek-1 ve Ek-2 kirletici parametre sınırları dahilinde yer alan atık üreticilerine hizmet veren Çevre Danışmanlık firmaları, Çevre yönetim birimleri ve Çevre mühendisleri bu yönetmelik kapsamında atık ayrıştırma konulu bilinçlendirme eğitimleri vermek ve eğitim materyallerini ve sıfır atık uygulama çalışmaları hakkında Bakanlığa bilgi vermek konumunda yer almakatadırlar.

2. MATERYAL VE METOD

Araştırmanın ortaya çıkmasında, kamu kurum ve kuruluşlarında yapılmış çalışmalar ve mevcut olan rapor, çalışma ile istatistiki bilgilerden yararlanılmıştır Araştırmanın uygulanabilirliği ve sürdürülebilirliği için mevcut yapımızda geçerli olan kanun ve yönetmeliklerin uygulama şekilleri araştırılmıştır.

3.ARAŞTIRMA ve BULGULAR

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi,20 Temmuz 1982 tarih ve 41 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile kurulmuştur. Halen 17 Fakülte, 5 Enstitü, 4 Yüksekokul, 9 Meslek Yüksekokulu, 1 Konservatuar, 43 adet Uygulama ve Araştırma Merkezi ile Van Gölü kenarında kurulmuş, şehir merkezine 15 km mesafede olan bir eğitim kurumu olarak Merkez Zeve Kampüsü ile Gevaş, Özalp ve Erciş ilçelerinde eğitim-öğretim faaliyetleri sürdürülmektedir.

Tablo 2. VAN YYÜ Atık Kompozisyonu

Tarih	Plastik	Kağıt	Cam	Metal
01.02.2018-17.04.2018	17.909kg	8.989kg	3.320kg	1800kg
19.04.2018-30.05.2018	8.360kg	7.431kg	2.414kg	0.401kg
Toplam 118 gün	26.296kg	16.420kg	6.234kg	2.201kg

Tablo 2'den görüldüğü gibi yaklaşık 75 gün 4 kişilik bir ailenin ürettiği atık kompozisyonunda en fazla plastik atık oluşmuştur. Toplam biriken atık miktarı 32018 kg'dır. Yine Nisan ve Mayıs aylarında ortalama 42 günde 19105 kg atık üretilmiştir.Şubat ve Mayıs ayları arasında biriken atık miktarı 51123 kg'dır. Kampüste toplam 743 lojman ve prefabrik evler bulunmaktadır. Bir evde ortalama 4 işinin yaşadığı düşünülerek 1 yılda sadece bir evden çıkan atık miktarı 158 kg ve tüm lojmanlar için de 119 ton hesaplanmıştır.

Tablo 3. Van YYÜ Merkezi Yemekhanede Yemek Yiyen Kişi Sayısı

Aylar	Kişi
Oca.17	29868

Şub.17	33918
Mar.17	108500
Nis.17	65527
May.17	73835
Haz.17	36020
Tem.17	82567
Ağu.17	72079
Eyl.17	31084
Eki.17	82852
Kas.17	54736
Ara.17	43343
Toplam	714332

Tablo 3'de 1 yılda toplam 714332 kişinin merkezi yemekhanede yemek yediği görülmektedir. Yemekhanede günlük ortalama 4000 pet şişe toplanmaktadır. Bir pet şişenin ortalama ağırlığı 12.48 gr tartılmıştır. Konteynıra atılacak 4000 pet şişenin ortalama ağırlığı 48.192 kg/gün'dür.Yemekhane haftada 5 gün açıktır.1 yılda ortalama 4 ay tatildir.8 ay net olarak açıktır.8 ayda toplam 8192 kg pet şişe açığa çıkmaktadır.

Tablo 4. VAN YYÜ Atık Toplama Potansiyeli

ENVANTER	1 KİŞİ	TÜM PERSONEL		
Birimler	Kg	Kg	ton	% 30(ton)
Plastik	20.3	711171	711.7	355.9
Kağıt	12.7	444418	444.4	222.2
Cam	4.8	168727	168.7	84.4
Metal	1.7	59572	59.6	29.8
Toplam	39.6	1384436	1384.4	692.2

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampüsünde öğrenci ve personel sayısı toplam 35000 civarındadır. Tablo 4 'ten de görüldüğü gibi kampüste oluşan atık miktarının toplamı yaklaşık 1385 tondur.

Tablo.5. İç Mekan Atı Toplama Kutuları

BİNA ADI	**4'LÜ SET**
112 Acil Binası	18
BBAUM ve BAP	6
Beden Eğitimi	3
Bilim Uygulama ve Araştırma Merkezi	8
Camiler	2
Cengiz Andiç Kültür Merkezi	2
Diş Hekimliği Fakültesi	20
Dursun Odabaşı Hastanesi	320
Edebiyat Fakültesi	40
Eğitim Fakültesi	16
Eğitim Fakültesi C Blok	3
Eski Yemekhane	18
Fen Fakültesi	8
Güzel Sanatlar Fakültesi, YÜSEM	4
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	15
İlahiyat Fakültesi	24

Kedi Evi	1
Konuk Evi	3
Kütüphane	8
Mimarlık Tasarım ve Eczacılık Fakülteleri	32
Mühendislik Fakültesi	28
ÖSYM ve PTT	4
Rektörlük Karşısı Prefabrik	4
Rektörlük	15
Sosyal Tesisler	3
Tıp Morfoloji Binası	24
Üniversite Yurtları	12
Van Meslek Yüksek Okulu	8
Veterinerlik Fakültesi	48
Yapı İşleri Dairesi	2
Yeni Yemekhane	8
Yeşil Alan Müdürlüğü	3
Zeve İlk Öğretim Okulu	18
Ziraat Fakültesi	60
Toplam	**788**

Tablo 6. Dış Mekan Atık Toplama Kutuları

BİNA ADI	**DIŞ MEKAN**
112 Acil Binası	1
Beden Eğitimi	1
Bilim Uygulama ve Araştırma Merkezi	1
Diş Hekimliği Fakültesi	1
Dursun Odabaşı Hastanesi	2
Edebiyat Fakültesi	1
Eğitim Fakültesi	1
Eski Lojmanlar	10
Eski Yemekhane	1
Fen Fakültesi	1
Güzel Sanatlar Fakültesi, YÜSEM	1
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	1
İlahiyat Fakültesi	1
Kedi Evi	1
Konuk Evi	1
Kütüphane	1
Mimarlık Tasarım ve Eczacılık Fakülteleri	2
Mühendislik Fakültesi	1
Rektörlük Karşısı Prefabrik	1
Rektörlük, BBAUM ve BAP	1
Sahil	2
Sosyal Tesisler	1
Tıp Morfoloji Binası	1
Üniversite Yurtları	2
Van Meslek Yüksek Okulu	1
Veterinerlik Fakültesi	1
Yapı İşleri Dairesi	1
Yeni Lojmanlar	6
Yeni Yemekhane	1
Yeşil Alan Müdürlüğü	1
Zeve İlk Öğretim Okulu	1
Ziraat Fakültesi	1
Toplam	**50**

Tablo 5 ve 6'da sıfır atık projesi kapsamında kampüs alanı içindeki mevcut binaların iç ve dışına yerleştirilen konteynır sayıları belirlenmiştir. Bu rakamlar en düşük sayıda tutulmuş ve maliyet hesabı yapılmıştır.Konteynır satışı yapan bazı firmalardan fiyat alınmıştır.Konteynırların uzun süreli kullanımının sağlanabilesi göz önünde bulundurularak ortalama maliyet hesaplanmıştır.Ortalama 400.000TL harcanacağı hesaplanmıştır.Kampüsümüz Van İli Tuşba İlçesi sınırlarında olduğu için Üniversitemiz ve Belediye arasında gerekli protokol imzalanmıştır.Ambalaj atıklarını Tuşba Belediyesi sınırları içerisindeki tüm mahallelerdeki ev, endüstri, ticarethane, işyeri, okul, hastane vb. yerlerdeki ambalaj atığı (kağıt- karton, plastik, metal, cam, kompozit vb.) sınıfına giren atıkların çevreye zarar verecek şekilde doğrudan veya dolaylı bir biçimde alıcı ortama verilmesinin önlenmesi ve ekonomiye kazandırılması için Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği gereğince atıklardan ayrı olarak biriktirilmesi, taşınması, türlerine göre ayrılması ve geri dönüşümünü sağlamak üzere lisanslı geri dönüşüm tesislerine sevk edilmesi amaçlanmıştır. Tuşba Belediyesi proje kapsamında yürütülecek işler için bu konuda gerekli belgelerini tamamlamış lisanslı firmayı yetkili kılmıştır.

3. SONUÇ

Van İli yoğun göç alan ve gelişim potansiyeli yönünden bölgede en ön planda olan il olma itibariyle her geçen gün nüfus artışı ve buna paralel olarak katı atık miktarı artmaktadır. Hızla artan dünya nüfusu, bununla birlikte toplumların tüketim alışkanlıklarının ve standartlarının değişip gelişmesi, endüstriyel tesislerin çoğalması, kentleşme ve buna benzer durumlar sonucunda atıkların karakteristikleri değişmekte ve atık miktarı gün geçtikçe artmaktadır. Özellikle Türkiye gibi gelişim sürecinde olan ülkelerin en önemli çevresel ve altyapı sorunlarından biri, oluşan atıkların uygun şekilde depolanıp bertaraf edilememesidir (Sayın ve ark.2014).

Bu çalışmadan görüleceği üzere Sıfır Atık Projesi'yle atıkların kaynağında ayrı toplanması sayesinde atık depolama sahalarına giden atık miktarının azaltılması ve ayrıca toplanan atıkların işlenmesi, geri kazanılması sonucu sanayimizde ve hizmet alanlarında gerçekleşecek yatırımlarla yeni istihdam alanları oluşacaktır. Projenin aşamalı olarak, Türkiye'nin tamamında geri kazanılabilir atıkların yoğun bir şekilde oluştuğu kamu kurumlarında, terminallerde (havaalanı, otogar, tren garı gibi), eğitim kurumlarında (üniversite, okul ve benzeri), alışveriş merkezlerinde, hastanelerde, eğlence, dinlenme tesislerinde ve büyük iş yerlerinde 2023'e kadar hayata geçirilmesi hedeflenmektedir.

Van'da başta Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü olmak üzere Belediyeler daha sonra Çevre Danışmanlık Firmaları ambalaj atıklarının kaynağında oluşumunun önlenmesi, toplanması ve taşınmasında, Toplama- Ayırma tesisleri ise ambalaj atıklarının toplanması, taşınması ve geri dönüşümünde yetkili kurum ve kuruluşlardır. Belediyeler tarafından yetkilendirilmiş tesisler bağlı bulundukları belediyelerin sınırları içerisinde olan bütün kurum ve kuruluşlardan ambalaj atıklarının toplanması ve taşınması için yetkilendirilmişlerdir. Ambalajları piyasaya sürenlerin öncelikli olarak tek kullanımlık ambalaj üretiminin önüne geçmeleri gerekmektedir ki bu ambalaj atığı oluşumunun kaynağında önlenmesine çok büyük katkı sağlayacaktır. Geri kazanılmış ürünlerin kullanımını özendirmek Bakanlığın yetkileri arasındadır. Bu konuda yeterince eğitim faaliyetleri yapılırsa halk daha bilinçli bir şekilde davranış gösterecektir. Bütün bu küçük önlemlerle doğayı korumak ve sıfır atık sağlamak için bir adım atabiliriz.

Sıfır atık projesinin hayata geçirilmesiyle verimlilik artacak, israfın önüne geçildiğinden maliyet azalacak,çevresel risklerin azalması sağlanacak ve gerek ulusal gerekse uluslararası pazarlarda kurumun "çevreci" sıfatına sahip olmasının sağlanması, bu sayede saygınlığının arttırılması sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

MEB, Milli Eğitim Bakanlığı, 2007.

SAYIN Ş., **BAYRAM T.,** ERKUŞ A.,TOKGÖZ M.Ö., "Van İli Katı Atık Yönetiminin Değerlendirilmesi" **6. Ulusal Katı Atık Yönetimi Kongresi (UKAY 2014), ss:26-33**,1-4 Eylül 2014, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.

Van İli Çevre Durum Raporu 2018

SCHIFF BAZI-RUTENYUM(II) KOMPLEKSLERİ: SENTEZ, KARAKTERİZASYON VE KETONLARIN HİDROJEN TRANSFER TEPKİMESİNDE KATALİTİK AKTİVİTESİ

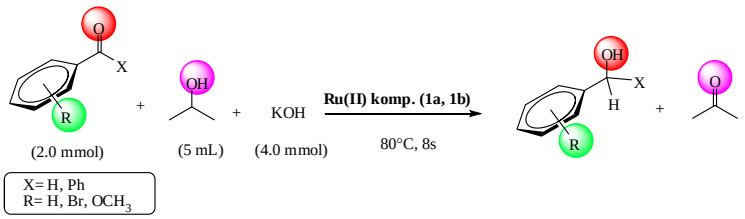
SCHIFF BASE-RUTHENIUM(II) COMPLEXES: SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND CATALITIC ACTIVITY OF KETONES IN HYDROGEN TRANSFER REACTION

Dr. Öğr. Üyesi Kenan BULDURUN

Muş Alparslan Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Gıda İşleme Bölümü

ÖZET

Schiff bazı metal kompleksleri, hem homojen hem de heterojen reaksiyonlarda etkili katalizörlerdir ve bu komplekslerin aktiviteleri, ligandın yapısına, koordinasyon bölgelerine ve metal iyonlarına bağlı olarak değişir**.** Geçiş metal kompleksleri arasında özellikle rutenyum kompleksleri önemlidir. Ru(II) kompleksleri, ketonların hidrojen transferi tepkimlerinde katalizör öncüleri olarak kullanılmış ve yüksek aktivite göstermişlerdir. Çok sayıda Schiff bazları ve bunların Ru(II) kompleksleri, homojen ve heterojen katalizde etkili katalizörler oldukları için kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Ayrıca, oksijen-azot donör atomları içeren Schiff bazı yarı sandviç rutenyum kompleksleri hidrojenasyon reaksiyonlarında önemli bir rol oynamışlardır.



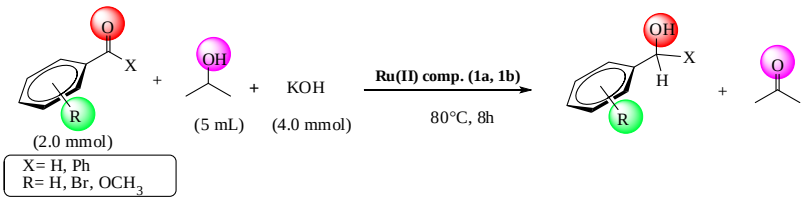
Bu çalışmada yeni iki Schiff bazı-Ru(II) kompleksleri elde edilmiştir. Yapıları FT-IR, ^{1}H-NMR, ^{13}C-NMR, elementel analiz, kütle spektrumu gibi spektroskopik yöntemlerle aydınlatılmıştır. Sentezlenen Ru(II) komplekslerinin (**1a, 1b)** ketonların hidrojen transfer reaksiyonlarındaki katalitik aktiflikleri optimum şartlarda incelenmiştir.

Anahtar Kelimler: Schiff bazı, Hidrojen Transferi, Katalitik Aktivite, Spektroskopik Yöntemler

ABSTRACT

Schiff base metal complexes are catalysts effective in both homogeneous and heterogeneous reactions, and the activity of these complexes varies depending on the structure of the ligand, the coordination sites and the metal ions. Among transition metal complexes, ruthenium complexes are particularly important. Ru(II) complexes were used as catalyst precursors for hydrogen transfer of ketones and showed high activity. Numerous Schiff bases and their Ru(II) complexes have been extensively

investigated since they are catalysts effective in homogeneous and heterogeneous catalysis. Furthermore, Schiff base-half-sandwich ruthenium complexes containing oxygen-nitrogen donor atoms have played an important role in hydrogenation reactions.



In this study, two new Schiff base-Ru(II) complexes were obtained. Their structures were illuminated by spectroscopic methods such as FT-IR, ^{1}H-NMR, ^{13}C-NMR, elemental analysis and mass spectrometer. The catalytic activity of synthesized (**1a, 1b)** Ru(II) complexes in hydrogen transfer reactions of ketones was investigated under optimum conditions.

Keywords: Schiff base, Hydrogen Transfer, Catalytic Activity, Spectroscopic Methods

1. INTRODUCTION

Schiff bazları, azometin (-C=N) grubu içeren bileşiklerdir. Schiff bazları sentezlerinin kolay olması, maliyetlerinin düşük ve ulaşılabilir olması, koordinasyon özellikleri, stereo-elektronik yapılarının kolay ayarlanabilmesi ve çok farklı uygulama alanları nedeniyle, etkili ve çok tercih edilen ligandlardırlar [1,2]. Çok sayıda Schiff bazı ve kompleksleri, tarım, tıp, biyolojik, kataliz ve optik-elektronik diğer endüstri uygulamalarındaki heyecan verici ve önemli özellikleri nedeniyle son on yılda yoğun bir şekilde incelenmiştir [2-4]. Metal iyonlarının Schiff baz komplekslerinin çoğu yüksek katalitik aktivite gösterirler. Ayrıca, verim ve ürün seçiciliğini arttırmada çeşitli reaksiyonlarda önemli bir rol oynarlar. Schiff bazı ligandlarının uygun sentez yolu ve termal stabilitesi, metal kompleksleri olarak katalizde etkin uygulamaları gibi oldukça önemli özelliklere sahiptirler. Geçiş metal iyonlarının Schiff bazı kompleksleri, hem homojen hem de heterojen reaksiyonlarda etkili katalizörlerdir ve bu komplekslerin aktivitesi, ligandın yapısına, koordinasyon bölgelerine ve metal iyonlarına bağlı olarak değişir [3,5-10].

Geçiş metal kompleksleri arasında özellikle rutenyum kompleksleri, hidrojenasyon tepkimleride önemlidirler. Ru(II) kompleksleri, ketonların hidrojen transferi için katalizör öncüleri olarak kullanılmış ve yüksek aktivite göstermiştirler. Çok sayıda Schiff bazları ve bunların Ru(II) kompleksleri, homojen ve heterojen katalizde önemli katalitik etki gösterdikleri için yoğun bir şekilde araştırılmıştır. Ayrıca, katalitik olarak aktif olmalarında, oksijen-azot verici atomları ile Schiff bazı

ligandları içeren yarı sandviç rutenyum kompleksleri hidrojenasyon reaksiyonlarında önemli bir rol oynar [4,6].

Transfer hidrojenasyonu, karbonil grubu içeren ketonların ve aldehitlerin indirgenmesinde kullanılan en önemli yöntemlerdendir. Ayrıca hidrojenasyon reaksiyonları, farmasötik, tarımsal, doğal ve malzeme ve ince kimyasal endüstriyel değerlere sahip önemli ürünlerin sentez aşamalarında kullanımı, yüksek reaksiyon veriminden dolayı bu tür çalışmaların hızla ilerlemesini sağlamıştır [7,10].

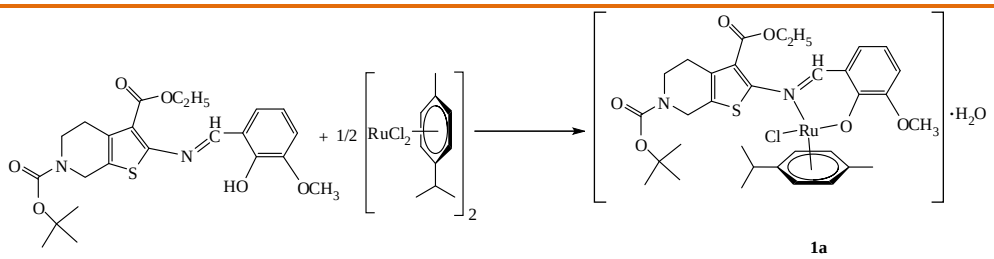
Bu çalışmada yeni iki Schiff bazı-Ru(II) kompleksleri elde edilmiştir. Yapıları FT-IR, ^{1}H-NMR, ^{13}C-NMR, elementel analiz, kütle spektrumu gibi spektroskopik yöntemlerle aydınlatılmıştır. Daha sonra sentezlenen Ru(II) komplekslerinin (**1a, 1b**) ketonların hidrojen transfer reaksiyonlarındaki katalitik aktiflikleri KOH bazı varlığında ve hidrojen kaynağı olarak *i*-PrOH kullanılarak 80 °C de çeşitli ketonların ilgili alkollere dönüşümü incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada kullanılan reaktifler ve kimyasalları ticari olarak temin edildi ve saflaştırılmadan kullanıldı. FT-IR spektrumları, 4000-400 cm^{-1} aralığında Perkin Elmer 65 cihazı ile KBr pellet oluşturularak ölçüldü. Ru(II) metal komplekslerinin (**1a, 1b**) elektronik spektrumları, 200-800 nm aralığında Shimadzu-1800 spektofotometre ile kaydedildi. Elektrotermal-9200 erime noktası aparatıyla hava altında cam kılcallarda erime noktaları gerçekleştirildi. ^{1}H-NMR ve ^{13}C-NMR spektrumları, Brucker 300 MHz ile elde edildi. C, H, N ve S elemenetlerinin mikroanalizi, Perkin-Elmer Model 240C analizöründe kaydedildi. Kütle analizi Çukurova üniversitesi Agilent 1100 cihazı kullanılarak hesaplandı. Tüm katalitik reaksiyonlar, Muş Alparslan Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında Agilent 6890N GC sisteminde GC-FID ile 30 m uzunluğunda, 0.32 mm çapında ve 0.25 mm film kalınlığında bir HP-5 kolonu ile yapıldı.

2.1. Ru(II) kompleksinin (1a) sentez ve karakterizasyon verileri

(E)-6-tert-bütil 3-etil 2-(2-hidroksi-3-metoksibenzilidenamino)-4,5-dihidrotiyeno[2,3-*c*]piridin-3,6(7H)-dikarboksilat ligandı (L^1) (1.0 g; 2.1 mmol) metanolde (10 mL) çözüldü ve çözeltiye $[RuCl_2(p\text{-simen})]_2$ bileşiği (0.67g; 1.1 mmol) ilave edildi. Metanolün kaynama sıcaklığında 6 saat kaynatıldı. Çözücünün tamamı vakumda uzaklaştırılıp kahverenkli ham ürün eterle yıkandı. Ürün diklorometan/dietil eter (DCM/Et_2O) karışımında kristallendirildi. Ru(II) kompleksi için önerilen yapı Şekil 1'de verilmiştir.



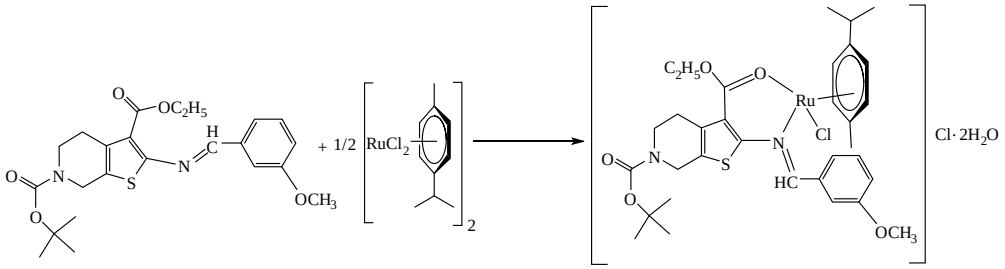
Şekil 1. Sentezlenen Ru(II) kompleksi

Schiff Bazı-Ru(II) (**1a):** Verim: % 76, E.N.: 235-238 °C. IR (KBr, ν cm^{-1}): 3434 (OH), 3058, 3032 (Ar-CH) 2925, 2869 (Al-CH), 1695 (C=O), 1604 (CH=N), 1539 (Ar-C=C), 1162 (C-O), 734 (C-S-C), 575, 529 (M-O), 455 (M-N), 465 (Ru-Cl). ^{1}H NMR (300 MHz, $CDCl_3$) δ: 8.79 (s, 1H, C*H*=N), 7.28-6.92 (m, 3H, Ar-C*H*), 4.54-3.69 (m, 6H, *p*-simen, -OCH_2CH$_3$), 2.09 (s, 3H, *p*-simen-CH_3), 3.95 (s, 3H, OCH_3), 3.58-2.50 (m, 6H, CH_2 (piridin halkası), 1.50-1.28 (d, 12H, OCH$_2$CH_3, OC(CH_3)$_3$), 2.79-2.80 (m, 1H, -*H*C(CH$_3$)$_2$), 1.20-1.28 (d, 6H, -HC(CH_3)$_2$). ^{13}C NMR (75 MHz, $CDCl_3$) δ: 163.92, 154.61 (*C*=O)$_2$, 162.04 (*C*H=N), 148.00, 134.22, 124.66, 119.21, 116.41, 109.21, 87.34, 86.17, (tiyofen, *p*-simen, benzen halkası, tersiyer bütil), 61.07, 14.43 (-O*C*$_2$H$_5$), 41.50, 17.00 (piridin halkası), 28.19 (-O*C*(CH$_3$)$_3$), 30.38 (*p*-simen, H*C*(CH$_3$)$_2$), 22.27-14.44 (*p*-simen, -*C*H$_3$, -O*C*H$_3$, HC(*C*H$_3$)$_2$). UV-Vis. (λ_{max}, nm): π→π*, 203, 221, 241, 261, 287; n→π*, 414, 426. Anal. Calc. for $C_{33}H_{43}N_2O_7SRuCl$: C, 52.97; H, 5.75; N, 3.74; S,4.28. Found: C, 52.87; H, 5.83; N, 3.72; S,4.26. LC/MS/MS: m/z: 747.52 (Hesap.), 747.07 (Bulunan) $[M]^+$.

2.2. Ru(II) kompleksinin (1b) sentez ve karakterizasyonu

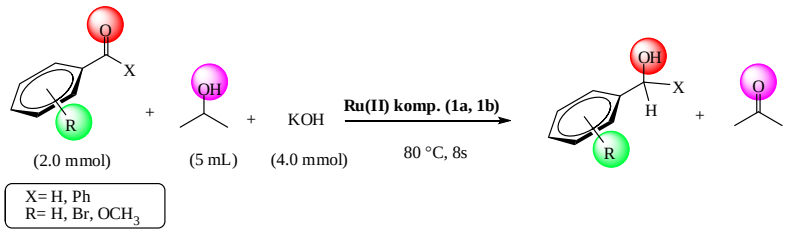
Schiff Bazı-Ru(II) (**1b**). Verim: %70, E.N.: 240-242 °C. IR (KBr, ν cm^{-1}): 3407 (-OH), 3058 (Ar-CH) 2964, 2950 (Al-CH), 1654 (C=O), 1591 (CH=N), 1532, 1490 (Ar-C=C), 1247 (-OCH$_3$), 780 (C-S-C), 569, 508 (M-O), 486 (M-N), 463 (Ru-Cl). ^{1}H NMR (300 MHz, $CDCl_3$) δ: 8.91 (s, H, C*H*=N), 7.32-6.85 (m, 4H, Ar-C*H*), 5.80-3.53 (m, 6H, *p*-simen halkası, -OCH_2CH$_3$), 3.86 (s, 3H, -OCH_3), 4.53-2.53 (m, 6H, CH_2 (piridin halkası), 1.32-1.45 (d, 12H, OCH$_2$CH_3, -OC(CH$_3$)$_3$), 2.09-2.27 (m, 1H, -*H*C(CH$_3$)$_2$), 1.19-1.22 (d, 6H, -HC(CH_3)$_2$). ^{13}C NMR (75 MHz, $CDCl_3$) δ: 163.87, 162.69 ((*C*=O)$_2$), 160.08 (*C*H=N), 133.00-132.00, 131.00-118.00, 77.23 (tiyofen, *p*-simen, benzen halkası, tersiyer bütil grubu), 56.00, 14.17 (-O*C*$_2$H$_5$), 61.00, 18.14 (piridin halkası), 28.43 (-OC(*C*H$_3$)$_3$), 28.85 (*p*-simen, HC(CH$_3$)$_2$), 21.10-18.20 (*p*-simen, CH$_3$, HC(CH$_3$)$_2$). UV–Vis.(λ_{max}, nm): π→π*, 221, 232, 248, 279,

295; n→π*, 320, 386, 398, 410, 432. Anal. Calc. for $C_{33}H_{46}N_2O_7SRuCl_2$: C, 50.38; H, 5.85; N, 3.56; S, 4.07. Found: C, 50.32; H, 5.81; N, 3.51; S, 4.01. LC/MS/MS: m/z: 714.97 (Hesap.). 714.52 (Bulunan) $[M\text{-}Cl,2H_2O]^+$.



1b

2.3. Schiff bazı-Ru(II) kompleklerinin Katalizörlüğünde Ketonların Hidrojen Transfer Tepkimesi



Sentezlenen Ru(II) komplekslerinin (**1a, 1b**) atmosferik ortamda ketonların hidrojen transfer tepkimesindeki katalitik etkinlikleri incelendi. Schiff bazı-Ru(II) kompleksleri (0.01 mmol), üzerine keton (2.0 mmol), KOH (4.0 mmol), *i*-propanol (5 mL) eklenerek 80 °C'de 8 saat ısıtıldı. Çözücü vakumda çekilerek etilasetat/hekzan karışımında kolon yapıldı. Ürün kontrolü NMR spektroskopisi GC-MS ve GC ile yapıldı. Çizelge 3.3'de ketonlara göre belirlenen verimler (%) görülmektedir. Bu çalışmada transfer hidrojenasyon yöntemiyle Schiff bazı içeren Ru(II) komplekslerinin katalizörlüğünde ketonların (asetofenon, *m*-metoksiasetofenon, *p*-bromoasetofenon, *p*-metoksiasetofenon ve benzofenon) hidrojen transfer tepkimesi ile sekonder alkollere indirgenmesi incelendi. Hidrojen verici olarak toksik olmayan, çevre dostu ve ekonomik olan *i*-propanol kullanıldı.

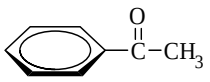
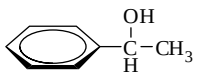
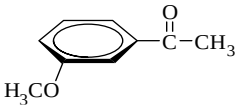
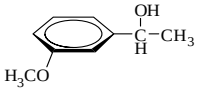
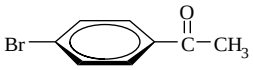
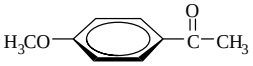
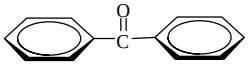
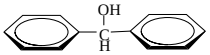
Çizelge 3.1. Hidrojen transfer tepkimelerinde süre etkisi

Deney	Baz	Süre (s)	Dönüşüm (%)
1	KOH	10	90
2	Cs_2CO_3	10	48
3	Na_2CO_3	10	35
4	K_2CO_3	10	75
5	NaOH	10	64
6	$KOBu^t$	10	59
7	KOH	8	90

Çizelge 3.2. Hidrojen transfer tepkimelerinde çözücü etkisi

Deney	Çözücü/ Baz	Süre (s)	Dönüşüm (%)
1	*i*-PrOH/KOH	10	90
2	*i*-PrOH/KOH	9	90
3	*i*-PrOH/KOH	8	90

Çizelge 3.3. Hidrojen transfer tepkimelerinde Ru(II) komplekslerinin (**1a, 1b**) katalitik etkinlikleri

Deney no	Keton	Baz	Katalizör	Alkol	Verim(%)
1		KOH	**1a**		90
2		KOH	**1b**		86
3		KOH	**1a**		82
4		KOH	**1b**		84
5		KOH	**1a**		80
6		KOH	**1b**		70
7		KOH	**1a**		85
8		KOH	**1b**		89
9		KOH	**1a**		91
10		KOH	**1b**		90

Tepkime koşulları: Keton (2.0 mmol), Ru(II) komp. (**1a, 1b**) (0.01 mmol), KOH (4.0 mmol), *i*-PrOH (5 mL), 8 saat, 80 °C.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

IR spektral banları incelendiğinde, **1a, 1b** komplekslerinde; 3434, 3407 cm^{-1}, 1695, 1651 cm^{-1}, 1604, 1585 cm^{-1} and 780, 734 cm^{-1} deki banlar sırasıyla υ(OH, OH_2), υ(C=O), υ(C=N) ve υ(C-S-C) gruplarına işaret etmektedir. 3434 ve 3407 cm^{-1} deki güçlü banlar komplekslere ait su molekülünü göstermektedir. Ayrıca 575-508 cm^{-1} ve 486, 463, 455 cm^{-1} deki bantlar ise komplekslerdeki υ (M-O), υ (M-N) bağlarına karşılık gelmektedir. **1a, 1b** komplekslerinde görülen 465, 463 cm^{-1} deki banlar υ (Ru-Cl) bağını göstermektedir. IR sepktral verileri **1a** kompleksinde Ru(II) atomunun imin grubu azot atomu ve fenolik hidroksil grubuna, **1b** kompleksinde ise imin azot atomuma ve karbonil grubuna ait oksijen atomuna koordine olduğunu göstermektedir. **1a, 1b** komplekslerinin geometrik yapılarının bozulmuş oktahedral olduğunu desteklemektedir [4,7,11-13].

1a, 1b komplekslerinin elektronik spektrumları etanol çözeltisinde alındığında, 203-248 nm ve 261-295 nm civarında görülen çok yoğun bantlar π → π * ve n → π* geçişlerine işaret etmektedir. Görünür bölge 320-432 nm'deki bantlar, komplekslerin elektronik spektrumundaki en düşük enerji emme bantları, metal ligand yükü geçişlerine (MLCT) tahsis edilmiştir. Ru(II) (**1a, 1b**) komplekslerinin elektronik spektrumlarının analizi, Ru(II) iyonu çevresinde bir oktahedral geometri bulunduğunu gösterir [14].

^{1}H NMR spektrumunda **1a** kompleksinde OH grubuna ait piklerin kaybolması, rutenyum atomunun komplekste oksijen atomu üzerinde bağlanmaya katıldığını göstermektedir. 5.80-3.82 pmm'deki sinyaller Ru(II) komplekslerindeki *p*-simen grubuna işaret etmektedir. Azometin grubuna ait protonun sinyalleri 8.91, 8.79 pmm'de gözlemlenmiştir. Ru(II) komplekslerindeki (**1a, 1b**) *p*-simen halkasına ait izopropil grubuna ait metil ve metin protonları sırasıyla 1.28-1.19 ve 2.80-2.09 ppm gözlemlenmiştir. ^{13}C NMR spektrumunda azometin grubuna ait pikler 162.04, 159.10 ppm de gözlemlenmiştir.Bu spektrum verileri rutenyum atomunun azometin grubuna ait azot atomu üzerinde bağlanmaya katıldığını göstermektedir. Ayrıca **1b** kompleksine ait karbonil karbonuna ait pikin değişmesi, yapının karbonil atomuna ait oksijen atomuyla bağlandığını kanıtlamaktadır [4,15].

Schiff bazı-Ru(II) komplekslerinin Ketonların Hidrojen Transfer tepkimelerindeki aktiviteleri

Sentezlenen Ru(II)-Schiff bazı komplekslerinin **(1a, 1b)** asetofenon türevleri kullanılarak ketonların hidrojen transfer tepkimelerindeki katalitik etkinlikleri incelendi. Bu komplekslerin hidrojen transfer tepkimeleri için aktif katalizörler olduğu görülmüştür. Çizelge 3.3'teki veriler

değerlendirildiğinde genel olarak katalizörlerin hidrojenasyon tepkimelerinde etkin olduğu görülmüştür. Sübstitüentler kıyaslandığında, keton olarak asetofenon kullanıldığında **1a, 1b** komplekslerinin %86-90 arasında değişen oranlarda katalitik etkinlik gösterdiği bulunmuştur (Çizelge 3.3, Deney no: 1-2).

Keton olarak *m*-metoksiasetofenon kullanıldığında **1a, 1b** komplekslerinin %82-84 arasında değişen oranlarda yüksek katalitik etkinlik gösterdikleri bulunmuştur (Çizelge 3.3, Deney no: 3,4). Keton olarak elektron verici metoksi grubunun bulunması, katalizörlerin aktifliklerinde önemli bir etki yaratmamıştır. Aynı zamanda, (**1a, 1b)** Ru(II) komplekslerinde bağlı grupların sayısı katalizörlerin aktifliklerini neredeyse etkilememiş, fakat **1a** kompleksine bağlı –OH grubunun elektronik etkisi katalizörlerin aktifliklerini bir miktar azaltmıştır (Çizelge 3.3, Deney no: 3). Keton olarak *p*-bromoasetofenon kullanıldığında, %70-80 oranlarında katalitik etkinlik gösterdikleri görülmüştür. Bu oranların *m*-metoksiasetofenon ve asetofenon ile karşılaştırıldığında nispeten düşük verimle gerçekleştiği görülmüş bunun sebebinin de kullanılan ketona bağlı elektron çekici (-Br, gibi) gruptan kaynaklandığı tespit edilmiştir (Çizelge 3.3, Deney no: 5,6). Keton olarak *p*-metoksiasetofenon kullanıldığında %85-89 arasında değişen oranlarda katalitik etkinlik gösterdiği görülmüştür. Aromatik halkaya bağlı elektron verici grup (-OCH_3) içeren **1b** kompleksi ile %89 oranında bir verime ulaşılmıştır (Çizelge 3.3, Deney no: 7,8). Keton olarak benzofenon kullanıldığında **1a, 1b** komplekslerinin %90-91 arasında değişen oranlarda oldukça iyi katalitik etkinlik gösterdikleri görülmüştür (Çizelge 3.3, Deney no: 9,10). Bu verim, kullanılan Ru(II) komplekslerinin yapılarında bulunan grupların elektronik etkilerinden ziyade substrat olarak kullanılan ketonların yapısından kaynaklanmaktadır.

4. SONUÇ

Bu çalışmada Schiff bazlarının $[RuCl_2(p\text{-simen})]_2$ metal tuzları kullanılarak Ru(II) kompleksleri (**1a, 1b**) hazırlandı. Schiff bazları ve kompleksleri elementel analiz, ^{1}H-NMR, ^{13}C-NMR, FT-IR, UV-Vis, LC-MS teknikleri kullanılarak karakterize edildi. Sentezlenen Ru(II) komplekslerinin **(1a, 1b)** asetofenon türevleri kullanılarak hidrojen transferi tepkimelerindeki katalitik etkinlikleri incelendi. Ru(II) komplekslerine ait katalitik sonuçlar değerlendirildiğinde tüm komplekslerin ketonların hidrojen transfer tepkimeleri için aktif olduğu ve optimum şartlarda aktif katalitik sistemler oluşturduğu görülmüştür. Ru(II) komplekslerinin (**1a, 1b)** oldukça iyi katalitik aktivite sergiledikleri bulunmuştur. Schiff bazına bağlı grupların elektronik yapılarının katalizörlerin aktifliklerini önemli derecede etkilediği görülmüştür. Sentezi gerçekleştirilen Schiff bazı-Ru(II) komplekslerinin atmosferik ortamda kararlı olması ve reaksiyon şartlarında bozulmaması yeni çalışmalara öncülük

edebileceği gibi, ucuz olması ve çevre dostu olmasıyla da bu alandaki çalımlara katkı sağlayacağı düşünülmektektedir.

KAYNAKLAR

[1]. G. Ceyhan, M. Köse, V. McKee, S. Uruşa, A. Gölcü, M. Tümer, Spectrochim. Acta A, 95 (2012) 382–398.
[2]. H.S. Çalık, E. İspir, Ş. Karabuğa, M. Aslantaş, J. Organomet. Chem., 801 (2016) 122-129.
[3]. D. Pandiarajan, R. Ramesh, J. Organomet. Chem., 723 (2013) 26-35.
[4]. K. Buldurun, M. Özdemir, J. Mol. Struc., 1202 (2020) 127266.
[5]. A.M. Abu-Dief, İ.M.A. Mohamed, Beni-Seuf Univ. J. Appl. Sci., 4 (2015) 119-133.
[6]. M. Ramesh, G. Venkatachalam, J. Organomet. Chem., 880 (2019) 47-55.
[7]. K.Buldurun, N.Turan, A. Savcı, N. Çolak, J. Saudi Chem., Soc. 23 (2019) 205–214.
[8]. P.N. Sathishkumar, N. Raveendran, N.S.P. Bhuvanesh, R. Karvembu, J. Organomet. Chem., 876 (2018) 57-65.
[9]. G. Prakash, P. Viswanathamurthi, Spectrochim. Acta A, 129 (2014) 352–358.
[10]. N.Turan, K. Buldurun, Eur. J. Chem., 9 (2018) 22-29.
[11]. S.A. Aly, J. Radiat. Res. Appl. Sc., 11 (2018) 163-170.
[12]. T.S. Ramos et al., J. Organomet. Chem., 892 (2019) 51-65.
[13]. T. S. Manikandan, S. Saranya, R. Ramesh, Tetrahedron Lett., 57 (2016) 3764–3769.
[14]. M.U.Raja, N. Gowri, R. Ramesh, Polyhedron, 29 (2010) 1175–1181.
[15]. N. Turan, K. Buldurun, N. Çolak, İ. Özdemir, Open Chem., 17 (2019) 571–580.

Anthemis kotschyana Boiss. var. *discoidea* BİTKİSİNİN ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ

EVALUATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY of *Anthemis kotschyana* Boiss. var. *discoidea*

Prof. Dr. Ercan BURSAL
Muş Alparslan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü
Dr. Öğr. Üyesi Abdulmelik ARAS
Iğdır Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyokimya Bölümü
Dr. Öğr. Üyesi Kenan BULDURUN
Muş Alparslan Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Gıda İşleme Bölümü

ABSTRACT

The main aim of this study is to determine the antioxidant activities of ethanol and water extracts of *Anthemis kotschyana* Boiss. var. *discoidea*. In order to determine the antioxidant activity, FRAP method (ferric ions reducing antioxidant potentials) and CUPRAC method (cupric ions reducing antioxidant capacity) were performed. The results were compared to BHA, BHT, and ascorbic acid as standard antioxidant compounds. The water and ethanol extracts of *Anthemis kotschyana* presented moderate antioxidant potential comperative to standard samples on both FRAP antioxidant assay and CUPRAC assay.

Key Words: Antioxidant activity, CUPRAC, FRAP, *Anthemis kotschyana*

ÖZET

Bu çalışmadaki temel amaç *Anthemis kotschyana* Boiss. var. *discoidea* bitki türünün su ve etanol ekstrelerinin antioksidan özelliklerini tayin edilmesi ve özelliklerinin incelenmesidir. *Anthemis kotschyana* bitkisinin antioksidan aktivitesini belirlemek için FRAP (Ferrik iyonları indirgeme potansiyeli) ve CUPRAC (kuprik iyonları indirgeme kapasitesi) *in vitro* biyoanalitik metotları çalışıldı. Antioksidan çalışmalarda bitkiye ait su ve etanol ekstrelerinin sonuçları standart antioksidanlar olarak kabul edilen BHA, BHT ve askorbik asit ile karşılaştırıldı. Bu çalışmada *Anthemis kotschyana* bitki türünün su ve etanol ekstrelerinin antioksidan potansiyeli (Fe^{3+}) iyonlarını indirgeme kuvveti ve kuprik (Cu^{2+}) iyonlarını indirgeme kuvveti yapılan iki metota göre standartlara kıyasla orta düzeyde etki gösterdikleri tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan aktivite, CUPRAC**,** FRAP, *Anthemis kotschyana*

INTRODUCTION

Researchers have been trying to find effective, natural, and nontoxic remedies to keep healty for a long time history. They mostly focused on determination of chemical constituents and biological activities

of medicinal plants. Most of plants have been used for alternative or allopathic health care systems in both developed and developing countries [1]. Plants contains vitamins, phenolics, and flavonoids that have high potential for biological properties [2]. The secondary metabolites of plants have preventive roles against some diseases and pharmaceutical properties such as anti-inflammatory, neuroprotective, antioxidant, and antidiabetic properties [3,4].

Some of Anthemis species have been used in traditional medicine as digestive, gastrointestinal spasmolytic, anti-inflammatory, and sedative agents. Antioxidant and antimicrobial activities of the extracts and essential oils from various *Anthemis* species were reported on the literature [5].

In this study we evaluated antioxidant activity of a subspecies of *Anthemis kotschyana* which has four varieties in Flora of Turkey. These existing varieties are *poecilolepis, kotschyana, radians,* and *discoidea*. The plant material of this study, *Anthemis kotschyana* Boiss. var. *discoidea*, is different from the other varieties in that not having ray flowers. It is greyish pubescent with somewhat woody rootstock. It mainly exists in pinus and quercus woods, on step, chalk cliffs, and on cultivated slopes, at 400-2745 m altitudes [6].

There are some previous studies on the literature about some biological properties of several *Anthemis* species. However, there is no study about antioxidant properties of *Anthemis kotschyana* Boiss. var. *discoidea*. For that reason, we reported the ferric (Fe^{3+}) and cupric (Cu^{2+}) ions reducing potentials of ethanol and water extracts of *Anthemis kotschyana* for antioxidant methods. These two methods have been used for the measurement of antioxidant profiles of foods, plants, and other materials by researchers.

MATERIALS AND METHODS

Identification and collection of the plant material

The aerial parts of samples were collected from their natural habitats. *Anthemis kotschyana* var. *discoidea*, was collected from Bingol, a Southeast city of Turkey, on July 2013 by Dr. Ömer Kılıç. The habitats were on the road edges at 1350-1400 m altitude. The taxonomic description of the plant sample was made by plant taxonomist Ö. Kılıç from Adiyaman University. The voucher specimen was deposited in the Bingöl University, Department of Park and Garden Plant Herbarium with 5232 herbarium number.

Preparation of water and ethanol extracts

The ethanol and water extracts of *A. kotschyana* were carried out according to a previous study [7]. The leaves of *A. kotschyana* were dried at room condition. For the preparation of WEA and EEA, 20 g of leaves were powdered and mixed with 200 mL distilled water or ethanol (1/10:w/v). The mixtures were homogenized by a magnetic mixer about 12 h, at room conditions. The homogeneous mixtures were filtered with filter papers. The filtrate sample from water solvent was lyophilized in a lyophilizator (Labconco, Freezone 1L) at 5 mm Hg at -50 °C for preparing water extract (WEA). The filtrate sample from ethanol solvent was evaporated with a rotary evaporator (Heidolph 94200, Bioblock Scientific) for preparing ethanol extract (EEA). The lyophilized and evaporated samples were stored at -30 °C until used.

FRAP and CUPRAC assays for antioxidant activity

Reducing effects of both EEA and WEA were determined by Ferric ions reducing antioxidant power (FRAP) method based on reduction of Fe^{3+} to Fe^{2+} according to the procedure as described previously [8]. Briefly, different concentrations of EEA and WEA (10-30 µg/mL) in distilled water (0.75 mL) were mixed with phosphate buffer (1.25 mL 0.2 M, pH 6.6) and potassium ferricyanide solution (1.25 mL, 1%). The mixture was incubated at 50 ºC for 20 min and acidified with trichloroacetic acid (1.25 mL, 10%). Finally, $FeCl_3$ solution (0.5 mL, 0.1%) was transferred to the mixtures and absorbance was measured at 700 nm.

Cupric ions (Cu^{2+}) reducing ability of EEA and WEA was realized according to the method as described in a previous study [9]. Briefly, one by one $CuCl_2$ solution (0.25 mL, 10 mM), ethanolic solution of neocuproine (0.25 mL, 7.5 mM), and acetate buffer (0.25 mL, 1.0 M) were added to a test tube and mixed with EEA or WEA solution (10-50 µg/mL). Total volume was completed to 2 mL with distilled water. Then, the test tubes were incubated at room temperature for half an hour. Finally, the absorbance was measured at 450 nm. In this assay, increasing absorbance indicates high Cu^{2+} reduction ability.

RESULTS AND DISCUSSION

Antioxidant activity of *A. kotschyana* was determined by analyzing reducing capacity of its water and ethanol extracts. The reducing potentials of EEA and WEA were examined by using two different *in vitro* assays named as CUPRAC and FRAP reducing ability methods.

Table 1. Reducing abilities of WEA, EEA, and standard compounds at the same concentration (30 µg/mL)

Standards and extracts	FRAP (Fe^{3+} reducing)		CUPRAC (Cu^{2+} reducing)	
	λ_{700}	r^2	λ_{450}	r^2
BHA	1.530±0.021	0.962	0.732±0.010	0.959
BHT	1.007±0.013	0.990	0.614±0.016	0.936
Ascorbic acid	1.304±0.019	0.912	0.365±0.011	0.928
WEA	0.502±0.012	0.981	0.334±0.010	0.927
EEA	0.475±0.014	0.960	0.165±0.017	0.992

According to the FRAP method, the reducing potential of a sample can be determined by measuring the ferric ions (Fe^{3+}) reducing to ferrous ions (Fe^{2+}) by single electron transfer of an antioxidant substance. The amount of Fe^{2+} can be measured by measuring the absorbance of $Fe_4[Fe(CN^-)_6]_3$, which had a maximum absorbance at 700 nm. In this context, EEA and WEA had potent reducing effects by using this method. As shown in Table 1, Fe^{3+} reducing powers of the extracts and the standard antioxidants (BHA, BHT, and ascorbic acid) decreased in following orders: BHA (1.530±0.021) ≥ ascorbic acid (1.304±0.019) > BHT (1.007±0.013) > WEA (0.502±0.012) > EEA (0.475±0.014). Increasing of absorbance indicates high concentration of ferrous ions (Fe^{2+}) which means high reducing capacity. The results demonstrated that both EEA and WEA had potent Fe^{3+} reducing ability and

electron donor properties for neutralizing free radicals and reactive oxygen species by forming more stable products (Fig. 1).

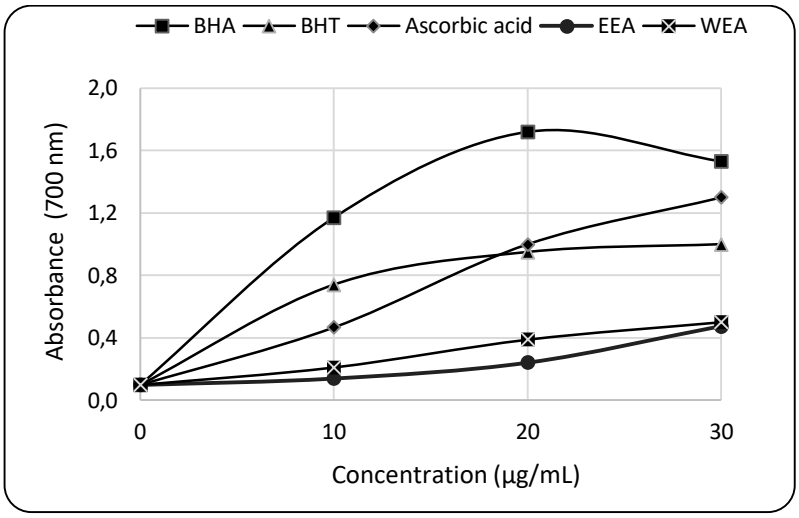


Figure 1. Antioxidant activities of *A. kotschyana* and standards by using FRAP method

Cupric ions (Cu^{2+}) reducing abilities of EEA and WEA were determined by CUPRAC method. This method is based on Cu^{2+}-Cu^{+} reducing by antioxidant substances. The CUPRAC method was reported to be effective, stable, rapid, suitable, and selective for samples [15]. As shown in Table 1 and Figure 2, Cu^{2+} reducing powers of the extracts and standards at the 30 µg/mL concentration were decreased as; BHA (0.732±0.010) > BHT (0.614±0.016) > ascorbic acid (0.365±0.011) > EEA (0.334±0.010) ≥ WEA (0.365±0.011).

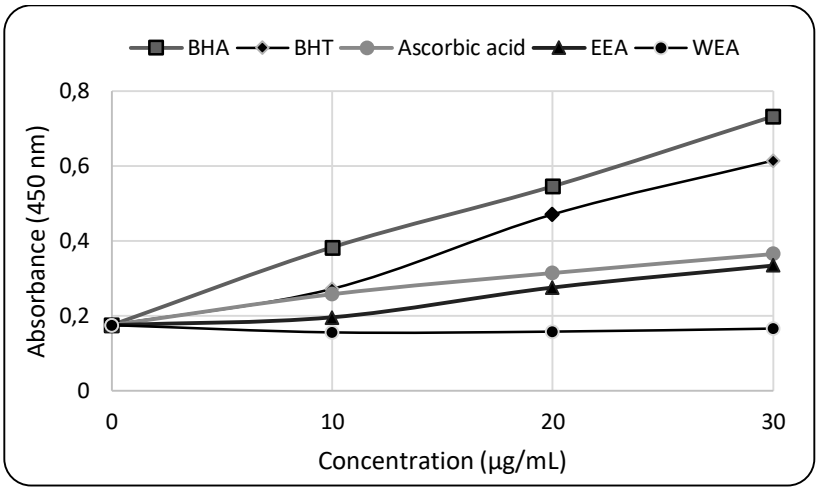


Figure 2. Antioxidant activities of *A. kotschyana* and standards by using CUPRAC method

CONCLUSIONS

This study provides important results for bioactivity of *A. kotschyana* related to its antioxidant capacity. The data of *in vitro* antioxidant methods showed that *A. kotschyana* ethanol and water extracts were found to have effective reducing antioxidant potentials.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors are grateful to Dr. Ömer Kılıç for supplying and identifying the plant material of the study.

REFERENCES

[1]. Jaradat, N. A., Ayesh, O. I., Anderson, C., 2016. Ethnopharmacological survey about medicinal plants utilized by herbalists and traditional practitioner healers for treatments of diarrhea in the West Bank/Palestine. Journal of ethnopharmacology 182, 57-66.

[2]. Zengin, G., Zheleva-Dimitrova, D., Gevrenova, R., Aktumsek, A., Sinan, K. I., Mahomoodally, M. F., 2019. A comparative assessment of the LC-MS profiles and cluster analysis of four Centaurea species from Turkey. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 101189.

[3]. Silinsin, M., Bursal, E., 2018. UHPLC-MS/MS phenolic profiling and in vitro antioxidant activities of Inula graveolens (L.) Desf. Natural product research 32, 1467-1471.

[4]. Żuchowski, J., Pecio, Ł., Marciniak, B., Kontek, R., Stochmal, A., 2019. Unusual isovalerylated flavonoids from the fruit of sea buckthorn (Elaeagnus rhamnoides) grown in Sokółka, Poland. Phytochemistry.

[5]. Casiglia S, Bruno M, Senatore F, Rosselli S. 2019. Chemical composition of essential oils of *Anthemis secundiramea* Biv. subsp. *secundiramea* (Asteraceae) collected wild in Sicily and their activity on micro-organisms affecting historical art craft. N Nat Prod Res. 33:970-979.

[6]. Davis, P. Flora Of Turkey And The East Aegean Islands, Vol. 5, Edinburgh Univ, *Pres, Edinburgh* 1975.

[7]. Bingol, M.N., Bursal, E. 2018. LC-MS/MS Analysis of phenolic compounds and in vitro antioxidant potential of *Stachys lavandulifolia* Vahl. var. *brachydon* Boiss, International Letters of Natural Sciences, 72.

[8]. Aras, A., Dogru, M., Bursal, E., 2016. Determination of antioxidant potential of *Nepeta nuda* subsp. *lydiae*, Analytical Chemistry Letters 6, 758-765.

[9]. Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Esin Karademir, S., Erçağ, E. 2006. The cupric ion reducing antioxidant capacity and polyphenolic content of some herbal teas, International Journal of Food Sciences and Nutrition 2006, 57, 292-304.

BUHARLAŞTIRMALI SOĞUTMA SİSTEMİ KULLANILARAK FOTOVOLTAİK GÜNEŞ PANELLERİNİN PERFORMANSININ İYİLEŞTİRİLMESİ

Dr. Öğr. Üyesi İrfan UÇKAN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Fotovoltaik sistemlerin çalışma prensibi fotovoltaik etki ile ifade edilen temel bir fizik kuralına dayanmaktadır. Yeterli sayıda fotonun yarı iletken levha yüzeyine çarpmasıyla levha yüzeyinde bulunan elektronlar tarafından emilirler. Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretmenin en basit yöntemi olan fotovoltaik etki prensibine dayanan fotovoltaik panellerdir. Basit bir yöntem olmasına rağmen fotovoltaik panellerle elektrik üretimi henüz büyük miktarlardaki elektrik üretim yöntemleri ile rekabet edecek seviyeye ulaşmamıştır. Bunun temel sebebi, günümüzde kullanılan fotovoltaik panellerin en yüksek enerji verimlerinin %5 ile %20 arasında değişmesinden dolayıdır. Fotovoltaik panellerde enerji verimine en fazla etki eden parametre fotovoltaik hücrelerde meydana gelen sıcaklık artışı olmuştur. Hem düşük enerji verimine sahip fotovoltaik panelleri hemde güneş ışınlarının etkisiyle de panel sıcaklığının artması panel veriminde ciddi derecede bir düşüşe neden olmaktadır. Fotovoltaik panel performansını etkileyen parametrelerden biri olarak fotovoltaik hücrelerin sıcaklığı olduğundan dolayı, bu çalışma da mevcut parametreyi iyileştirebilmek için litratürde bulunan soğutma çalışmalarının etkisi incelenecektir. Bu çalışmada aynı zamanda fotovoltaik panellerden elektrik enerjisi üretimi sırasında en çok karşılaşılan sorun olan, ısı kaynaklı verim kaybının önüne geçilmesi için buharlaştırmalı soğutmanın etkisi ve buharlaştırmalı soğutma sistemleri ile entegreli olarak sistem tasarımları incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Fotovoltaik Panel, Güneş Enerjisi, Buharlaştırmalı Soğutma

1. GİRİŞ

Bu çalışmada fotovoltaik hücrelerde ısı kaynaklı olarak panel veriminde meydana gelen düşüşleri önlemek için çeşitli soğutma yöntemlerinini PV panellerinin performansı üzerindeki etkilerini inceleyen bir literatür araştırması incelenmektedir. Dünyanın enerji ihtiyacının yaklaşık olarak %85'i fosil yakıtlar ve fosil kaynaklı yakıtlardan karşılanmaktadır. Dünyada ve ülkemizde gelişen teknolojiyle beraber her geçen gün enerji ihtiyacı artmaktadır. Artan bu enerji ihtiyacı karşısında fosil yakıtların, yapılan tahminlere göre yaklaşık 50 yıldan daha az bir ömrünün olması ve çevreye verdiği atık gazlar ile birlikte çevre kirliliğinin artması gibi sebeplerle yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi artmaktadır. Özellikle gelişmiş ülkeler tarafından yenilenebilir enerji kaynakları, ülkelerin enerji politikası olarak benimsenmekte ve kamusal yapılarda kullanılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının temelinde ise güneş enerjisi bulunmaktadır. Güneş enerjisinden dolaylı olarak rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji, dalga enerjisi gibi yöntemlerle elektrik üretilmesinin yanında doğrudan güneş enerjisi kaynaklı elektrik enerjisi üretiminde de kullanılmaktadır.

Güneş enerjisinden doğrudan elektrik enerjisi elde etmek için fotovoltaik sistemler kullanılmaktadır. Bu sistemler, çevre dostu ve sürdürülebilir enerji sistemlerinin başında gelmektedir. Ancak bu sistemler, güneş ışınımı miktarının yalnızca küçük bir kısmını elektrik enerjisine dönüştürürken, kalan kısmı ise ısı enerjisine dönüşmektedir. Bu nedenle günümüzde kullanılan fotovoltaik panellerin elektriksel verimleri oldukça düşüktür. Bununla beraber elektriksel verimi iyileştirmek için yapılan deneysel ve teorik soğutma çalışmaları artış göstermektedir.

Fotovoltaik hücrelerin elektriksel verimini etkileyen çevresel parametreler arasında, bağıl nem, güneşlenme süresi, gölgelenme, panel eğim açısı, tozlanma, güneş ışınım şiddeti gösterilebilir. Güneş ışınım şiddeti, çevresel koşullara göre değişim göstermektedir. Uçkan [1], çevresel parametrelerden güneş ışınım şiddetini, aralarında 10 km. mesafe olan Van şehir merkezi ile Van Gölü kıyısı arasında güneş ışınım şiddeti değerlerinin değişimi deneysel olarak ölçerek iki lokasyon arasında fark olup olmamasına bakmıştır. Çalışma süresince ölçüm yapılan tüm aylarda Van Gölü kıyısında elde edilen güneş ışınımı değerleri Van şehir merkezine göre daha yüksek bulunmuştur. Ortaya çıkan bu farkın en önemli sebebi Van Gölü'nden yansıyan güneş ışınım şiddetinin Üniversite kampüsünde daha yüksek olması gösterilmiştir. Ülkemizde, son yıllara kadar güneş enerjisi, yalnızca sıcak su üretimi için kullanılırken günümüzde elektrik enerjisi üretiminde de kullanılmaktadır. Kabul ve Duran [2], Isparta ilinde yapılan çalışmada, güneş enerjisinden elektrik üretimi esnasında panel sıcaklığının artması

sonucu azalan verimi, paneli su ile soğutarak arttırmayı amaçlamıştır. Çalışma sırasında soğutma yapılan ve soğutma yapılmayan, aynı katalog değerlerine sahip iki panel kullanılmıştır. Fotovoltaik panelin arka yüzeyine yerleştirilen borular içerisinden geçirilen su ile panel yüzeyinde soğutma sağlanmıştır. Çevresel parametreler, fotovoltaik sistemlerin verimini önemli ölçüde etkilemektedir. Rahman ve ark. [3], fotovoltaik hücrelerin sıcaklığı, nem, soğutucu akışkanın akış hızı ve ışınım şiddeti gibi karakteristik özelliklerin verim üzerine etkisi, 27 ℃ de laboratuvar ortamında gözlemlemiş ve sistemin nümerik olarak elektriksel verim analizleri yapılmıştır. Güneş enerjisi sistemleri, mevcut enerji ihtiyacını karşılamak için ideal çözümlerdir. Fotovoltaik sistemlerin kullanılmasında en önemli problem, PV hücrelerinin düşük enerji verimliliğidir. Hosseini ve ark. [4], fotovoltaik hücrelerin sıcaklığını düşürmek için panel üzerinde ince bir su filmi oluşturmuştur. Çalışma kapsamında, su sıcaklığı, ortam sıcaklığı, PV hücrelerin sıcaklığı, ışınım şiddeti gibi parametrelerin elektriksel ve toplam verime etkisi incelenmiştir. Elektrik enerjisi, modern elektronik çağda yaşamımızın vazgeçilmez bir parçasıdır. Ancak bunun yaygınlaştırılabilmesi için fotovoltaik hücrelerin daha verimli bir duruma getirilmesi büyük önem taşımaktadır. Srinivas ve ark. [5], ısı transferi kapasitesini arttırmak için, üst kısmı cam olan izole bir kutunun ortasında bulunan, fotovoltaik hücrelerin altına dikey yönlü kanatçıklar yerleştirilmiştir. Fan yardımıyla fotovoltaik hücrelerin üstünden geçirilen soğutucu akışkan, hücrelerin ısısını alarak hücrelerin alt kısmından dış ortama atılmaktadır. Bu çalışmada, soğutucu akışkan debisi, ortam ve fotovoltaik panel sıcaklığı, ışınım şiddeti gibi karakteristik özelliklerin verim üzerindeki etkisi dış ortam şartlarında gözlemlenmiş ve sistemin nümerik olarak enerji ve ekserji analizleri yapılmıştır. Soğutucu akışkan debisinin arttırılmasıyla elektriksel verimde %1,5 artış gözlemlenmiştir.

Fotovoltaik-termal sistemlerin(PV/T) birleştirilmesinin nedeni fotovoltaik verimliliği arttırmaktır. Ortam sıcaklığı arttıkça fotovoltaik verimliliğin düştüğü bilinmektedir. Ibrahim ve ark.[6], fotovoltaik termal(PV/T) panellerin arka yüzeyine yerleştirilen spiral ısı değiştirici borular ile fotovoltaik termal sistemin sıcaklık artışından kaynaklanan verim düşüşünü engellemeyi amaçlamıştır. Fotovoltaik sistemlerde, güneş ışınımının absorbe edilmesiyle oluşan sıcaklık artışını kontrol altına alınması ile panel veriminde meydana gelen düşüşe engel olmak mümkündür.

Mojumder ve ark. [7], fotovoltaik termal sistem ile birlikte hava veya su ile soğutma işlemi yaparak, fotovoltaik hücrelerin aşırı ısınmasına bağlı olarak elektriksel verimin azalması engellenmektedir. Bu çalışmada, hava tipi tek geçişli bir soğutma sistemi önerilmiştir. Fotovoltaik panel arkasına yerleştirilen sistem içerinde ısı transfer kapasitesini ve yüzey alanını arttırmak için hava akış yönüne paralel dikdörtgen metal kanatçıklar yerleştirilmiştir. Mevcut tasarımın her karakteristik özelliği için enerji

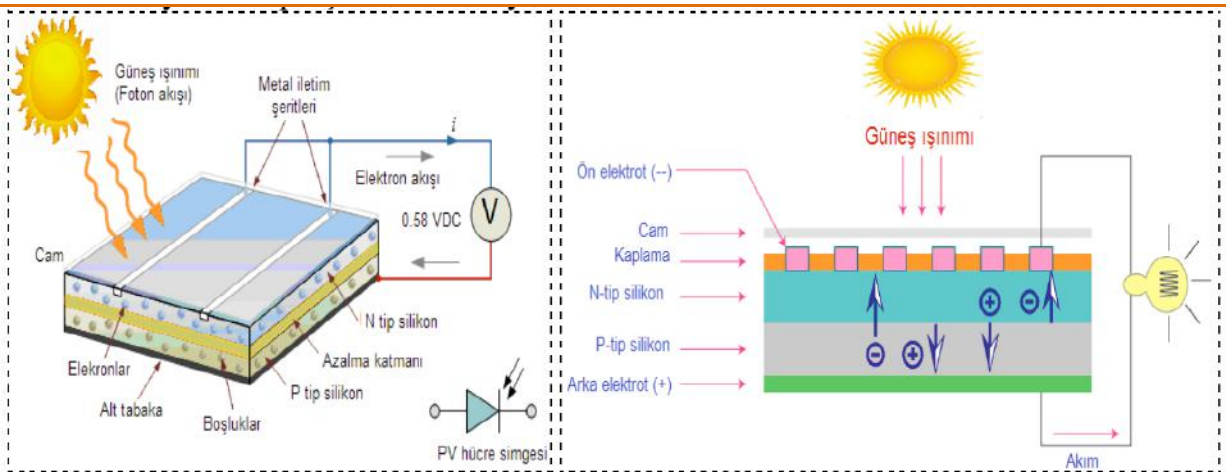
denge denklemleri türetilmiş ve termodinamik analizleri yapılmıştır. Fotovoltaik hücrelerin yüzey sıcaklıklarında meydana gelen artışı önlemek için farklı soğutma yöntemleri uygulanmaktadır. Shahsavar [8], fotovoltaik hücrelerin soğutulmasında doğal havalandırma kullanılmış olup, fotovoltaik termal sistemin enerji ve ekserji analizleri yapılmıştır.

2. MATERYAL METOD

PV hücreleri/modülleri deniz, tropik, kutup ve çöl ortamları gibi zorlu koşullarda dış mekân kullanımı için tasarlanmıştır. PV malzemesinin seçiminin sistem tasarımı ve performansı üzerinde önemli etkileri olabilmekteir. Aynı zamand hem maddenin bileşimi hem de atomik yapısıda oldukça etkilidir. PV malzemeleri silisyum, galyum arsenit (GaA'lar), bakır indiyum diselid (CuInSe2), kadmiyum tellürür (CdTe), indiyum fosfit gibi birçok farklı malzemelerden üretimleri gerçekleştirilmektedir. PV hücresinin atomik yapısı monokristal, çok kristalli veya şekilsiz olabilir [9]. Bir PV hücresinin çalışmasını anlamak için, hem malzemenin doğasını hem de güneş ışığının doğasını göz önünde bulundurmanız gerekir. PV hücreleri iki tip materyalden oluşur; p tipi silikon ve n tipi silikon. Bazı dalga boylarındaki ışık, silikondaki atomları iyonize edebilir ve birleşim tarafından üretilen iç alan, pozitif yüklerin bir kısmını PV cihazı içindeki negatif yüklerden (elektronlar) ayırır. Delikler p-tabakasına süpürülür ve elektronlar n-tabakasına süpürülür. Her ne kadar bu karşıt yükler birbirine çekilse de, çoğu iç potansiyel enerji bariyeri nedeniyle yalnızca malzemenin dışındaki harici bir devreden geçerek yeniden birleşebilir.

2.1. PV hücresinin özellikleri

Yukarıda belirtildiği gibi, PV hücreleri genellikle silikon gibi yarı iletken malzemelerden yapılmıştır. Ayrıca panelin bir tarafında pozitif ve diğer tarafında negatif olan bir elektrik alanı oluşturulur. Şekil.1' de PV hücrelerinin çalışma prensibi ve hücre yapısı gösterilmiştir. Güneş enerjisi (fotonlar) PV hücresine çarptığında, elektronlar yarı iletken malzemedeki atomlardan gevşetilerek elektron deliği çiftleri oluşturulur. Elektrik iletkenleri, pozitif ve negatif taraflara bir elektrik devresi oluşturarak bağlanırsa, elektronlar, fotoğraf akımı adı verilen elektrik akımı şeklinde yakalanır.



Şekil1. PV hücrelerinin çalışma şekli ve hücrelerin yapısı

PV hücrelerinde elde edilen güç ile PV hücresi üzerine düşen ışık şidetti arasında doğru orantı mevcuttur. Işığın panel üzerine düşen şiddeti arttıkça panelden elde edilen güçte aynı şekilde artış göstermektedir. Bu modüllerin en fazla ışık alırken elde edilen en yüksek gücüne peak power denilmektedir. Pv modüllerinde akım (A) ve gerilim (V) parametreleri bir sistem analizi yapılırken dikkate alınması gereken önemli değerler olarak dikkate alınması gerekmektedir.

2.2. PV sistemleri

İki ana PV esaslı elektrik üretim sistemi vardır.

Bunlar:

- **Bağımsız PV sistemi.**

Birçok PV sistemi bağımsız modda çalışır. Bu tür sistemler bir PV jeneratörü, enerji depolaması (örneğin bir batarya), şarj kontrolörleri, AC ve DC tüketicileri ve güç şartlandırıcılarından oluşur. Bir PV jeneratörü birkaç PV dizisi içerebilir, her dizi birkaç PV modülünden oluşur. Akü bankası, PV modülleri tarafından sağlanan güç yük talebini aştığında enerji depolar ve PV kaynağı yetersiz olduğunda geri verir. Tek başına bir PV sistemi için yük, hem DC (televizyon, aydınlatma vb.) hem de AC (elektrikli motorlar, ısıtıcılar vb.) gibi birçok türde olabilir.

- **Şebekeye bağlı PV sistemi.**

Şebekeye bağlı PV sisteminde, PV sistemleri yerel elektrik şebekesine bağlanır. Bu, gün içerisinde PV sistemi tarafından üretilen elektriğin hemen kullanılabileceği (ofislere, diğer ticari binalara ve

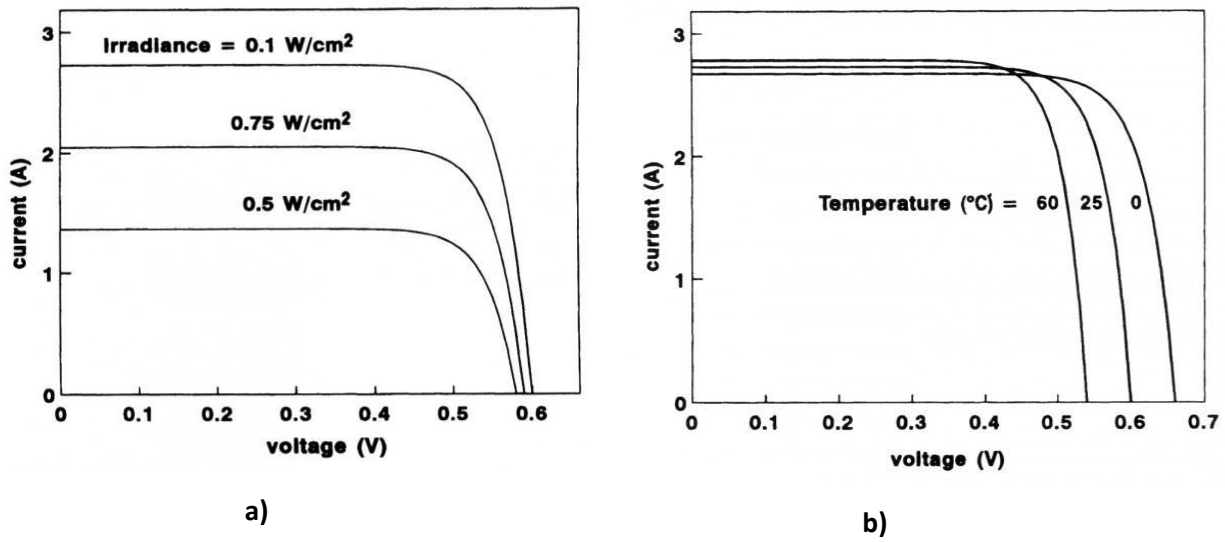
endüstriyel uygulamalara monte edilen sistemler için uygun olan) veya elektrik tedarik şirketlerinden birine satılabileceği anlamına gelir [9].

Akşamları, PV sistemi gerekli elektriği sağlayamadığında, yerel şebekeden güç geri alınabilir. Bu tip PV sisteminin akü depolaması içermesi gerekmez.

Bu açıklanan PV sistemleriyle ilgili ekipmanlar arasında piller, şarj kontrolörleri, inverterler ve maksimum güç izleyicileri bulunur.

2.3 PV tabanlı elektrik üretim sistemlerinin çalışmasını ve verimliliğini etkileyen faktörler

Bir PV güç sisteminin çıkışını etkileyen çeşitli ortam koşulları vardır. Bu faktörler, sistem tasarımcısının genel sistem çıktısının gerçekçi beklentilerine sahip olması için dikkate alınmalıdır. Modül sıcaklığı, sistemin verimini ve çıkış enerjisini değiştirdiği için PV sisteminin davranışında büyük etkisi olan bir parametredir. Buna ek olarak, ışınım seviyesi, ortam sıcaklığı, rüzgar hızı, kir, toz ve özel kurulum koşulları gibi atmosferik parametrelerin de etkisi vardır. Sıcaklık etkileri, kristalin silikon hücre bazlı modüllerin bağ karakteristiklerinin bir sonucudur. Sıcaklık düştükçe daha yüksek voltaj üretme eğilimindedirler, aksine yüksek sıcaklıklarda voltaj kaybederler. Herhangi bir PV modülü veya sistem değer kaybı hesaplaması, sıcaklık etkisinin ayarını içermelidir [10]. Sıcaklık arttıkça, yarı iletkenin bant aralığı küçülür ve açık devre voltajı Voc, diyot faktörü q/ kT'de görülen p-n bağlantı voltajı sıcaklık bağımlılığı sonrasında azalır. Bu nedenle PV hücreleri negatif sıcaklık katsayısına sahiptir. Ayrıca, aynı taşıyıcı akım düşük çıkış gücü ile sonuçlanır, çünkü şarj taşıyıcıları daha düşük bir potansiyelde serbest bırakılır [11].



Şekil 2. PV hücre özellikleri üzerine sıcaklık ve güneş radyasyonunun etkisi

Sıcaklık ve ışımanın hücre özellikleri üzerindeki etkileri, Şekil 2'da gösterilmektedir. Şekil 2 (a)'da görüldüğü gibi, devre voltajı güneş ışınımının artmasıyla logaritmik olarak artarken, akım ise doğrusal olarak artmaktadır. Hücre sıcaklığının hücre özellikleri üzerindeki etkisi, Şekil 2 (b) 'de gösterilmektedir. Hücre sıcaklığındaki artışın PV hücreleri üzerindeki en önemli etkisi, hücre sıcaklığının artmasına bağlı olarak voltajın azalmasıdır. Böylece hücre verimliliği düşer. Şekilden aynı zamanda görülebileceği gibi kısa devre akımı, hücre sıcaklığının artmasıyla az miktarda artış göstermektedir. Bir PV hücresinin enerji dönüşüm verimliliği, emilen ışıktan elektrik enerjisine dönüştürülen güç yüzdesidir. Bu terim, standart test koşulları altında giriş ışık ışınımına (E, W/m^2) ve PV hücresinin yüzey alanına (m^2) bölünen maksimum güç noktası Pmax oranı kullanılarak hesaplanır.

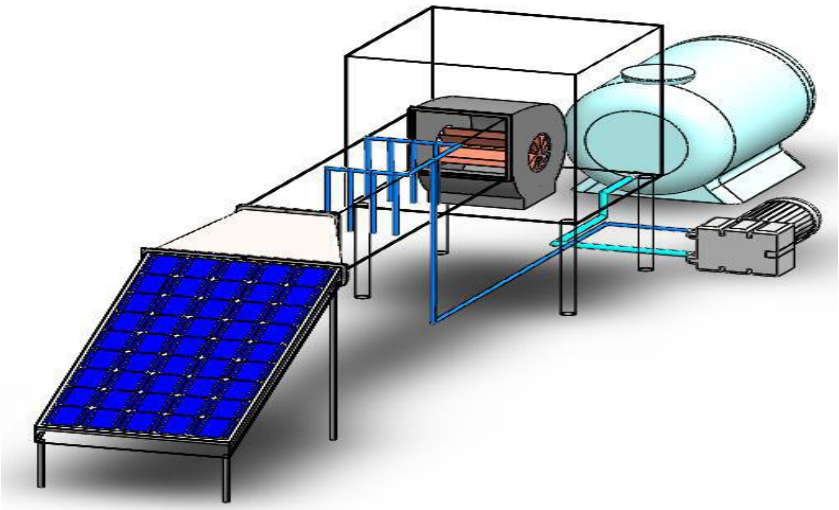
2.4 Buharlaştırmalı soğutma ile pasif soğutma sistemleri

Buharlaştırmalı soğutma teknolojileri (Evaporative Air Conditionings), dünya genelinde konut ve ticari uygulamalarda kullanımı giderek artmaktadır. Kimyasal soğutucu akışkanlar yerine suyu soğutucu olarak kullanmak güvenilir olmasının yanında önemli çevresel faydaları olan soğutma teknolojisidir. Bu özel soğutma ve nemlendirme işlemi evaporatif soğutma olarak adlandırılır. Doğru koşullar ve uygulamalar altında, EAC, suyun çalışma sıvısı olarak kullanılmasıyla minimum olan enerji tüketimiyle mükemmel soğutma ve havalandırma sağlayabilir. Çevresel açıdan ise ozon tabakasında yıkıma sebep olan kloroflorokarbonların kullanılması önlenmiş olur.

Çatı tasarımlarında soğuk hava üreten pasif güneş soğutma teknolojileri bulunabilir, ancak cephe tasarımları için yaygın değildir. Cephelerden geçen pasif güneş enerjisi teknolojilerinin çoğu, hava hareketini odadaki havayı havalandırmaya zorlayan ve böylece soğutma etkisi yaratan yüzdürme mekanizmasına dayanmaktadır.

Buharlaşmalı soğutma en eski soğutma tekniğidir ve hem aktif hem de pasif sistemlerde uygulanabilir. Yüksek enerji maliyeti gerektiren ve çevreye zarar veren geleneksel mekanik soğutma sistemleri, araştırmacıların buharlaştırıcı tekniğe bakmaya ve verimliliğini arttırmaya çalışmasına neden olmuştur. Bu nedenle, klima sisteminde buharlaştırıcı soğutucu veya ısı eşanjörü olarak yoğun bir şekilde kullanılmıştır. Ancak, evaporatif soğutmanın PV panellerinde kullanımın geliştirilmesi çalışmaları devam etmekte olup henüz yeterli düzeyde çalışmalara gerçekleştirilmemiştir. Alami [12], fotovoltaik sistemlerde panel veriminde meydana gelen düşüşe engel olabilmek amacıyla pasif evaporatif soğutma tekniği kullanmıştır. Bu yöntemde, hücrelerin sıcaklığını düşürmek için fotovoltaik panel arka yüzeyine yerleştirilen üç farklı kalınlıktaki sentetik kil tabakası eklenerek ve tabaka üzerinde oluşturulan ince bir su tabakasının buharlaşması sağlanarak pasif bir evaporatif soğutma tekniği

uygulanmıştır. Deney sonucunda akımın, pasif evaporatif soğutma sistemiyle artmadığı sabit kaldığı, voltajın ise sıcaklık düştükçe belirli bir pik değerine kadar arttığı gözlemlenmiştir. Evaporatif soğutma sisteminin PV panellerine uygulanması Şekil 3'te verilmiştir. Bu şekilden görüleceği gibi dış ortamdan hava alınarak bir nemlendirme ünitesinden geçirilmekte ve bu nemlendirme ünitesinde havanın soğutma işlemi gerçekleştirildikten sonra fotovoltaik panel üzerinden geçirilerek soğuması gerçekleştirlmektedir.



Şekil 3. Buharlaştırmali soğutma sistemi ile PV panellerinin soğutulması

Buharlaştırmalı soğutma işleminin çalışma prensibi bir hava akımını soğutmak için suyun buharlaştırılması ile yapılır. Temel olarak suyun buharlaşması için havadan (çevreleyen) gelen ısıyı emer. Böylece havanın veya çevresindeki sıcaklığı düşürür.

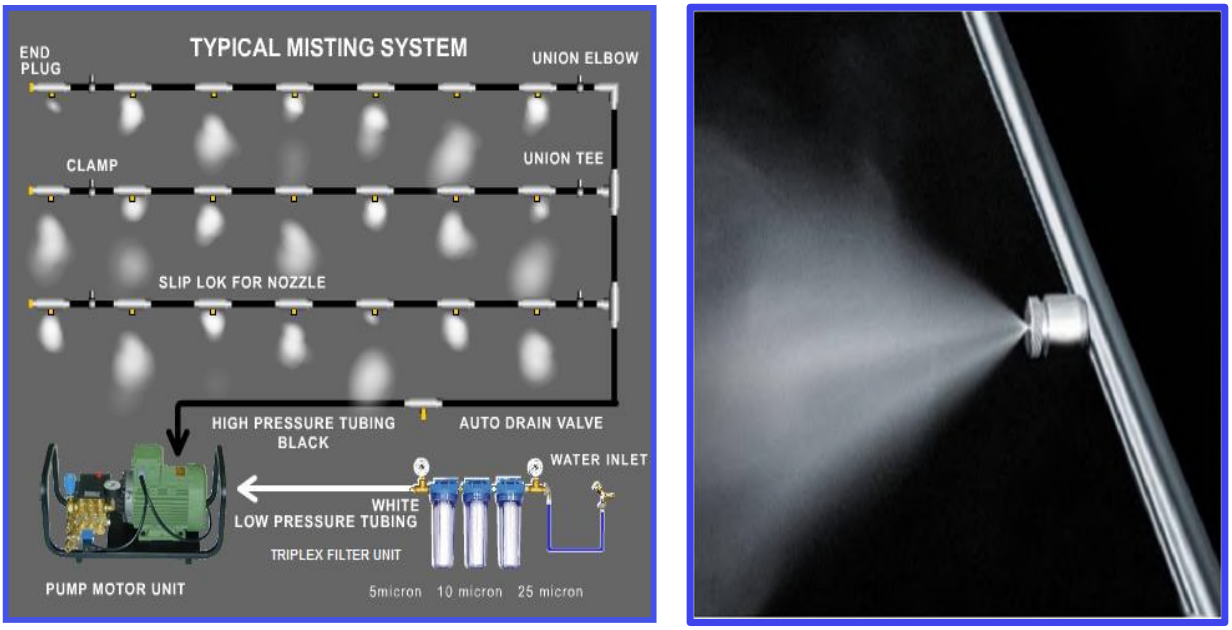
Buharlaştırmalı soğutma, doğrudan ve dolaylı buharlaştırmalı soğutma olarak sınıflandırılabilir. Bu soğutma sistemlerinin çalışma prensipleri aşağıda açıklanmaktadır.

- **Direk buharlaştırmalı soğutma**

Hava içerisine püskürtülen veya havanın su ile ıslanmış bir yüzeyden geçerken teması sonucunda buharlaşan suyun, havadan buharlaşma ısısını çekmesi sonucu meydana gelen sıcaklık düşmesine buharlaşmalı soğutma veya evaporatif soğutma denir. Buharlaştımalı soğutma basit bir prensibe dayanır. Havanın içine püskürtülen suyun buharlaştırılması için gerekli olan buharlaştırma gizli ısısı havanın duyulur ısısından alınır. Sonuçta havanın kuru termometre sıcaklığı düşürülerek soğutma elde edilir.

Ebrahimi ve ark [13], soğutucu olarak doğal buhar kullanarak PV hücresinin soğutulması için yeni bir yol araştırmışlar. Güneş pilinin performansını simüle edilen güneş ışığı altında incelemişlerdir. PV

hücresinin arka tarafında dikey olarak doğal buhar oluşturularak çeşitli dağılımlar ve farklı kütle akış hızları için incelemişlerdir. Ayrıca, doğal buhar sıcaklığının soğutma performansındaki etkisi analiz etmişler. Sonuç olarak, PV hücresi sıcaklığının, artan doğal buhar kütle akış hızı ile birlikte önemli ölçüde düştüğünü göstermiştir. Şekil 5b'de nemli havanın özelliklerini gösteren bir psikrometrik diyagram üzerinde doğrudan buharlaştırmalı soğutma sürecini daha açık ve net bir şekilde göstermek mümkündür. Kuru-termometre ve yaş-termometre sıcaklıkları işlemin başlangıcında 2 noktasındadır ve buharlaşmalı soğutma işlemi yapıldıktan sonra ok yönünde 3 noktasına sabit yaş termometre sıcaklığında ve sabit entalpi değerinde son bulur. Bu işlem sonunda havanın sıcaklığı düşürülerek kullanım amacına uygun hale getirilmektedir. Doğrudan buharlaştırmalı soğutmanın çalışması Şekil 4'te şematik olarak verilmiştir. Burada su bir pompa yardımıyle fiskiyelere verilerek küçük zerrecikler halinde hava akımına tabi tutulmaktadır. Su zerreciklerinin buharlaşmasıyle hava akımı soğumaktadır. Su buharının eklenmesiyle nemli havanın gizli ısısı artmaktadır. Şekil.5b' deki psikrometrik diyagramda görüldüğü gibi bu izentalpik işlem sabit yaş termometre sıcaklığı çizgisi boyunca olmaktadır. Pratikte kullanılan nemlendiricilerin verimleri % 70-90 arasında değişmektedir.

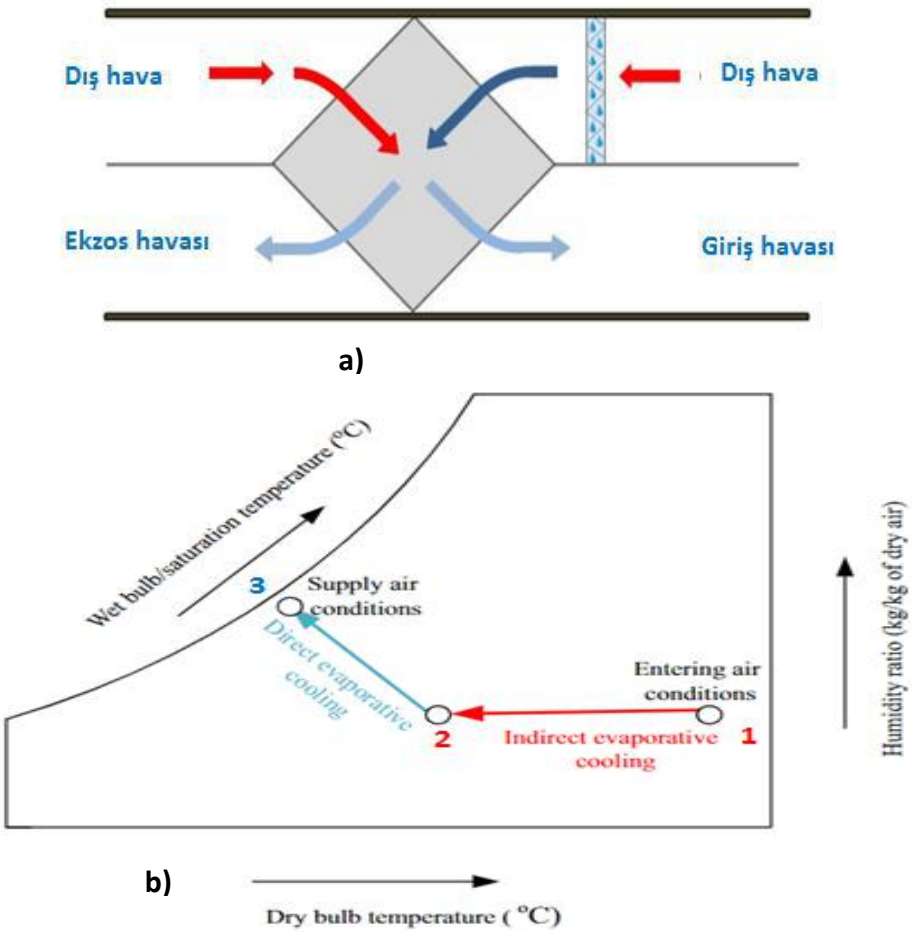


Şekil 4. Doğrudan buharlaştırmalı soğutma

- **Dolaylı buharlaştırmalı soğutma sistemi**

Dolaylı buharlaştırmalı soğutma sisteminde genellikle bir ısı eşanjorü mevcuttur. Şekil 5a'da gösterildiği gibi, bu sistemlerde başka bir hava akımı ile ısı değişimini içerir. Bu iki hava akımı, duvarın bir tarafının ıslak ve diğer trafının ise kuru olduğu bir ısı alışverişi duvarı ile ayrılmaktadır. Ürün havası

kuru taraftan geçerken, çalışma havası ıslak taraftan geçer. Islak taraf kuru taraftaki ısıyı su buharlaşması ile emer ve bu nedenle kuru tarafı soğutur. Islak hava akımı gizli ısıyı içerirken, kuru hava akımı hissedilir ısıyı içerir. Bu nedenle, ürün havasına ilave nem girmez. Bu prossesin psikrometrik diyagram üzerinde çalışma şekli açıklanırsa Şekil 5b'de görüldüğü gibi 1 noktasından sistem içerisine giren havada herhangi bir nem artışı olmadan 2 noktasına sabit sıcaklıkta çıkarak istenilen çalışma koşullarına getirilir.



Şekil 5. a) dolaylı soğutma sistemi tasarımı, b) doğrudan ve dolaylı evaporatif soğutma işleminin psikrometrik diyagram üzerinde gösterimi.

3. SONUÇ

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi elde etmenin en popüler ve en ekonomik yöntemlerden birisi de güneş ışığını kullanarak fotovoltaik (PV) sistemler aracılığıyla elektrik enerjisi üretmektir. PV hücre teknolojisi, ortam koşulları ve gerekli ekipman seçimi gibi PV tabanlı elektrik üretim sistemlerinin çalışmasını ve verimliliğini etkileyen birçok faktör vardır. Bu faktörler arasında PV hücrelerinde sıcaklık artışına bağlı olarak bu sistemlerin enerji verimliliğinin azalmasıdır. Bu

çalışmada PV sistemlerinde meydan gelen sıcaklık artışını engellemek için kullanılacak metotlardan biri olarak buharlaştırmalı soğutmanın etkisi incelenmiştir. Sunulan ayrıntılı genel bakış, fotovoltaik esaslı elektrik üretim sistemlerinin teorisi, tasarımı ve uygulaması üzerinde çalışan kişiler için faydalı olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma kapsamında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'na (BAP) FAP-2019-8610 projesini destekledikleri için teşekkür ederim.

4. KAYNAKLAR

[1] Uçkan, İ. 2006. Van Y.Y.Ü. Kampüsü ve Van Şehir Merkezinin Güneş Enerjisi Potansiyelinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye.

[2] Kabul, A., Duran, F. 2014. Isparta İlinde Fotovoltaik/Termal(PV/T) Hibrit Sistemin Performans Analizi, Süleyman Demirel Üniversitesi International Technologic Science, 6, 31-43.

[3] Rahman, M.M., Hasanuzzaman, M., Rahim, N.A. 2015. Effects of Various Parameters on PV-Module Power and Efficiency, Energy Conversion and Management, 103, 348-358.

[4] Hosseini, R., Hosseini, N., Khorasanizadeh, H. 2011. An Experimental Study of Combining A Photovoltaic System With A Heating System, World Renewable Energy Congress, Linköping, Sweden, 2993-3000.

[5] Srinivas, M., Jayaraj, S. 2013. Energy and Exergy Analysis of A Two Pass Photovoltaic–Thermal (PV/T) Air Heater, International Journal of Energy and Environment, 4, 467-480.

[6] Ibrahım, A., Othman, M.Y., Ruslan, M.H., Mat, S., Zaharım, A., Sopıan, K. 2010. Experimental Studies on Water Based Photovoltaic Thermal Collector(PVT), Selected Topics in System Science and Simulaiıon in Engineering, ISSN: 1792-507X

[7] Mojumder, J-C., Chong, W-T., Ong, H-C., Leong, K-Y., Al Mamoon, A. 2016. An Experimental Investigation on Performance Analysis of Air Type Photovoltaic Thermal Collector System Integrated With Cooling Fins Design, Energy and Buildings, 130, 272-285.

[8] Shahsavar, A., Ameri, M., Gholampour, M. 2012. Energy and Exergy Analysis of a Photovoltaic-Thermal Collector With Natural Air Flow, ASME, 134.

[9] Kalogirou S. Solar energy engineering: processes and systems: chapter 9. Academic Press; 2009. p. 469−517.

[10] Krauter S. Increased electrical yield via waterflowover the front of photovoltaic panels. Solar Energy Materials and Solar Cells 2004;82:13−37.

[11] Shenck NS. Alternative energy systems. U.S. Naval Academy Lecture Readings; 2010.

[12] Alami, A. H. 2014. Effects of Evaporative Cooling on Efficiency of Photovoltaic Modules, Energy Conversion and Management, 77, 668-679.

[13] Ebrahimi, M., Rahimi, M., Rahimi, A. 2015. “An Experimental Study on Using Natural Vaporization for Cooling of A Photovoltaic Solar Cell”, International Communications in Heat and Mass Transfer, 65, 22-30.

DOĞU ANADOLU'NUN GÜNEYİNDEN TOPLANAN FASULYE (*Phaseolus vulgaris* L.) GEN KAYNAKLARININ VERİM ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF YIELD PROPERTIES OF BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) GENE RESOURCES COLLECTED FROM THE SOUTH OF EASTERN ANATOLIA

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ÇİRKA
Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü
Prof. Dr. Vahdettin ÇİFTÇİ
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

ÖZET
Fasulyenin içerdiği protein, vitamin ve mineral maddeler dışında tohumunda bulunan aminoasidin özellikle belli oranlarda mısırla birlikte tüketildiğinde günlük aminoasit dengesini sağlayabileceği belirtilmiştir. Yine tohumunun şeker hastaları için önemli bir diyet kaynağı olduğu, lifli yapısı, içerdiği fenolik bileşikler ile Fe ve Zn gibi mineral maddelerden dolayı kolesterol üzerinde de olumlu etkilerinin olduğu rapor edilmiştir.

Doğu Anadolu Bölgesinin güneyinde yer alan illerden (Bingöl, Bitlis, Elâzığ, Van, Hakkâri, Malatya, Muş, Tunceli) taze tüketime uygun fasulye gen kaynakları toplanarak, verim ve ümitvar hatların belirlenmesi amacıyla 2009 ile 2011 yılları arasında bu çalışma yapılmıştır. Çalışmada bodur taze çeşitler olarak Yalova-5 ve Yalova-17, sırık taze çeşitler olarak 4F-89 ve Helinda Gold standart çeşitleri kontrol gurubu olarak çalışmada kullanılmıştır.

İlk yıl (2010) arazi koşullarında yetiştirilen 414 genotipten 378 genotip çimlenmiştir. Tartılı derecelendirme sonucunda bitkilerin aldığı değerler esas alınarak 420 ve üzeri puan alan 11 sırık ve 14 bodur genotip, ikinci yıl (2011) tekrar arazi koşullarında değerlendirilmeye alınmıştır. Tartılı derecelendirme sonucunda bitkilerin aldığı puanlara göre 420 ve üzeri puan alan 4 sırık ve 2 bodur fasulye hattı çalışmada ümitvar hat olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışma neticesinde ümitvar hatlar ile standart çeşitler arasında farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Çalışma neticesinde seçilen 4 sırık ve 2 bodur çeşit adayları ile çeşit tesciline gidilecek ve ayrıca gerek Doğu Anadolu'da ve gerekse diğer tüm bölgelerimizde taze tüketime uygun yeni çeşitlerin geliştirilmesi sağlanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Sırık taze fasulye, Bodur taze fasulye, Seleksiyon

ABSTRACT
In addition to protein, vitamin and mineral substances contained in the bean, it is stated that the amino acid present in the seed can provide daily amino acid balance, especially when consumed with certain amounts of corn. It is also reported that seed is an important dietary source for diabetics and has positive effects on cholesterol due to its fibrous structure, phenolic compounds and mineral substances such as Fe and Zn.

This study was conducted between 2009 and 2011 in order to determine yield and promising lines of fresh bean gene sources from the provinces located in the south of Eastern Anatolia Region (Bingöl, Bitlis, Elâzığ, Van, Hakkâri, Malatya, Muş, Tunceli). In this study, Yalova-5 and Yalova-17 as stunted fresh varieties, 4F-89 and Helinda Gold standard varieties were used as control group.

In the first year (2010), 378 genotypes germinated from 414 genotypes grown in field conditions. 11 pole and 14 stunted genotypes, which were rated 420 and above based on the values obtained by the plants as a result of the weighed grading, were re-evaluated in the second year (2011) in the field conditions. In the study, 4 pole and 2 dwarf bean lines with 420 and over points were determined as promising lines in the study. As a result of the study, it was found that there are differences between the promising lines and standard varieties. As a result of the study, 4 pole and 2 dwarf varieties candidates will be registered with varieties and new varieties suitable for fresh consumption will be provided both in Eastern Anatolia and all other regions.

Keywords: Pole fresh bean, dwarf fresh bean, selection

GİRİŞ

Güney, Kuzey ve Orta Amerika, Güney Doğu ve Batı Avrupa ile Güney ve Doğu Afrika ve Doğu Asya olmak üzere farklı lokasyonlarda fasulye yetiştiriciliği yapılmaktadır (Adams et al., 1985). Fasulyenin gen merkezi Güney ve Ota Amerika'dır (Kwak and Gepts, 2009).

Orta ve Güney Amerika orjinli olmalarına karşın Phaseolus türleri, Anadolu'ya girdikten sonra bu türlere ait genetik materyaller hemen hemen ülkenin her yerine yayılma göstermişlerdir. Gerek çiftçilerin uyguladığı yapay seleksiyon ve gerekse doğal seleksiyonların etkileriyle zamana bağlı olarak yetiştirildiği bölgeye özgü ve o bölgenin ismiyle isimlendirilen fasulye populasyonları ortaya çıkmıştır (Ergün 2005).

Yemeklik dane baklagiller arasında yer alan taze fasulye, üretim ve ekiliş alanları bakımından dünyada ilk sırada yer almaktadır. Dünya taze fasulye ekim alanı 1.579.971 milyon ha alanda 24.221.252 milyon ton üretim yapılmaktadır. Türkiye 47.269 bin ha alanda 630.347 bin ton taze fasulye üretimi ile dünyada dördüncü sırada yer almaktadır (Anonymous, 2017).

Tane baklagiller arasında yer alan fasulye, dünyada üretim bakımından üçüncü sırada yer almaktadır (Blair ve ark., 2009). Bitkisel kaynaklardan %70 olarak sağlanan proteinin %66'sı tahıllardan, %18'i ise yemeklik dane baklagillerden ve %15.5' ise diğer bitkisel kaynaklardan temin edilmektedir. Fasulye tanelerinde ortalama olarak %18 ile %32'lik arasında protein bulunmaktadır. Potasyum, demir, kalsiyum ve fosfor gibi elementlerin yanı sıra A, B, C ve D vitaminleri bakımından zengin bir içeriğe sahip olan fasulye, gelişmekte olan ülkelerin besin ihtiyaçları düzeylerinin artmasında önemli bir görev üstlenmektedir (Tam, 2008).

MATERYAL VE YÖNTEM

Kademeli olarak yürütülen çalışma, 2009 yılında sekiz ilde dolaşılarak toplanan fasulye genotipleri çiftçiden alınan bilgilere ve tohumların şekillerine göre gruplandırılarak 2010 ile 2011 yılları arasında Van ilinin Gevaş ilçesinde yürütülmüştür.

İlk aşamada çiftçilerden toplanan 414 fasulye genotip, toplandıkları köyler ve bu köylerin bulunduğu rakımlar, çiftçilerin isim ve soy isimleri, yetiştiricilik şekilleri ve genotiplerin yerel isimlerinin olduğu bilgiler kayıt altına alınmıştır. Çalışmada kullanılacak bitkisel materyaller toplandıkları illerin kısaltmaları yapılarak şu şekilde isimlendirilmişlerdir; Malatya (ML), Muş (MŞ), Tunceli (TN), Elazığ (EL), Bingöl (BN), Bitlis (BT), Van (VN), Hakkâri (HK).
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nde çalışmanın yapılacağı arazinin toprak yapısı analiz edilmiştir. Bu analizlere göre; deneme alanının toprak yapısının %26'sı kum, % 64'ü silt ve %10'unun da kil olduğu belirlenmiştir. Bitki besin

elementleri bakımından %0.25 azot, %4.45 ppm fosfor, %0.802 organik madde, 269 µS/cm tuz, %10.5 kireç ve pH'nında 8.4 olduğu rapor edilmiştir.

İlk aşamada sekiz ilden toplanana genotipler, tohumların şekilleri, tohumların renkleri ve çiftçiden alınana bilgiler ışığında gruplandırılmış ve böylece sınıflandırılan tohumlar farklı sıralara ekim işlemi yapılarak çalışma yapılmıştır. Çalışmanın ilk yılında (2010) tohumlar 23 ile 24 Mayıs tarihlerinde yapılırken, hava koşullarının elverişsiz olmasından dolayı ikinci yıl (2011) yürütülen çalışma 02 ile 03 Haziran ayında yapılmıştır. Ekimlerden önce çalışmanın yürütüldüğü deneme alanına 15 kg/da DAP (Diamonyum Fosfat) gübresi uygulanmıştır. Fide gelişiminin ilk safhalarında ve diğer aşamalarda çapalama işlemi 3 defa yapılmıştır. Topraktaki nem varlığına ve havanın sıcaklığına bağlı alarak yetiştiricilik boyunca alana 7 ile 9 kez sulama işlemi uygulanmıştır (Çirka, 2012).

BULGULAR VE TARTIŞMA

2010 ile 2011 yıllarına ait sırık taze fasulye genotiplerinin verim özellikleri

Çizelge 1'de görüldüğü gibi bitki başına bakla sayısı sırık taze fasulye hatlarında ilk yıl ortalama olarak en az 26 adet olarak HK-36 ve en fazla 75.20 ile VN-1 genotiplerine ait olmuştur.

Çizelge 1. 2010 yılında seçilen sırık taze fasulye genotiplerine ait verim özellikleri

Genotip Adı	BBS (adet)	Genotip Adı	BBS (adet)
BT-38	36.00	**HK-31**	36.00
BT-76	32.40	**HK-36**	26.00
BT-124	51.40	**HK-37**	36.60
ML-64	63.30	**MŞ-46**	56.30
VN-1	75.20	**BN-23**	28.00
VN-16	35.20		

BBS: Bitkide Bakla Sayısı

Çizelge 2. 2011 yılında seçilen sırık taze fasulye genotiplerine ait verim özellikleri

Genotip Adı	BBS (adet)	BBTV (gr)	DTV (kg)
BT-38	111.40±22.20	931.40±12.91	3880,83
BT-76	89.00±4.24	407.14±19.09	2035,71
VN-1	46.78±2.28	286.42±15.60	2577,78
BN-23	42.86±1.51	347.55±37.09	2432,86
4F-89	106.33±9.67	568.89±22.00	4189,09
Helinda Gold	44.13±4.15	297.89±29.78	2383,13

BBS: Bitkide Bakla Sayısı, BBTV: Bitki Başına Taze Verim, DTV: Dekara Taze Verim

Çizelge 2'de görüldüğü gibi bitkide bakla sayısı en az 42.86 adet ile BN-23, en fazla 111.40 adet ile BT-38, bitki başına taze verim en az 286.42 gr ile VN-1 en fazla 931.40 gr ile BT-38 ve dekara taze verim ise en az 2035.71 kg ile BT-76 genotipinde en fazla 3880,83 kg ile BT-38 çeşidinde tespit edilmiştir. Balkaya (1999)'un Karadeniz bölgesinde yürüttüğü bir çalışmada, bodur formlarda bitki başına bakla sayısının 8 adet ile 27 adet arasında ve sırık formlarda ise bakla sayısının 8 adet ile 54 adet arasında değiştiğini bildirmiştir.

2010 ile 2011 yıllarına ait bodur taze fasulye genotiplerinin verim özellikleri

Çizelge 3'deki değerlere bakıldığında bitki başına düşen bakla sayısı en az 20.80 adet ML-5 ve en fazla 50 adet ile ML-58 genotipinde görülmüştür. Çizelge 4'de ise bitki başına düşen bakla sayısı en az 28.86 adet Yalova-17 çeşidinde ve en fazla 52.78 adet ML-20 genotipinde, bitki başına taze verim en az

273.91 gr ile HK-8 en fazla 334.15 gr ile Yalova-17 çeşidinde ve dekara taze verim ise en az 2339.05 gr ile Yalova-17 en fazla 4002.96 kg ile ML-20 genotipinde tespit edilmiştir. Seymen ve ark. (2010) yılında yürüttükleri bir çalışmada bitki başına düşen bakla sayısı ile bitki başına düşen verim ve dekardan elde edilen verim arasında artan değerlerle değişebildiği belirlenmiş ve en az bakla 13.5 adet/bitki ile Bourgondia, en fazla bakla ise 33.4 adet/bitki ile Sarıkız çeşidinde tespit edilmiştir.

Çizelge 3. 2010 yılında seçilen bodur taze fasulye genotiplerine ait verim özellikleri

Genotip Adı	BBS (adet)	Genotip Adı	BBS (adet)
BT-68	26.60	**HK-8**	31.80
BT-69	40.40	**HK-18**	21.40
ML-1	26.60	**HK-33**	23.20
ML-5	20.80	**MŞ-9**	26.80
ML-20	33.30	**MŞ-17**	24.40
ML-58	50.00	**BN-58**	31.80
ML-60	24.70	**EL-15**	25.60

BBS: Bitkide Bakla Sayısı

Çizelge 4. 2011 yılında seçilen bodur taze fasulye genotiplerine ait verim özellikleri

Genotip Adı	BBS (adet)	BBTV (gr)	DTV (kg)
ML-20	52.78±5.11	300.22±10.45	4002.96
HK-8	49.22±4.09	273.91±18.45	2665.19
Yalova-17	28.86±7.88	334.15±14.74	2339.05

BBS: Bitkide Bakla Sayısı, BBTV: Bitki Başına Taze Verim, DTV: Dekara Taze Verim

Konya koşullarında bazı bodur taze fasulye çeşitlerinin verim özelliklerini araştıran Seymen ve ark. (2010), en yüksek verimin Sarıkız çeşidinde 1551 kg/da ve en düşük verimin ise Bourgondia çeşidinde 605 kg/da olduğunu rapor etmişlerdir. Madakbaş ve ark.(2004) tarafından Çarşamba Ovası'nda bodur taze fasulyede yürütülen çalışmada, 2278-1112 kg/da verim elde edilirken, Kar ve ark. (2005)'in Samsun ilinde ilk turfanda olarak bodur çeşitler üzerinde yürüttükleri çalışmada en yüksek verimin 2104 kg/da olarak tespit etmişlerdir.

SONUÇ

Ülkemizin çeşitli yerlerinde yetiştiriciliği yapılan taze fasulye üretiminin yapıldığı Doğu Anadolu Bölgesi'nin Güneyinden fasulye gen kaynakları toplanmıştır. Toplanan fasulye gen kaynakları bakla özellikleri bakılarak yapılan ölçümler teksel seleksiyon yöntemine tabi tutularak 420 puan ve üzeri alan 6 ümitvar hat tespit edilmiştir. Tartılı derecelendirmede 420 puandan daha az değer alan diğer hatlar, bakla ve bakla özellikleri kayıt altına alınarak Menemen Gen Bankasına gönderilmiştir. Taze fasulye olarak seçilen ümitvar yeni hatlar melezleme çalışmalarında ve ayrıca kombinasyon yolu ıslahı ile yeni çeşitlerin geliştirilmesinde genetik kaynak bakımından yeni bir olanak sağlayacaktır. Ayrıca çalışma neticesinde seçilen taze fasulye hatlarının bakla özelliklerinin değerlendirilmesi ve bu açıdan dondurulmuş gıda ya da konserve olarak tüketiminin belirlenmesi fasulyenin kullanım alanlarının genişletilmesinde faydalı olacaktır.

TEŞEKKÜR

Maddi katkılarından dolay Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Başkanlığı'na teşekkürlerimi sunarım. Birinci yazara ait olan bu makale, "Doğu Anadolu'nun Güneyinde Taze Tüketime Uygun Gen Kaynaklarının Toplanması ve Değerlendirilmesi" adlı doktora tezinden alınmıştır.

KAYNAKLAR

1. Anonim (2009). Protocol for distinctness, uniformity and stability tests, Phaseolus vulgaris L., Community Plant Variety Office.
2. Anonymous, 2017. http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize (Erişim tarihi: (21.12.2019).
3. Balkaya, A., 1999, Karadeniz bölgesindeki taze fasulye (Phaseolus vulgaris L.) gen kaynaklarının toplanması, fenolojik ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi ve taze tüketime uygun tiplerin teksel seleksiyon yöntemi ile seçimi üzerinde araştırmalar. (Doktora Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Samsun.
4. Blair, M. W., Diaz, L. M., Buendia, H. F., Duque, M. C., 2009. Genetic diversity, seed size associationsand population structure of a core collection of common beans (Phaseolus vulgaris L.).Theor. Appl. Genet.,119:955-972.
5. Ergün, A., 2005, Samsun ilindeki barbunya fasulye gen kaynaklarının karakterizasyonu ve morfolojik varyabilitesinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, OMÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
6 Çirka M, 2012. Doğu Anadolu'nun Güneyinde Yetiştirilen Taze Fasulye (*Phaseolus Vulgaris* L.) Gen Kaynaklarının Toplanması Ve Değerlendirilmesi. Yüzüncü yıl Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü (basılmış) Doktora Tezi.
7. Kar, H., Balkaya, A., Apaydın, A. 2005. Samsun Ekolojik Koşullarında İlk Turfanda Taze Fasulye Yetiştiriciliğinde Bazı Çeşitlerin Performanslarının Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 22 (1), 1-7.
8. Madakbaş, S.Y., Özçelik, H., Ergin, M. 2006. Çarşamba Ovası'nda Bodur Taze Fasulye Popülasyonlarından Belirlenmiş Olan Hatlar Arasındaki Farklılıkların Belirlenmesi. HR. Ü. Z.F Dergisi. 10 (3/4): 71-77.
9. Seymen, M., Türkmen, Ö., ve Paksoy, M. (2010). Bazı bodur taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinin Konya koşullarında verim ve bazı kalite unsurlarının belirlenmesi. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, *24*(3), 37-40.
10 Tam, A., 2008. Van Koşullarında Farklı Ekim Zamanı Uygulamalarının Fasulye de Verim ve Verim Öğelerine Etkisi Üzerine Bir Araştırma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yüksek Lisans Tezi 2008. Van.

ATIK SULARDAN GÜRGEN TALAŞI ÜZERİNE Cr (VI) ADSORPSİYONU

ADSORPTION OF Cr(VI) FROM WASTE WATER ONTO HORNBEAM SAWDUST

Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem ÖTER
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü

Doç. Dr. Özlem SELÇUK ZORER
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü

ÖZET

Zehirli metal iyonlarının atık sulardan uzaklaştırılması önemli ve yaygın olarak incelenen bir araştırma alanıdır. Atık su arıtımında ana odak noktası olan ağır metallerden biri kromdur. Heksavalent kromun neden olduğu toksisite yüksektir ve bu nedenle de bu kirleticiyi boşaltma seviyesinde düzenlemeye öncelik verilir. Tabaklama, galvanik, boya, tekstil endüstrisi vb. endüstriyel atıklar maksimum kirletici seviyesinin üzerinde krom türlerini içermektedir. Hem üç değerli hem de altı değerli krom biçimlerinin endüstriyel atık sularda mevcut olmasına rağmen, altı değerli formun kanserojen özellikleri nedeniyle daha tehlikeli olduğu düşünülmüştür. Adsorpsiyon yöntemi, toksik ağır metallerin atık sulardan uzaklaştırılmasında düşük maliyetli, etkin ve verimli bir teknik olarak kullanılmaktadır. Araştırmacılar, bitkisel atıklar gibi pahalı olmayan adsorbanlara yönelmişlerdir ve çay atığı, talaş, yağlanmış kahve çekirdekleri, ağaç eğreltisi, kitosan, zeytinyağı atığı, portakal suyu atığı, portakal kabukları, algler, kurutulmuş bitkiler ve zeytin taşı atıkları gibi maddeleri adsorban olarak kullanmışlardır. Bu çalışmada; ahşap işleme endüstrisinde atık bir ürün olan gürgen talaşının adsorban olarak kullanılmasıyla atık sulardan kromun uzaklaştırılması amaçlanmıştır.

Batch (kesikli) yöntemi ile temas süresi, pH, adsorban dozu ve kromun başlangıç konsantrasyonu parametrelerinin adsorpsiyon üzerindeki etkileri araştırıldı. Gürgen talaşının adsorban olarak kullanıldığı bu parametre çalışmalarında optimum koşullar; temas süresi 120 dk, pH 2.0, adsorban dozu 100 mg ve başlangıç krom konsantrasyonu ise 50 mg/L olarak belirlenmiştir. Langmuir, Freundlich, Temkin ve Dubinin-Radushkevich adsorpsiyon izoterm modellerinin adsorpsiyon işlemine uygunluğu incelendi ve Freundlich izoterminin en iyi korelasyonu sağlayarak en uygun izoterm modeli olduğu belirlendi. Pseudo birinci derece kinetik modeli, pseudo ikinci derece kinetik modeli ve partikül içi difüzyon modelinin incelendiği adsorpsiyon çalışmalarda; yüksek korelasyon katsayısına sahip olması ve hesaplanan q_e değerinin deneysel q_e değerine daha yakın olmasından dolayı adsorpsiyon sürecinin pseudo ikinci derece kinetik modeline uygunluk gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Elde edilen veriler sonucunda, gürgen talaşının kromun atık sulardan adsorpsiyonu için ucuz, kullanışlı ve etkili bir adsorban olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Adsorpsiyon, Gürgen talaşı, İzoterm, Kinetik. Krom.

ABSTRACT

Removal of toxic metal ions from wastewater is an important and widely studied area of research. One of the main focal points of waste water treatment is chromium. The toxicity caused by hexavalent chromium is high and therefore priority is given to regulating this pollutant at the discharge level. Tanning, electroplating, paint, textile industry and so on. Industrial wastes contain chromium species above the maximum pollutant level. Although both trivalent and hexavalent chromium forms are present in industrial wastewater, the hexavalent form is considered to be more dangerous because of its carcinogenic properties. The adsorption method is used as a cost effective, efficient and effective technique for the removal of radionuclides and toxic heavy metals from waste water. Researchers have turned to inexpensive adsorbents such as vegetable wastes. They used substances such as tea waste, sawdust, greased coffee beans, tree ferns, chitosan, olive oil waste, orange juice waste, orange peels, algae, dried plants and olive stone wastes as adsorbents. In this study; It is aimed to remove chromium from waste water by using hornbeam sawdust as a adsorbent which is a waste product in wood processing industry.

The effects of parameters such as contact time, pH, adsorbent dose and initial concentration of chromium on adsorption were investigated by batch method. Optimum conditions in this parameter studies where hornbeam sawdust is used as adsorbent; contact time was 120 min, pH 2.0, adsorbent dose was 100 mg and initial chromium concentration was 50 mg/L. The suitability of Langmuir, Freundlich, Temkin and Dubinin-Radushkevich adsorption isotherm models for adsorption was investigated. Freundlich isotherm was found to be the most suitable isotherm model by providing the best correlation. Pseudo first order kinetic model, pseudo second order kinetic model and intra-particle diffusion model were examined in adsorption studies; It has been concluded that the adsorption process conforms to the pseudo second order kinetic model because it has a high correlation coefficient and the calculated qe value is closer to the experimental qe value.

The results show that hornbeam sawdust can be considered as an inexpensive, convenient and effective adsorbent for the adsorption of chromium from waste water.

Keywords: Adsorption, Hornbeam sawdust, Isotherm, Kinetic Chromium.

1.GİRİŞ

Ağır metal iyonlarının neden olduğu çevre kirliliği problemi, genel olarak çevresel bir sorun olarak kabul edilir, çünkü etkiler ve zararlar yalnızca ülkelerin menşeini etkilemez, aynı zamanda ulusal sınırlarının ötesine geçer ve küresel bir ölçeğe ulaşabilir. Ağır metal iyonları arasında Cr(VI) çok zehirlidir, halk sağlığını ve çevreyi tehlikeye atar. Güçlü bir kanserojen madde olarak kabul edilmiştir. Krom ve bileşiklerinin modern endüstride geniş kullanımı sonucunda oluşan atıklar maksimum kirlenme düzeyinin üzerinde krom içermektedir. Krom kaplama, deri tabaklama, ahşap koruyucu üretimi, paslanmaz çelik üretimi, yapay gübre üretimi, tekstil ve pigment endüstrileri, bakır işleme, ateşe dayanıklı tuğla üretimi, cam endüstrisi ve fotoğrafçılık gibi endüstrilerden açığa çıkan atık sularda bulunabilmektedir [1]. Krom en yaygın olarak iki oksidasyon durumunda, Cr (III) ve Cr (VI) 'de bulunur ve diğer tüm oksidasyon durumları havalandırılmış sulu ortamda stabil değildir. Cr(VI)' nın çevreye verilmesi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Ağız yoluyla temasta bulantı, ishal, karaciğer ve böbrek hasarları iç kanama problemleri ortaya çıkmaktadır. Cr(VI) solumak zehirlenmeye, solunum hassasiyetine ve yetmezliğine neden olmaktadır [2]. Heksavalent krom için eşik değeri 0,1 mg/1'dir [3]. Bu nedenle, bu iyonun sudan ve atık sudan uzaklaştırılması zorunlu olarak kabul edilir ve atık suların arıtımı ile ilgili farklı yöntemler geliştirilmiştir. Atık sulardan krom uzaklaştırmada kimyasal çöktürme, iyon değişimi, ters osmoz, adsorpsiyon gibi birçok arıtım yöntemi

kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden adsorpsiyon krom uzaklaştırmak için etkili bir yöntem olarak görülmektedir. Sadelik, güvenirlik, seçici, kullanımı kolay, yüksek kapasiteli, çevre güvenliği vb. özelliklerinden dolayı katı sorbentler en etkin ve pozitif teknik olarak kabul edilir.

Bu çalışmanın amacı, gürgen talaşının adsorban olarak kullanarak atık sulardan Cr(VI) iyonlarının maksimum adsorpsiyonu için optimum parametreleri saptamak ve elde edilen verileri kullanarak adsorpsiyon kinetiğini ve izoterm modellerini değerlendirmektir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. KİMYASALLAR VE CİHAZLAR

Kullanılan gürgen talaşı marangozdan temin edilmiştir. $K_2Cr_2O_t$ tuzu, 1,5-Difenilkarbazit, Fosforik asit (H_3PO_4), Hidroklorik asit (HCl) ve Sodyum hidroksit (NaOH) analitik saflıkta olup Merck firmasından temin edilmiştir. Potasyum dikromat tuzunun stok çözeltisi hazırlandı (1000 mg/L) ve istenilen konsantrasyonlara seyreltilerek kullanıldı.
Deneylerde, WiseStir çoklu mekanik karıştırıcılı ısıtıcı, NÜVE FN 400 etüv, Thermo Scientific ultra saf su cihazı, 620 Lab pH Meter pH metre, Optizen POP UV spektrofotometre kullanılmıştır.

2.2. ADSORPSİYON ÇALIŞMALARI

Gürgen talaşı üzerine Cr(VI) adsorpsiyonu çalışmaları kesikli yöntem uygulanarak, çoklu manyetik karıştırıcılı ısıtıcıda gerçekleştirildi. Farklı konsantrasyon ve pH'lardaki uranyum değişen sürelerde farklı sıcaklıklarda adsorban ile temas ettirildi. pH ayarlamaları için çalışmalarda HCl ile NaOH çözeltileri kullanıldı. Adsorplama işlemi sonunda adsorban ile Cr(VI) çözeltileri filtre kağıdı ile süzülerek ayrıldı. Çözeltide kalan Cr(VI) çözeltilerinin UV-Spektrofotometre ile absorbansının ölçülebilmesi için 1 ml Cr(VI) çözeltisine 1 ml 1,5-Difenilkarbazit ve 1 ml % 70'lik Fosforik asit eklenerek 100 ml ye tamamlandıktan sonra 540 nm' de absorbansları okundu.

Gürgen talaşının, t zamanında (q_t, mg/g) ve dengede (q_e, mg/g) adsorpsiyon kapasitesi, krom giderme verimi (% A), aşağıdaki denklemlerden hesaplandı:

$$q_t = \frac{(C_0 - C_t)}{m} \text{ x } V \quad (1)$$

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)}{m} \text{ x } V \quad (2)$$

$$A(\%) = \frac{(C_0 - C_t)}{C_0} \text{ x } 100 \quad (3)$$

Eşitliklerde; q_t ve q_e'nin sırasıyla t ve dengede adsorpsiyon kapasitesi (mg g^{-1}) olduğu; C_0, C_e ve C_t, sırasıyla t zamanında ilk konsantrasyon, krom iyonlarının denge konsantrasyonu (mg L^{-1}) ve sıvı faz konsantrasyonu; m, adsorban (g) 'nin miktarı; çözeltinin hacmi (L) ve A(%), adsorpsiyon yüzdesidir [4].

Gürgen talaşı kullanılarak, sulu çözeltilerden Cr(VI) iyonlarının adsorpsiyonu kesikli (batch) yöntemle çalışılmıştır. Adsorpsiyon üzerine etki eden dört farklı parametre incelenmiştir. Bu parametreler; temas süresi, adsorban dozu, pH ve başlangıç konsantrasyonu etkisidir.

2.2.1. Adsorpsiyon Kinetiği

Cr(VI) adsorpsiyonunun kinetiği Pseudo birinci dereceden kinetik modeli, Pseudo ikinci dereceden kinetik modeli ve Partikül içi difüzyon modeli ile aşağıdaki eşitliklere göre araştırılmıştır.

$$\ln (q_e - q_t) = \ln q_e - k_1.t \quad (4)$$

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2\, q_e^2} + \frac{1}{q_e}.t \quad (5)$$

$$q_t = K_{id}.\ t^{1/2} + I \quad (6)$$

Burada; q_t ve q_e, adsorpsiyon kapasitesi ve dengede adsorbe edilen Cr(VI) miktarıdır (mg g^{-1}), k_1 (1/dk) ve k_2 (g/mg.dk), sırasıyla pseudo birinci derece ve pseudo ikinci derece kinetik modelinin oran sabiti, K_{id} partikül içi difüzyon hızı sabitidir (mg/g.dak$^{1/2}$). I'in değeri, sınır tabakasının kalınlığı hakkında bir fikir verir, diğer bir deyişle, kesişim derecesi ne kadar büyük olursa sınır tabakası etkisi o kadar büyük olur [5].

2.2.2. Adsorpsiyon İzotermleri

Denge verileri, en uygun izotermi elde etmek için Langmuir izotermi, Freundlich izotermi, Temkin izotermi ve Dubinin-Radushkevich izotermi modelleri yardımıyla incelenmiştir. Bunlar, katı-sıvı adsorpsiyon sistemini karakterize etmek için kullanılan en yaygın izotermlerdir.

Langmuir izotermi, sınırlı sayıda adsorpsiyon bölgesi içeren tek tip bir yüzey üzerinde tek katmanlı bir adsorpsiyonu tarif eder. Bir bölge dolduğunda, o bölgede başka bir adsorpsiyon işlemi gerçekleşmez. Langmuir adsorpsiyon izoterminin denklemleri şu şekildedir [6]:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_{max}\, b} + \frac{1}{q_{max}} C_e \quad (7)$$

$$R_L = \frac{1}{1+bC_0} \quad (8)$$

Eşitlikte, q_e (mg/g) adsorban üzerine adsorbe edilen metal iyonlarının miktarıdır, C_e (mg/L) çözeltide uranyum denge konsantrasyonu, b (L/mg) ve q_{max} (mg/g) Langmuir sırasıyla adsorpsiyon enerjisi ve adsorpsiyon kapasitesiyle ilgili sabitler. Boyutsuz ayırma faktörü olan R_L, sorbat ve sorbent arasındaki afiniteyi tahmin etmek için kullanılabilir. R_L değeri, emilim işlemini şu şekilde açıklar: $R_L>1$, olumsuz; $R_L=1$, doğrusal; $0<R_L<1$, uygun ve $R_L=0$, geri döndürülemez [7].

Freundlich izotermi, heterojen yüzeyler ve çok katmanlı adsorpsiyon için uygulanır; aşağıdaki denklemle ifade edilir [8]:

$$\ln q_e = \ln K_F + (1/n) \ln C_e \quad (9)$$

Burada; n ve K_F, sırasıyla adsorpsiyon yoğunluğu ve adsorpsiyon kapasitesi ile ilgili Freundlich sabitleridir.

Dubinin-Radushkevich (D-R) izoterm modeli, sorpsiyon eğrilerinin özelliklerinin sorbentin gözenekli yapısı ile ilgili olduğu varsayımına dayanmaktadır [9]. Model denklemleri aşağıdaki gibidir:

$$\ln q_e = \ln q_o - \beta\varepsilon^2 \quad (10)$$

$$\varepsilon = RT \ln (1+(1/C_e) \quad (11)$$

Burada ε Polanyi potansiyeli, R (8.314 J/mol.K) gaz sabiti, T (K) sıcaklık, Ce (mol/L) denge derişimi, q_o (mol/g) maksimum emilimdir DR modeline göre kapasite ve β (mol/J^2), sorpsiyon enerjisine bağlı sabittir. Ortalama soğurma enerjisi (E, J/mol) aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$E = \frac{1}{\sqrt{2\beta}} \quad (12)$$

E değeri, adsorpsiyon işleminin fiziksel mi yoksa kimyasal mı olduğu hakkında bir fikir verebilir. Temkin izotermi, tabakadaki tüm sorbatların sorpsiyon ısısının, sorbent-sorbat etkileşimlerinden dolayı kapsama ile doğrusal olarak azaldığını ve ayrıca sorpsiyon işleminin, bir miktar bağlanma enerjisinin bir miktar maksimum bağlanma enerjisine kadar düzgün bir şekilde dağılmasıyla karakterize olduğunu varsayar. Bu model aşağıdaki denklemle ifade edilir [10].

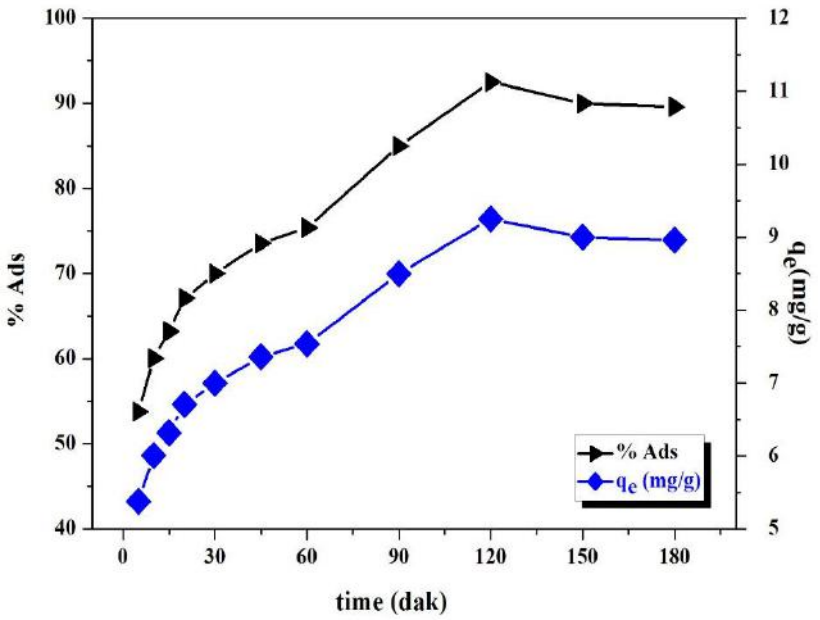
$$q_e = B \ln (K_T) + B \ln (C_e) \quad (13)$$

Buradaki; K_T (L/g), maksimum bağlama enerjisine karşılık gelen denge bağlanma sabitidir ve B sabiti, emilim ısısı ile ilgilidir (B=RT/b).

3. BULGULAR

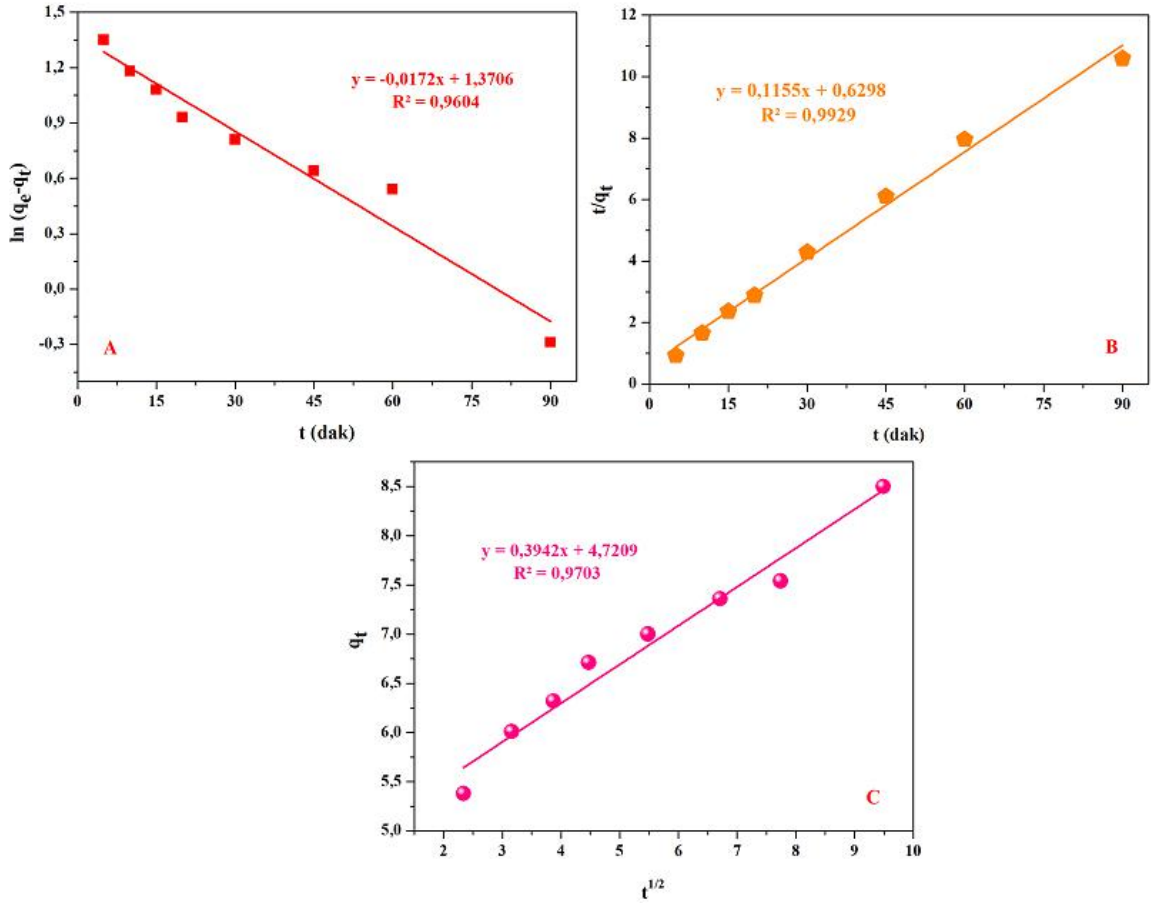
3.1. TEMAS SÜRESİ ETKİSİ VE KİNETİK ÇALIŞMALAR

Temas süresinin Cr(VI) adsorpsiyon kapasitesi üzerindeki etkisi bir dizi temas süresi kullanılarak incelenmiştir (10 mL'lik 100 mg/L krom çözeltileri, 0,1 g gürgen talaşı, pH 3.0, 25 °C, 720 rpm). Sonuçlar Şekil 1'de gösterilmektedir. Optimum temas süresi 120 dakika olarak bulunmuş ve bu değer diğer parametre çalışmalarında kullanılmıştır.



Şekil 1. Temas Süresinin Cr(VI) Adsorpsiyonu Üzerine Etkisi.

Cr(VI) adsorpsiyonunun kinetiği Pseudo birinci dereceden kinetik modeli (Şekil 2a), Pseudo ikinci dereceden kinetik modeli (Şekil 2b) ve Partikül içi difüzyon (Şekil 2c) modeli ile aşağıdaki eşitliklere göre araştırılmış ve hesaplanan parametreler Tablo 1'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Cr(VI) adsorpsiyonu için (a) Pseudo Birinci Derece (b) Pseudo İkinci Derece Adsorpsiyon (c) Partikül İçi Difüzyon Kinetiği.

Tablo 1. Adsorpsiyon Kinetik Parametreleri

	Pseudo birinci derece			**Pseudo ikinci derece**			***Deneysel***
	k_1 *(dak^{-1})*	q_{e1} *(mg/g)*	R_1^2	k_2 *(gmg^{-1}dak^{-1})*	q_{e2} *(mg/g)*	R_2^2	q_{exp} *(mg/g)*
Cr(IV)	0.017	3.94	0.9604	0.021	8.66	0.9929	9.25

Partikül içi Difüzyon

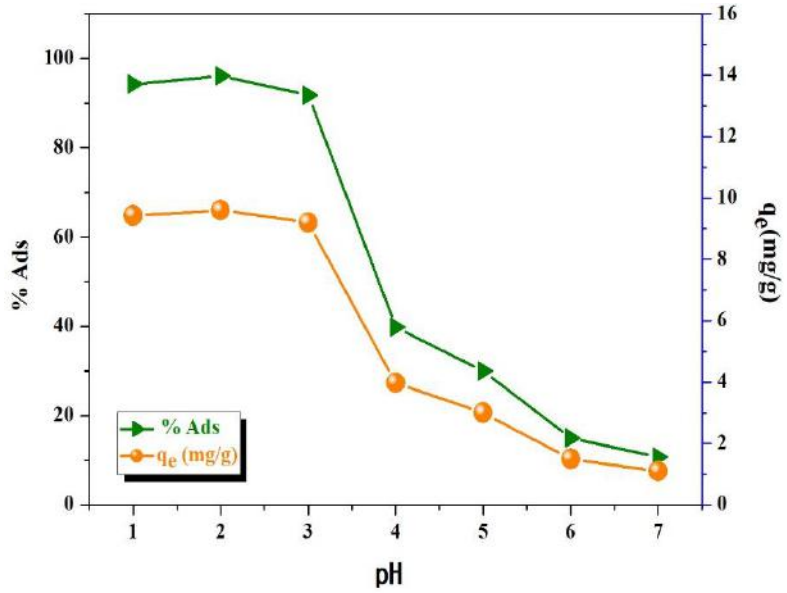
	I	R^2	K_{id} *(mg/g.dk$^{1/2}$)*
Cr(IV)	4.72	0.9703	0.39

Tablo 1, kinetik modellerin korelasyon katsayılarını ve denklemlerden hesaplanan q_e değerlerini göstermektedir. Bu sonuca göre, pseudo ikinci dereceden kinetik modelin adsorpsiyon çalışmaları için daha uygun olduğu, çünkü korelasyon katsayısının daha yüksek olduğu (0.9929) ve hesaplanan q_e değerinin (8.66) deneysel q_{exp} değerine (9.25) daha yakın olduğu görülmüştür.

3.2. pH ETKİSİ

Adsorpsiyon deneyleri için en önemli parametreler pH etkileri incelenmiştir. pH'ın adsorpsiyon üzerindeki etkisi, bir dizi pH değeri çalışılarak belirlenmiştir (10 mL'lik 100 mg/L krom çözeltileri,

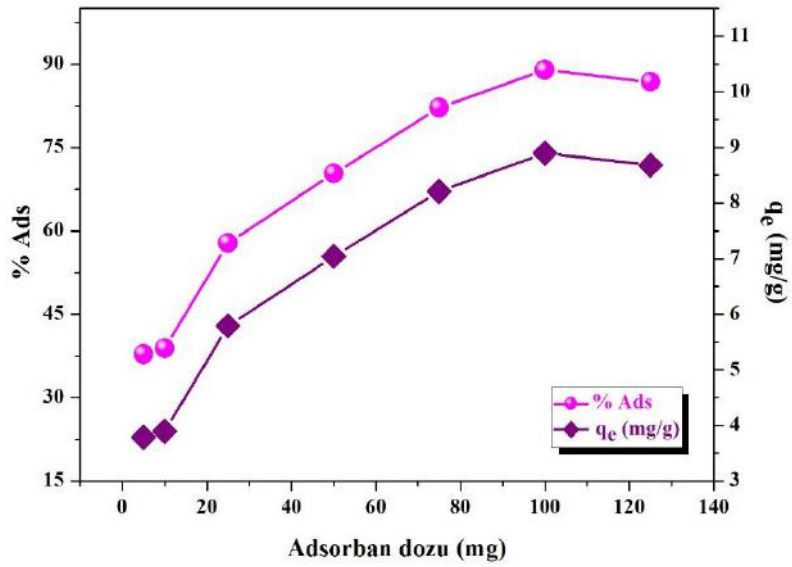
100 mg gürgen talaşı, 120 dak, 25°C, 720 rpm). Sonuçlar Şekil 1'de gösterilmiş ve optimum pH değeri 2.0 olarak bulunmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. pH'nın Cr(VI) Adsorpsiyonu Üzerine Etkisi.

3.3. ADSORBAN DOZU ETKİSİ

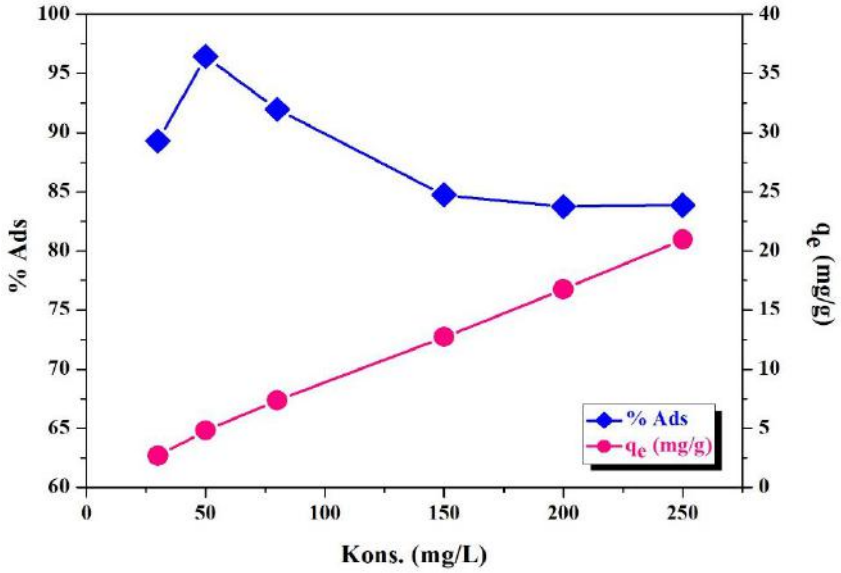
Adsorban dozunun krom adsorpsiyonu kapasitesi üzerindeki etkisi, farklı dozlarda adsorbanlar kullanılarak incelenmiştir. (pH 2.0, 25°C, 120 dak, 10 mL'lik 100 mg/L krom çözeltileri, 720 rpm). Optimum başlangıç konsantrasyonu 100 mg olarak bulunmuştur. Sonuçlar Şekil 4'te gösterilmektedir.



Şekil 4. Adsorban Dozunun Cr(VI) Adsorpsiyonu Üzerine Etkisi.

3.4. BAŞLANGIÇ KONSANTRASYONU ETKİSİ VE İZOTERM ÇALIŞMALARI

Krom iyonlarının başlangıç konsantrasyonunun adsorpsiyon kapasitesi üzerindeki etkisi, farklı başlangıç iyon konsantrasyonları kullanılarak incelenmiştir. (pH 2.0, 100 mg gürgen talaşı, 120 dak, 25°C, 720 rpm). Optimum başlangıç konsantrasyonu 50 mg/L olarak bulunmuştur ve grafik Şekil 5'te verilmektedir.



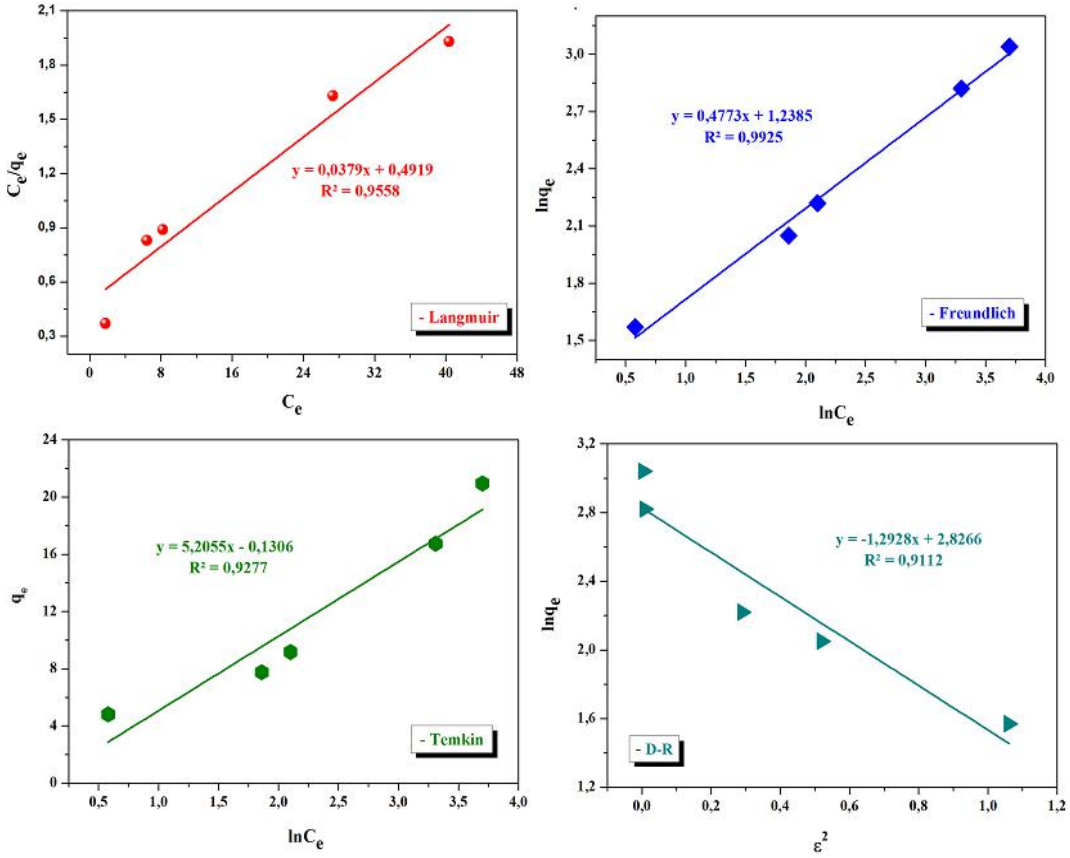
Şekil 5. Başlangıç Konsantrasyonunun Cr(VI) Adsorpsiyonu Üzerine Etkisi.

Denge verileri, en uygun izotermi elde etmek için Langmuir izotermi, Freundlich izotermi, Temkin izotermi ve Dubinin-Radushkevich izotermi modelleri ile incelenmiş (Şekil 6) ve hesaplanan parametreler Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Adsorpsiyon İzoterm Parametreleri

	Langmuir				**Freundlich**		
	q_{max} (mg/g)	R_L	b(L/mg)	R^2	K_f (mg/g)	n	R^2
Cr(IV)	26.38	0.2	0.08	0.9558	3.45	2.1	0.9925
	Dubinin-Radushkevich				**Temkin**		
	q_m (mg/g)	β (mol^2kJ^{-2})	E(kJ/mol)	R^2	K_T (L/g)	B(J/mol)	R^2
Cr(IV)	16.89	1.29	0.62	0.9112	0.98	5.21	0.9277

Langmuir, Freundlich, Temkin ve Dubinin-Radushkevich izoterm parametreleri ile korelasyon katsayıları Tablo 2'de verilmiştir. Korelasyon katsayıları karşılaştırıldığında, Freundlich modelinin daha yüksek korelasyona sahip olduğu için (0.9925) diğer izoterm modellerine göre daha uygun olduğu görülmüştür. Ayrıca Freundlich parametrelerinden adsorpsiyon yoğunluğunun bir ifadesi olan n değerinin $1<n<10$ aralığında olması adsorpsiyon prosesinin uygulanabilir olduğunu göstermektedir. Langmuir izotermi için R_L değeri, 0.2 olarak hesaplanmıştır ($0<R_L<1$). Bu değer atık sulardan kromun giderilmesi için gürgen talaşının uygun bir adsorban olduğunu gösterir. Tablo 2'de, Dubinin-Radushkevich izoterminin E değeri 0.62 kj/mol olarak belirlenmiştir. Bu yüzden krom adsorpsiyonunun fiziksel adsorpsiyonla gerçekleştiği düşünülmektedir.



Şekil 6. Cr(VI) adsorpsiyonu için izoterm grafikleri.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Krom iyonlarının atık sulardan gürgen talaşı üzerine adsorpsiyonu için yapılan deneyler sonucunda; optimum temas süresi (120 dak), pH (2.0), adsorban dozu (100 mg) ve kromun başlangıç iyon konsantrasyonu (50 mg/L) değeri belirlenmiştir. Elde edilen veriler kullanılarak adsorpsiyon prosesinin kinetik modellere ve izoterm modellerine uyumluluğu araştırılmıştır.

Pseudo birinci derece kinetik model, pseudo ikinci derece kinetik model ve Partikül içi difüzyon modelleri uranyum adsorpsiyon işlemleri için değerlendirildi. En uygun kinetik model, pseudo ikinci derece kinetik model olarak bulundu. Langmuir, Freundlich, Temkin ve Dubinin-Radushkevich izotermal modelleri adsorpsiyon işlemlerine uygunlukları açısından incelendi. Adsorpsiyon izotermleri denge verilerinin çalışılan konsantrasyon aralığında Freundlich modeline oldukça uygun olduğu bulunmuştur. Buna göre, krom iyonları adsorban yüzeyinde heterojen olarak dağılan fonksiyonel gruplara ve bağlayıcı bölgelere, çok katmanlı olarak tutunmaktadır. Ayrıca Dubinin-Radushkevich izoterm modelinde hesaplanan E değeri E<8 kJ/mol olduğundan, krom iyonlarının gürgen talaşı üzerine adsorpsiyonunun, fiziksel adsorpsiyon şeklinde gerçekleştiği ve bundan dolayı adsorban ile krom iyonları arasında zayıf Van der Waals çekim kuvvetlerinin bulunduğu söylenebilir.

Sonuçlar, gürgen talaşının, kromun atık sulardan giderilmesi için ucuz, etkili ve kolay kullanılan bir adsorban olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

KAYNAKÇA

[1] Heike B. Bradl. 2005. *Heavy Metals in the Environment: Origin, Interaction and Remediation,* Elsevier/Academic Press, London,

[2] Mohan D., Charles U. Pittman Jr., 2006. Activated carbons and low cost adsorbents for remediation of tri- and hexavalent chromium from water, *Journal of Hazardous Materials B,* 137: 762–811.

[3] Ansari, R., Khoshbakht Fahim, N., 2007. Application of polypyrrole coated on wood sawdust for removal of Cr(VI) ion from aqueous solutions. *Reactive & Functional Polymers.* 67: 367-374.

[4] Öter, Ç., Zorer Selçuk, Ö., 2019. Uranil iyonlarının sulu çözeltilerden amidoksimatlı poli[N-(3,4-disiyanofenil) akrilamid]üzerine adsorpsiyonu. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi.* 17: 137-144.

[5] Chen, M., Li, Z., Geng, Y., Zhao, H., He, S., Li, Q., 2018. 'Adsorption behavior of thorium on N,N,N′,N′-tetraoctyldiglycolamid (TODGA) impregnated graphene aerogel'. *Talanta,* 181: 311-317.

[6] Kong, L., Zhu Y., Wang M., Li Z., 2016. 'Simultaneous reduction and adsorption for immobilization ofuranium from aqueous solution by nano-flake'. *Journal of Hazardous Materials.* 320: 435-441.

[7] Bulut, A., Yuşan, S., Aytas S., Sert, S., 2018. 'The use of sea shell (Donax trunculus) powder to remove Sr(II) ions from aqueous solutions'. *Water Science & Technology*. 78: 87-96.

[8] El-Maghrabi, H., Abdelmaged S.M., Nada, A.A., Zahran, F., El-Wahab S.A., Yahea D., Hussein, G.M., Atrees M.S., 2017. 'Magnetic graphene based nanocomposite for uranium scavenging'. *Journal of Hazardous Materials*. 322: 370-379.

[9] Rahman-Sani, A., Bandegharaei, A.H., Hosseini, S.H., Kharghani, K., Zarei, H., Rastegar, A., 2015. 'Kinetic, equilibrium and thermodynamic studies on sorption of uranium and thorium from aqueous solutions by a selective impregnated resin containing carminic acid'. *Journal of Hazardous Material.* 286: 152-163.

[10] Kaynar, Ü.H., Şabikoğlu I., Kaynar SÇ., EraL M., 2016. 'Modeling of thorium (IV) ions adsorption onto a novel adsorbent material silicon dioxide nano-balls using response surface methodology'. *Applied Radiation and Isotopes*. 115: 280-288.

Salmo trutta macrostigma ile *Oncorhynchus mykiss* BALIKLARININ KARACİĞER VE BEYİN DOKULARINDA ACHE VE BCHE DÜZEYLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

COMPARISON OF ACHE AND BCHE LEVELS OF LIVER AND BRAIN TISSUES OF ***Salmo trutta macrostigma*** WITH ***Oncorhynchus mykiss***

Doç. Dr. Aslı ÇİLİNGİR YELTEKİN
Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya/Biyokimya Anabilim Dalı

ÖZET

Enzimler, çoğunluğu protein yapısında olan ve canlılardaki biyokimyasal tepkimeleri gerçekleştiren biyokatalizörlerdir. Enzimler reaksiyonların hızlarını artırmalarına ilaveten hücrelerde metabolik yolaklar için önemli birçok reaksiyonun hızını düzenlerler. Merkezi kolinerjik sistemde, hücre gövdelerinin ve dendritlerin çeşitli enzimlerle faaliyet gösterdiği karmaşık bir sistemdir. Kolinerjik sistem, santral ve periferik sinir sistemi hücreleri arasında uyarıların taşınmasında görevlidir. Kolinesterazlar asetilkolinesteraz (AChE) ve butirilkolinesteraz (BChE), kolinerjik sistemin en önemli enzimlerindendirler. AChE, nörotransmitter asetilkolini (ACh) kolinerjik sinapslarda ve nöromüsküler sinapslarda hızla koline ve asetata hidrolize eden ve böylece kolinerjik sinir iletimde önemli bir rol oynayan, sinir sisteminin en etkili enzimlerinden biridir. BChE çoğunlukla karaciğer, plazma ve kas dokularında mevcut olan bir enzimdir. Bilimsel araştırmalar henüz bu enzimin farmakolojik rolünü kesin olarak ortaya koyamasalar da, BChE'ın dejeneratif değişiklikler ile beyindeki asetilkolin hidrolizi sırasında dengeleyici bir role sahip olabileceğini önermektedir.

Bu çalışmada, *Salmo trutta macrostigma* ile *Oncorhynchus mykiss* balıklarının beyin ve karaciğer dokularında asetilkolinesteraz ve bütirilkolinesteraz düzeylerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Balıklar ticari olarak üretimi yapılan çiftliklerden temin edilmiştir. Laboratuvar ortamına getirilen balıkların beyin ve karaciğer dokuları ayrılıp analize uygun bir metot ile homojenize edilmiştir. Elde edilen süpernatantlar da her iki balık türünde de asetilkolinesteraz ve bütirilkolinesteraz düzeyleri tespit edilerek karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda her iki balık türünün her iki dokusunda da asetilkolinesteraz ve bütirilkolinesteraz düzeylerinin değişiklik gösterdiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: AChE, BChE, Balık

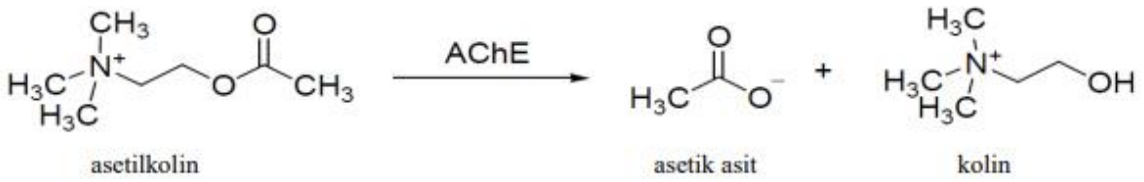
ABSTRACT

Enzymes are biocatalysts, most of which are proteins and perform biochemical reactions in living things. In addition to increasing the rate of reactions, enzymes regulate the speed of many reactions that are important for metabolic pathways in cells. In the central cholinergic system, it is a complex system in which cell bodies and dendrites operate with various enzymes. Cholinesterases Acetylcholinesterase (AChE) and butyrylcholinesterase (BChE) are among the most important enzymes of the cholinergic system. AChE is one of the most effective enzymes of the nervous system, which rapidly hydrolyzes neurotransmitter acetylcholine (ACh) in cholinergic synapses and

neuromuscular synapses to choline and acetate, thereby playing an important role in cholinergic nerve conduction. BChE is an enzyme present mostly in liver, plasma and muscle tissues. Although scientific research has not yet established the pharmacological role of this enzyme, BChE may have a stabilizing role in the brain during acetylcholine hydrolysis with degenerative changes.
The aim of this study was to compare the levels of acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase in brain and liver tissues of Salmo trutta macrostigma and Oncorhynchus mykiss fish. Fish were obtained from commercially produced farms. The brain and liver tissues of the fish brought to the laboratory were separated and homogenized by a method suitable for analysis. The obtained supernatants were determined by comparing acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase levels in both fish species. As a result of the study, it was determined that acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase levels of both fish species varied.
Keywords: AChE, BChE, Fish

GİRİŞ

Merkezi kolinerjik sistem, hücre gövdelerinin ve dendritlerin karmaşık bir bileşenidir. Serebral kan akımı, kortikal aktivite, uyku-uyanıklık döngüsü gibi kortikal plastisite ve bilişsel performansın ve öğrenme-bellek süreçlerinin modülasyonu gibi pek çok farklı işlevi kontrol etmede önemli bir role sahiptir. Hayvan kolinesterazları, kolinerjik ve kolinerjik olmayan dokularda, ayrıca plazma ve diğer vücut sıvılarında bulunan yaygın enzimlerdir (1-3). Kolinasetiltransferaz (ChAT), asetilkolin (ACh), kolinesterazlar (Asetilkolinesteraz (AChE E.C. 3.1.1.7) ve butirilkolinesteraz (BChE E.C. 3.1.1.8)), kolinerjik reseptörler (muskarinik reseptörler (MR) ve nikotinik reseptörler (NR)) kolinerjik sistemin bileşenleridir. Bu enzimler substrat özgüllüklerine, aşırı substrattaki davranışlarına ve inhibitörlere duyarlılıklarına göre ayrılmışlardır. AChE, nörotransmitter asetilkolini (ACh) kolinerjik sinapslarda ve nöromüsküler sinapslarda hızla koline ve asetata hidrolize eden ve böylece kolinerjik sinir iletimde önemli bir rol oynayan, sinir sisteminin en etkili enzimlerinden biridir (Şekil 1). AChE, asetilkolini diğer kolinörlerden daha hızlı hidrolize eder ve butirilkolin üzerinde daha az etkindir. Aksine, BChE tercihen butirilkolin üzerine etki eder, fakat aynı zamanda asetilkolin'i hidrolize eder (2,4). AChE'nin aşırı substrat tarafından inhibe edilmesi, onu BChE'den ayıran temel özelliklerden biridir. BChE substratı aşırı substratta aktivasyon sergiliyor. ACh'nin AChE tarafından hidrolizi, asetilasyon ve deasetilasyon işlemlerinin dahil olduğu asit-baz katalli reaksiyon sonucunda oluşur (5,6).



Şekil 1. Asetilkolinin asetilkolinesteraz tarafından hidrolizi

Çeşitli in vivo ve in vitro çalışmalar AChE enziminin çeşitli morfometrik süreçlerde, sinir sistemindeki hücre farklılaşması ve sinaptojenezde, hücre adezyonunda ve göçünde, apaptotik yolaklarda etkili olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmada, *Salmo trutta macrostigma* ile *Oncorhynchus mykiss* balıklarının beyin ve karaciğer dokularında asetilkolinesteraz ve bütirilkolinesteraz düzeylerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Balık

Bu çalışmada 200-250 g'lık porsiyon alabalık kullanıldı. Kullanılan balıkların 15 âdeti ticari olarak alabalık çiftliğinde yetiştirilen Dağ Alabalığı *(Salmo trutta macrostigma*) (Kırmızı Benekli alabalık) ve 15 âdeti de yine ticari olarak alabalık çiftliğinde yetiştirilen Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss Walbaum)'*ından oluşmaktadır. Temin edilen balıklar buz dolu termoslar ile laboratuar ortamına getirildi. Daha sonra, laboratuvar ortamında ağırlık, boy uzunluğu ölçüldükten sonra çalışılacak dokular ayrılarak homojenize edildikten sonra -20 ˚C'deki derin dondurucuda analiz yapılıncaya kadar donduruldu.

Biyokimyasal Analiz

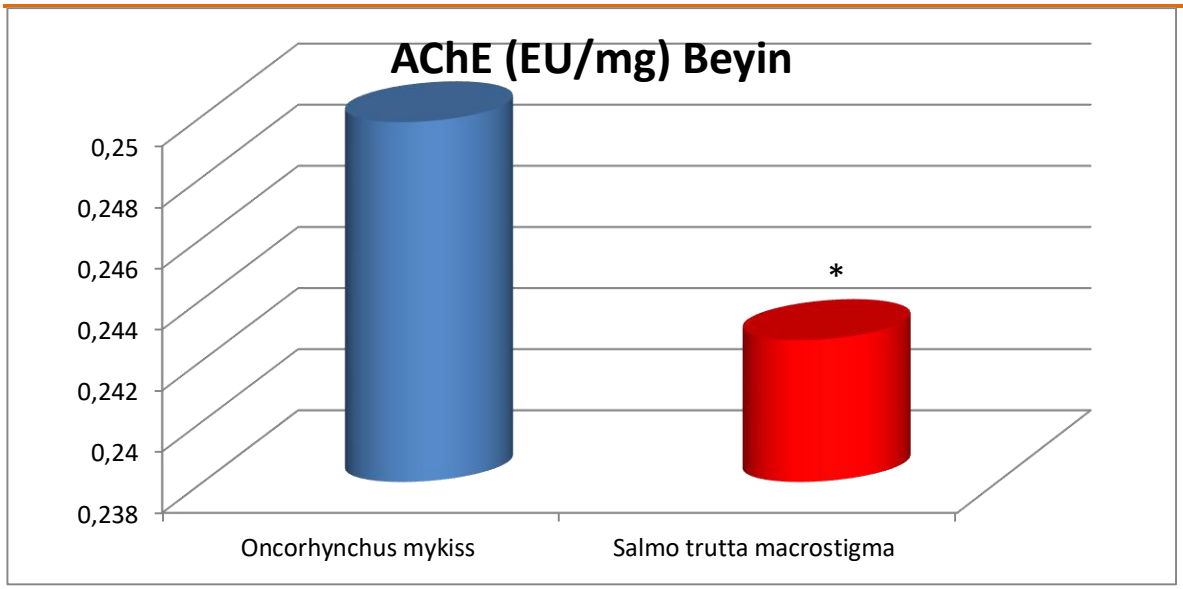
Balıklardan alınan beyin ve karaciğer dokuları homojenatlarında Asetilkolinesteraz ve Butirilkolinesteraz aktivite analizleri Ellman ve ark.(7)'nın kolorimetrik metoduna göre belirlendi. Hazırlanan karışımların absorbans değerleri spektrofotometre ile 412 nm dalga boyunda okundu.

Verilerin istatistiksel analizi

Analizler sonucunda elde edilen değerler ortalama ± standart hata olarak ifade edildi. Farklı örnekleme alanlarından ortaya çıkan değerlerinin çoklu karşılaştırmaları için ANOVA ve arkasından Tukey testi yapılarak farklılık ortaya konuldu. Değerler arasındaki fark 0.05'e göre yapıldı.

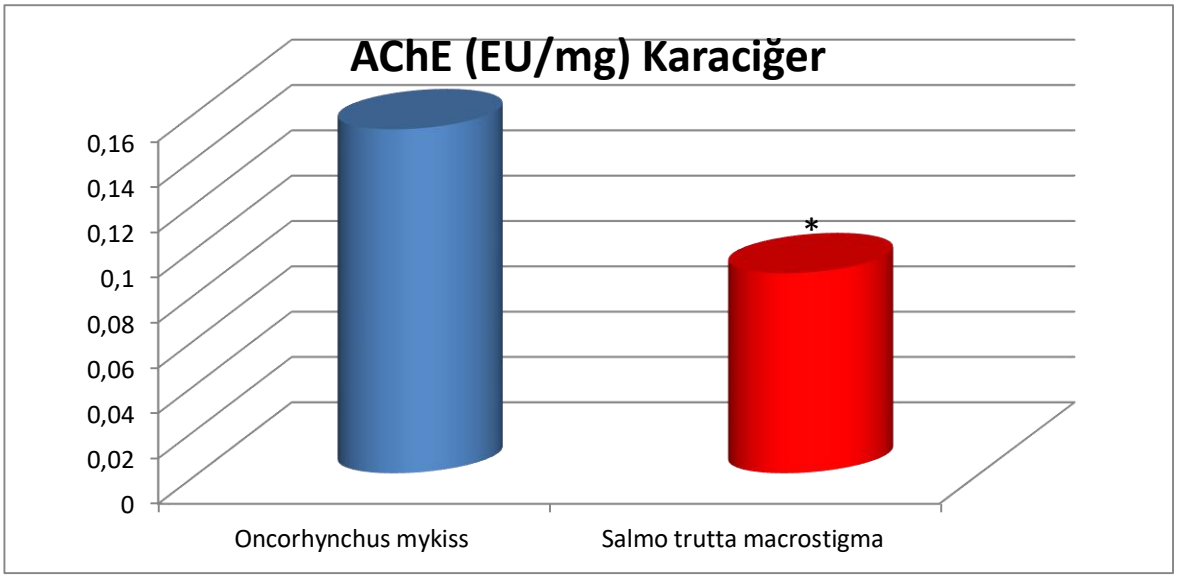
BULGULAR

Şekil 2 incelendiğinde *Oncorhynchus mykiss* ve *Salmo trutta macrostigma* balıklarının beyin dokusu asetilkolinesteraz düzeyleri karşılaştırıldığında istatiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. (Şekil 2)($p<0.05$).



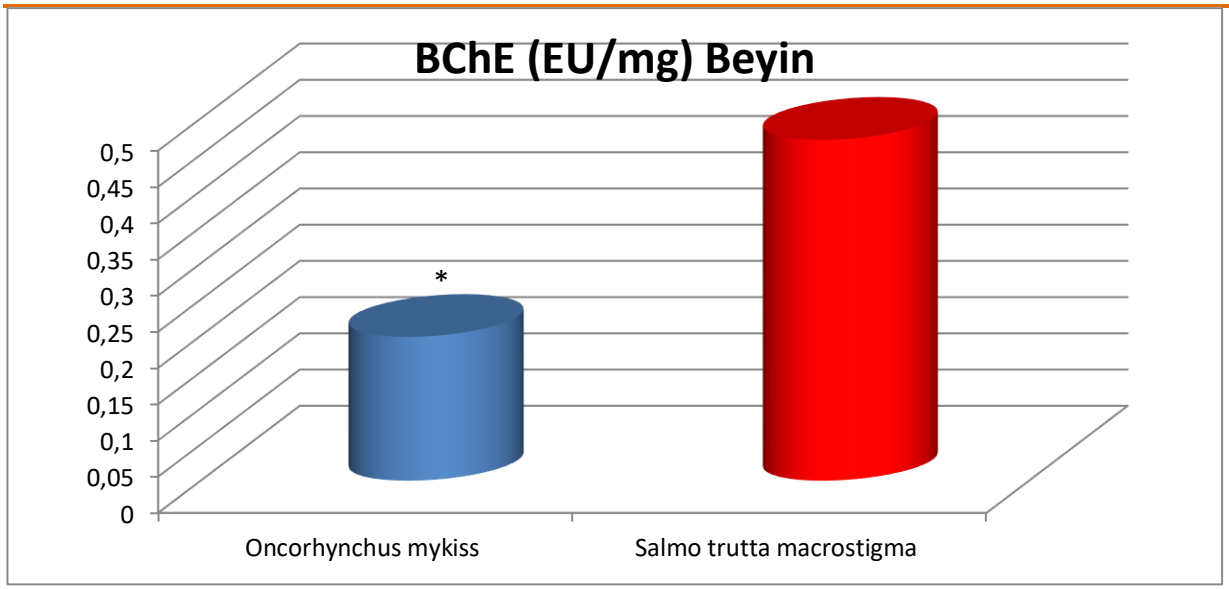
Şekil 2. *Oncorhynchus mykiss* ve *Salmo trutta macrostigma* balıklarının beyin dokusu asetilkolinesteraz düzeylerinin değişim grafiği

Oncorhynchus mykiss ve *Salmo trutta macrostigma* balıklarının karaciğer dokusu asetilkolinesteraz düzeyleri istatiksel olarak karşılaştırıldığında sonuçların anlamlı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3)($p<0.05$).



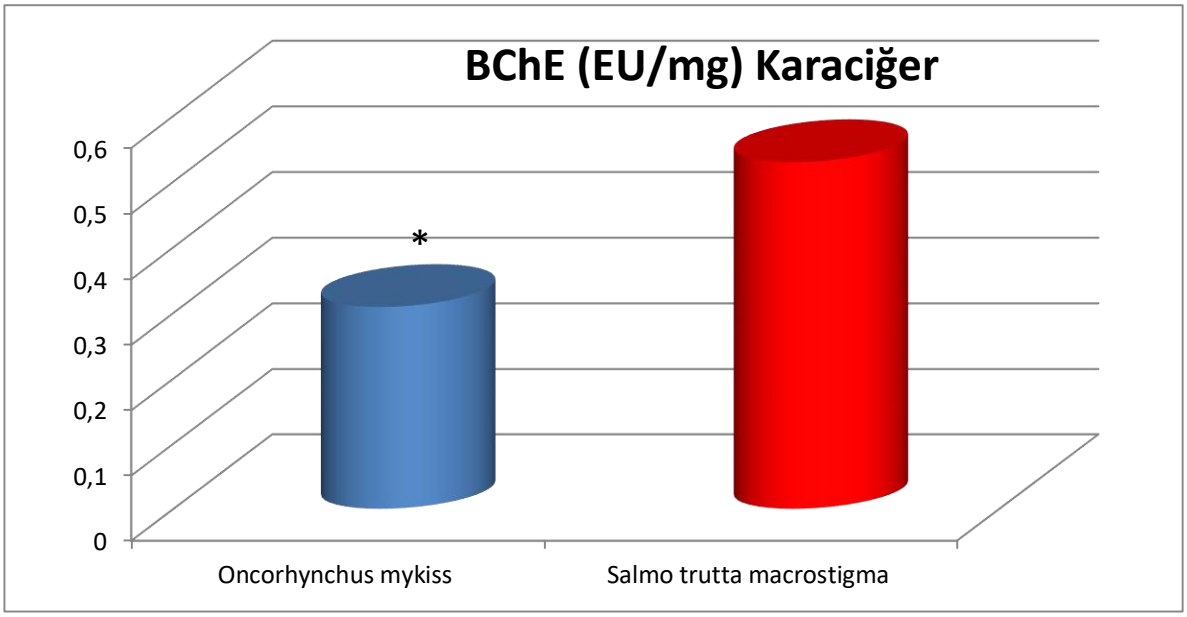
Şekil 3. *Oncorhynchus mykiss* ve *Salmo trutta macrostigma* balıklarının karaciğer dokusu Asetilkolinesteraz düzeylerinin değişim grafiği

Şekil 4 incelendiğinde *Oncorhynchus mykiss* ve *Salmo trutta macrostigma* balıklarının beyin dokusu bütirilkolin düzeyleri karşılaştırıldığında sonuçların istatiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4)($p<0.05$).



Şekil 4. *Oncorhynchus mykiss* ve *Salmo trutta macrostigma* balıklarının beyin dokusu Bütirilkolin düzeylerinin değişim grafiği

Oncorhynchus mykiss ve *Salmo trutta macrostigma* balıklarının karaciğer dokusu bütirilkolin düzeyleri değişim grafiği incelendiğinde sonuçların istatiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür (Şekil 5)($p<0.05$).



Şekil 5. *Oncorhynchus mykiss* ve *Salmo trutta macrostigma* balıklarının karaciğer dokusu Bütirilkolin düzeylerinin değişim grafiği

SONUÇ

Oncorhynchus mykiss ülkemizde ve ilimizde oldukça yaygın üretimi yapılan bir alabalık türüdür ve *Salmo trutta macrostigma* ise son zamanlarda çiftliklerde üretilmeye başlanmış ve ticari olarak değerli

bir balık türüdür. Çalışmada her iki balık dokusunda asetilkolinesteraz düzeyi *Oncorhynchus mykiss* balık türünde yüksek çıkarken bütirilkolinesteraz düzeyi *Salmo trutta macrostigma* balık türünde yüksek çıktığı görülmüştür. Bu durum her iki balık türünün nörofizyolojik gelişimlerinin farklı olduğunu ve salgı mekanizmalarının farklı çalıştığını göstermektedir. Bu farklılıklar *Salmo trutta macrostigma* balık türünde bulunan renk pigmentlerinden ya da gelişiminin daha yavaş olasından kaynaklanmış olabilir.

Sonuç olarak, türler arasındaki farklılıklar asetilkolinesteraz ve bütirilkolinesteraz seviyelerinde değişikliklere neden olmuştur.

Kaynaklar

1. Massouliè J., Pezzementi L., Bon S., Krejci E., Valette F.M. (1992) Molecular and cellular biology of cholinesterases. Neurobiology 41, 31-91.
2. Chatonnet A., Lockridge O. (1989) Comparision of butyrylcholinesterase and acetylcholinesterase. Biochem. J. 260, 625-634.
3. Ryhänen R.J.J (1983) Pseudocholinesterase activity in some humanbody fluids. Gen. Pharmacol. 14, 459-460.
4. Ekholm M. (2001) Predicting relative binding free energies as substrate and inhibitors of acetyl- and butyrylcholinesterase. Theo. chem.572, 25-34.
5. Tougu V. (2001) Acetylcholinesterase: Mechanism of catalysis and inhibition. Curr. Med. Chem. 1, 155-170.
6. Masson P., Xie W., Froment M.T., Lockridge O. (2001) Effects of mutations of active site residues and amino acids interacting with Ω loop on substrate activation of butyrylcholinesterase. Biochim. Biophys. Acta 1544, 166-176.
7. Ellman, G.L., Courtney, K.D., Andres, V.J., (1961), A New and Rapid Colorimetric Determination of Acetylcholinesterase Activity. Biochem. Pharmacol., 7:88-95.

YÜKLENİCİ İNŞAAT FİRMALARININ RİSK YÖNETİMİ ALGISI VE RİSK TUTUMU ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

AN EVALUATION OF RISK MANAGEMENT PERCEPTION AND RISK ATTITUDE OF CONSTRUCTION CONTRACTORS

Prof. Dr. Aynur KAZAZ

Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Serdar ULUBEYLİ

Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Arş. Gör. Gökçen ARSLAN

Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Ali Evren İMRE

(Doktora Öğrencisi) Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

İnşaat sektörü; projelerinin karmaşık, kendine özgü, tek seferlik yapısı ve birçok farklı alandan uzmanın bir arada çalışma gerekliliğinden dolayı iç ve dış kaynaklı çok sayıda ve çeşitlilikte riski yapısında barındırmaktadır. İnşaat projelerinin tasarım aşamasından proje teslim safhasına kadar maruz kaldığı bu fazla sayıda ve çeşitlilikteki riskler, proje başlangıcında öngörülen kalite, süre, maliyet tahminlerinde sapmalara ve bundan kaynaklı projelerin başarısızlıkla sonuçlanmasına sebebiyet vermektedir. Alınan olumsuz sonuçlar yalnızca projeyi ve proje sahibini zor durumda bırakmamakta, aynı zamanda makro düzeyde domino etkisi yaratarak ülke ekonomisine ve hatta dünya ekonomisine zarar vermektedir. Bu durum özellikle inşaat sektörünün ekonominin öncü sektörlerinden biri olduğu gelişmekte olan ülkeler için sektörde risk yönetimi kullanımını kaçınılmaz hale getirmektedir.

Günümüz dünyasında artan küreselleşme hızı ve teknolojik gelişmeler tüm sektörlerde olduğu gibi inşaat sektöründe de rekabeti artırmaktadır. Artan yüksek rekabet ortamında inşaat şirketlerinin varlıklarını sürdürebilmeleri, projelerin riskleri göz önünde bulundurarak kurumsal hedefler doğrultusunda planlaması ile mümkün olabilmektedir. Yüklenici inşaat firmalarında, organizasyonların etkinliğinin sağlanması ve finansal raporlama sisteminin güvenilirliği ile sürdürülebilir bir kurumsal yapı oluşturulabilmesi için etkin bir kurumsal risk yönetim sisteminin kullanılması hayati önem arz etmektedir.

Çalışma kapsamında öncelikli olarak; inşaat sektöründe risk yönetimi konusunda literatür taraması yapılmış ve farklı çalışmaların sonuçları irdelenmiştir. Çalışmanın sonuçları birbirleri ile karşılaştırılarak değerlendirilmiş ve yüklenici inşaat firmalarının risk yönetimi algısı ve risk tutumu göz önünde bulundurularak sektöre ait risk profili belirlenmeye çalışılmıştır.

Belirlenen risk profili, sektördeki risk yönetiminin iç kontrol ve kurumsal risk yönetimi kavramları ile bütünleştirilmesi gerektiğini göstermiştir. Bu amaçla, web tabanlı bir yazılım olan Ortak Proje Yönetimi Portalı geliştirilmiştir. Geliştirilen yazılımın; projelere ait belirsizliklerin azaltılarak risklerin minimize edilmesi, risk yönetiminin proje yönetiminin diğer bileşenleri ile entegrasyonunun kolaylaştırılması ve proje risklerinin şirket risk iştahı ile uyumluluğunun kontrol edilerek risk

yanıtlarının belirlenmesi konusunda inşaat sektöründe faaliyet gösteren firmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Risk Yönetimi, İnşaat Sektörü, Risk, Kurumsal Risk Yönetimi

ABSTRACT

Construction sector contains a large number and diversity of risks both internally and externally due to the complex, unique, one-off structure of its projects and the necessity of working together by experts from many different fields. These many and varied risks that construction projects are exposed to from the design stage to the project delivery phase cause deviations in the projected quality, duration, and cost estimates at the beginning of the project resulting in failure of the projects. The negative results encountered not only leave the project and the project owner in a difficult situation, but also damage the countries and even the world's economy by creating a domino effect at the macro level. This situation makes the use of risk management inevitable for developing countries in which construction sector is one of the leading sectors of the economy.

In today's world, increased globalization speed and technological developments intensify the competition in construction sector as in all sectors. In an increased highly competitive environment, sustaining construction firms' existence depends on planning projects in line with corporate objectives by taking related risks into consideration. In order to ensure the effectiveness of the organizations and create a sustainable corporate structure with the reliability of the financial reporting system, it is vital that contractor firms use an effective enterprise risk management system.

Within the scope of this study, literature review on risk management in the construction sector and the results of different studies have been examined. The results of the study were evaluated by comparing each other and the risk profile of the construction sector was tried to be determined by considering the risk management perception and risk attitude of the sector.

The determined risk profile showed that the risk management in the sector should be integrated with the concepts of internal control and enterprise risk management. To this end, the Joint Project Management Portal, a web-based software, has been developed. It is thought that the software will contribute to the companies operating in the construction sector, in minimizing risks by reducing uncertainties related to projects, facilitating the integration of risk management with other components of project management and determining the risk responses by checking the compatibility of project risks with company's risk appetite.

Keywords: Risk Management, Construction Sector, Risk, Enterprise Risk Management

1. GİRİŞ

Günümüzde projelerin daha karmaşık hale gelmesi, rekabeti gittikçe zorlaştırmış ve bu nedenle risk yönetimi, başarılı bir proje yönetimi için kritik bir etken haline gelmiştir. Riskler, projenin amaçları üzerindeki potansiyel etkileriyle değerlendirildikleri için etkin risk yönetimiyle proje başarısı arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır (Baloi ve Price, 2003).

Risk yönetimi, özellikle gelişmekte olan ülkelerde ekonominin lokomotifi konumunda bulunan inşaat sektörü için pek çok avantaj sağlayabilecek özellikleri bünyesinde barındırmaktadır. İnşaat sektöründe; projenin büyüklüğüne, karmaşıklığına, kullanılan tekniklere ve gerçekleştirildiği ortama bağlı olarak; her projede farklı oranlarda mevcut bulunabilen risklerin sistematik olarak değerlendirilmesi ile finansal kayıpların ve taraflar arasında çıkabilecek anlaşmazlıkların en aza indirgenmesi mümkün olmaktadır (Birgönül ve Dikmen, 1996).

Yapılan bir araştırmada; inşaat projelerinde risk yönetiminin avantajları şu şekilde sıralanmıştır:

- Karar vermede sistematik ve mantıksal bir yaklaşım sağlamaktadır.
- Karmaşık karar sorunlarında seçeneklerin ayrıntılı bir analizi olanaklı kılmaktadır.
- Karar vericinin risk ve belirsizlikle gerçekçi bir biçimde karşı karşıya gelmesini sağlamaktadır.
- Örgüt içinde iletişime yardımcı olmaktadır.
- Bir karar sorunu için ne kadar bilgi toplanacağının karar vericiler tarafından belirlenmesini sağlamaktadır.
- Karar vermede yargı ve sezgiyi ön plana çıkartmaktadır (Kaya, 2010).

Bu çalışma kapsamında; inşaat sektörü özelinde risk yönetimi üzerine yapılan çalışmalar irdelenerek, yüklenici firmaların risk yönetimi algısı ve risk tutumunun belirlenmesi ve risk yönetimi uygulamalarının geliştirilmesine yönelik önerilerin ortaya konulması amaçlanmıştır. TÜBİTAK 1001 programı kapsamında geliştirilen 117M308 numaralı ve "Yapım Projelerinde Proaktif Yönetime Geçiş Amaçlı İç Kontrol ve Risk Yönetim Kapasitesinin Geliştirilmesi İçin Bir Araç: Ortak Proje Yönetim Portalı" başlıklı web tabanlı yazılımın, risk yönetimi uygulamalarının geliştirilmesine olan katkısı araştırılmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Risk ve Risk Yönetimi

Risk sözcüğü sözlük tanımıyla, zarara uğrama tehlikesi, riziko olarak ifade edilmektedir. Risk, planlanan amaçlara ulaşmayı etkileyen her türlü engel olarak da tanımlanabilmektedir. Diğer yandan, risk kelimesinin kullanımı değişik toplumlarda tekdüze olmayıp farklılıklar gösterebilmektedir. Bu bağlamda; genel olarak gelişmekte olan toplumlarda risk, hasar veya kayıp olarak tanımlanabilirken, gelişmiş toplumlarda kar veya kazanç kaybı olarak değerlendirilmektedir (Al- Bahar ve Crandall, 1990). Flanagan ve Norman (1993) ise; riski dinamik ve statik riskler olarak sınıflandırmaktadır. Dinamik risk; kesin olan bir kayıp durumunun, belirsiz olan bir kazanç için riske edilmesi olarak tanımlanmıştır. Statik riskler ise sadece, insanların riske karşı tutumlarıyla kayıpları azaltmak için uğraştığı olası kayıplardan oluşmaktadır.

Risk yönetimi, planlanan durumdan sapmalara neden olan, öngörülmeyen değişiklik ve belirsizlikleri içeren riskleri yönetme sanatı ve bilimidir. Risk yönetimi, tüm bu sürecin sistematik olarak tanımlanması, planlanması ve kontrol edilmesini içermektedir (Mallih ve Mishra, 2017). PMBOK (2017), risk yönetimini proje yönetiminde on odaktan biri olarak listelemekte ve proje risklerini tanımlamak, analiz etmek ve bunlara cevap vermek için sistematik bir süreç olarak açıklamaktadır.

İnşaat projelerinde hedef; genellikle fonksiyon, maliyet, zaman ve kalite sınırları olarak belirlendiği için inşaatlarda karşılaşılan en önemli riskler bu limitlerle karşı karşıya kalma durumudur ve bu

durumun sonucu, başarısızlık olarak nitelendirilmektedir (Baloi ve Price, 2003). Literatürde yapılan farklı tanımlamaların ortak noktası olarak; sektör farkı gözetmeksizin projelerin temel hedeflerine başarı ile ulaştırılmasında risk yönetimi uygulamalarının, proje yönetiminin ayrılmaz bir parçası olduğu ve genel hatları ile risklerin belirlenmesi, sınıflandırılması, analiz edilmesi ve risk tepkilerinin belirlenerek uygulamaya geçirilmesi süreçlerinden oluştuğu ifade edilebilmektedir.

2.2. Kurumsal Risk Yönetimi

COSO (Committee of Sponsoring Organizations) Treadway Komisyonuna göre en genel tanımıyla kurumsal risk yönetimi; organizasyonların strateji belirleme ile bütünleştirdiği ve stratejinin uygulanmasında değer yaratma, koruma ve gerçekleştirme riskini yönetmek amacıyla başvurdukları kültür, yetenek ve uygulamalardır (COSO, 2017).

COSO 2017 KRY (Kurumsal Risk Yönetimi) çerçevesi temelde, bütünleşik KRY'nin tesis edilmesi için stratejik planlama süreçlerine ihtiyaç duyulduğunu vurgulamaktadır. Yeni düzenlemenin "performans" ve "bütüncül strateji" vurguları, işletmelerin hedeflerine ulaşma amaçları ile günlük operasyonlar arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır (Pierce ve Goldstein, 2018). COSO'nun KRY 2017 düzenlemesi Şekil 1'de gösterilmektedir.

Şekil 1. COSO Kurumsal Risk Yönetimi Sarmalı (COSO, 2017)

Yenilenen COSO KRY çerçevesi kullanıcılara 5 ana bileşen ile daha detaylı ve bütüncül bir KRY yapısı oluşturulmasına imkân vermektedir. Söz konusu 5 ana bileşen ve bu bileşenlere ait 20 alt bileşen Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. COSO Kurumsal Risk Yönetimi Yapısına Ait Ana ve Alt Bileşenler

COSO Kurumsal Risk Yönetimi Yapısına Ait Ana ve Alt Bileşenler	
Ana Bileşenler	***Alt Bileşenler***
Yönetişim ve Kültür	*Yönetim kurulunun risk gözetimini uygulaması*

	Operasyonel yapının oluşturulması *İstenen/Arzu edilen kültür yapısının tanımlanması* *Temel değerlere olan bağlılığı gösterme* *Kabiliyetli Personeli kazanma, geliştirme ve elde tutma*
Strateji ve Hedef Belirleme	*İş ortamını/içeriğini analiz etme* *Risk iştahının tanımlanması/belirlenmesi* *Alternatif stratejileri değerlendirme* *İş hedeflerini oluşturma*
Performans	*Risklerin tanımlanması/belirlenmesi* *Risk şiddetlerinin değerlendirilmesi* *Risklerin önceliklendirilmesi/derecelendirilmesi* *Risk tutumlarının/yanıtlarının uygulanması* *Bütüncül ve geniş bir akış açısının geliştirilmesi*
Gözden Geçirme ve Düzenleme	*Önemli/Yapısal değişiklikleri değerlendirme* *Risk ve Performansı gözden geçirme* *KRY ile ilgili gelişim/değişimleri takip etme*
Bilgi, İletişim ve Raporlama	*Bilgi Yönetim Sisteminin güçlendirilmesi* *Riske ilişkin bilginin iletilmesi/paylaşılması* *Risk, risk kültürü ve performans ile ilgili raporlama yapmak*

Yönetişim ve kültür bileşeninde; ayrı ayrı bütünler halinde, yöneten ve yönetilen taraflardan oluşan yönetim kavramından farklı olarak; yönetişim kavramının karşılıklı etkileşime bağlı olarak birlikte yönetme iradesinin kabul edilmesi ile gerçekleştirilebileceği vurgulanmaktadır. Aynı bileşenin ikinci unsuru olan kültürün ise; etik değerler, beklenen davranışlar ve risk anlayışı ile doğrudan ilişkili olduğu ve kapsam gereğince, kurumda tüm bireyleri ve tüm birimleri ilgilendirdiği belirtilmektedir (COSO, 2017; Karakaya, 2018).

KRY, strateji ve hedeflerin belirlenmesi; strateji planlama süreçlerinin temel noktalarıdır ve kurumların/işletmelerin risk iştahları, stratejiler ile beraber belirlenmelidir. Strateji ve hedef belirlemenin alt bileşenleri olan iş ortamı; tüm kurumların içinde bulunduğu ve karşılıklı olarak etkilediği ve etkilendiği dinamik bir alanı ifade etmektedir (COSO, 2017).

Ana bileşenlerden performans kavramı ile; kurumların hedefleri ve stratejileri ile doğrudan ilgili olan risklerin tanımlanması ve değerlendirilmesinin gerekliliği vurgulanmaktadır. Bu nedenle; riskler, -risk iştahı haritası kapsamında- şiddetleri ve dereceleri bakımından sınıflandırılmalıdır. Tanımlanan risklerin şiddetleri ve öncelikleri belirlenerek; risk yanıtlarının, risk iştahı, risk ortamı ve kurum hedefleri göz önünde bulundurularak planlanması ve uygulamaya konulması gerekmektedir (COSO, 2017; Karakaya, 2018).

Kurumlar, ilgili birimlerin performanslarını göz önünde bulundurularak KRY temel bileşenlerinin işleyişlerini ve değer oluşturma sürecine yapacakları katkıları değerlendirebilmektedirler. Değerlendirmeler sonucu, meydana gelebilecek yapısal/büyük değişimlere uyum sağlanması konusunda hangi güncellemelere ihtiyaç duyulacağı belirlenebilmektedir. Etkin ve sürekli bir KRY yapısı; kurumlarda değer oluşturma süreçlerinde kullanılacak bilgilerin elde edilmesine, iletilmesine, paylaşılmasına ve raporlanmasına olanak sağlamaktadır. KRY yapısının ana bileşenlerinden olan iletişim ve raporlama faktörlerinin etkin olarak uygulanabilmesi için, kurumların bilgi yönetim sistemlerinin güçlendirilmesi, riske ilişkin bilginin ilgili tüm birimlerle paylaşılması, risk ve risk kültürü ile ilgili raporlamaların yapılması gerekmektedir (COSO, 2017).

Kurumsal Risk Yönetimi uygulamalarında, üst yönetimler her zaman kısa bir süre içerisinde çeşitli faydalar elde edileceği yönünde beklentiye girmemelidir. Kurumsal risk uygulamalarından elde edilecek faydalar bazı alanlarda hemen kazanılabilirken, bazı alanlarda ise kazanç daha uzun bir sürede sağlanmaktadır (Bozkurt, 2010). Kurumsal Risk Yönetimi siteminin oluşturulması ile kurumların elde edeceği avantajlar ise Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo *2.* Kurumsal Risk Yönetiminin Şirketlere Sağlayacağı Avantajlar (Akçakanat 2012)

	Kurumsal Risk Yönetiminin Şirketlere Sağlayacağı Avantajlar
1	Değişikliklere hazır olma durumunu geliştirir
2	Operasyonel kayıpları azaltır
3	Düzenlemelere uyum ve risklere cevap vermeyi mümkün kılar
4	Performans hedefleri ile ilgili belirsizlikleri tahmin edilmesini sağlar
5	Sistematik risk değerlendirme sürecine güveni sağlar
6	Fazla ve gereksiz faaliyetleri ortadan kaldırır
7	Risklere uygun verilen cevapları bir araya getirir
8	Risk işlem maliyetini düzenler
9	Riskin ne kadarının tolere edileceğini belirler
10	Organizasyonun iş planları ile risk yönetimini uyumlaştırır
11	Risk değerlendirme sürecinin güvenilirliğini sağlar
12	Organizasyondaki tüm risklerin yönetimini sağlar
13	Sermaye ve kaynak tahsisini geliştirir
14	Öz değerlendirmelere göre risk alımını yapılandırır
15	Marka imajını ve ününü korur

2.3. İnşaat Sektöründe Risk ve Risk Yönetimi

Risk, iş dünyasında tüm sektörler için kaçınılmaz bir unsur olmakta ve etkin bir şekilde yönetilmediğinde projenin başarısız sonuçlanmasına sebebiyet vermektedir. Arıkan (2005) inşaat projelerinin; proje, ülke ve pazardan kaynaklanan pek çok belirsizliği bünyesinde barındırmasının, inşaat projelerinde risk yönetimi uygulamalarını zorlaştırdığını belirtmiş ve işlemin sistematik olarak yürütülebilmesi için, değişen senaryolar altında proje performansının ölçülmesi ve geçmiş proje deneyimlerinin yeni projeler için kullanılması gibi konuları kapsayan risk yönetim sistemlerinin geliştirilmesi ve kullanımı gerekliliğini vurgulamıştır.

İnşaat sektörünü riske yatkın bir sektör yapan özellikler aşağıdaki faktörlerden kaynaklanmaktadır (Caiado ve diğ., 2016).

- Başlayan her projenin neredeyse yeni bir proje olarak ele alınması,
- Projenin geliştirildiği yer ile çalışmanın gerçekleştiği yerlerin farklı olması ve bu durumun projenin nihai kalitesini belirleyebilecek belirsizliklere sebep olması,
- Yapım aşamasının dış çevre ile temas halinde gerçekleşmesi,
- Genellikle insanların, malzemelerin, ekipmanın ve işin kendisinin zarar görmesine neden olabilecek durumlara maruz kalınması

Yapım sektörünün yukarıda bahsedilen özelliklerinin yanı sıra; küreselleşmenin ve teknolojik gelişmelerin inşaat sektöründeki rekabete büyük bir ivme kazandırmış olması da sektörle ilgili riskleri hem sayıca artırmakta hem de çeşitlendirmektedir. Söz konusu risklerin farklı araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen çeşitli sınıflandırmaları Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3. İnşaat Sektörüne Ait Yapılmış Olan Çeşitli Risk Sınıflandırmaları

Tarih	Araştırmacı	Risk Sınıflandırmaları
1985	Perry ve Hayes	Fiziksel Kaynaklı Riskler Çevresel Faktör Kaynaklı Riskler Tasarım Riskleri Lojistik Riskler Finansal Riskler Yapım Riskleri
1990	Albahar	Tabi Afet Kaynaklı Riskler Fiziksel Kaynaklı Riskler Ekonomik Kaynaklı Riskler Politik ve Çevresel Kaynaklı Riskler Tasarım Kaynaklı Riskler İnşaat Kaynaklı Riskler
1996	Birgönül ve Dikmen	Finansal Riskler Yapım Kaynaklı Riskler Tasarım Kaynaklı Riskler Politik Riskler Doğal Afetler
2001	Chapman	Çevresel Riskler Pazar Riskleri Mal Sahibinden Kaynaklanan Riskler Proje Riskleri

Fazla sayıdaki ve çeşitlilikteki bu riskler ise, projenin planlanan sürede bitirilmesi, öngörülen maliyetlerin aşılmaması ve hedeflenen kaliteye ulaşılması gibi temel hedeflerinin başarılmasında engel oluşturmaktadır. Bu durum, başarı hedeflenen tüm projelerde risklerin detaylı bir şekilde analiz edilmesini ve olası olumsuz etkilerini minimize etmek için gerekli yöntemlerin belirlenip uygulanılmasını zorunlu hale getirmektedir. Risklerin analiz edilmesi ve risklere karşı gerekli tutumun firmalar tarafından gösterilebilmesi ihtiyacı ise etkin ve başarılı bir risk yönetimini kaçınılmaz kılmaktadır (Kazaz ve diğ., 2019).

2.4. İnşaat Sektöründe Risk Yönetimi Çalışmaları

İnşaat sektöründeki yüksek rekabet ortamı, sektör için risk yönetiminin ehemmiyetini artırmış ve araştırmacıları inşaat sektöründe risk ve risk yönetimi konularında çeşitli çalışmalar yapmaya itmiştir. Çalışma kapsamında yapılan literatür araştırması sonuçları aşağıda özetlenmiştir:

Çam (2005) yüksek lisans tez çalışması kapsamında; bir Türk firmasının yurtdışında üstlenmiş olduğu bir inşaat projesine ilişkin risk yönetim modeli kurmuş ve bu modelin adımlarından biri olan risk analizini hem kalitatif hem de kantitatif yöntemlerle gerçekleştirmiştir. Proje risklerini; finansal riskler, politik riskler, tasarım kaynaklı riskler, yapım işinden kaynaklı riskler, fiziksel riskler ve doğal afetler olarak gruplandırmış ve bu risk gruplarının kalitatif risk analizini gerçekleştirmiştir. Yapılan kalitatif risk analizi sonucunda en kritik risk grubunun politik riskler ve yapımdan kaynaklı riskler olduğunu ortaya koymuştur. Monte Carlo simülasyonu yöntemi ile yapılan kantitatif risk analizi sonucunda; proje risklerinin gerçekleşme durumunda, risklerin göz ardı edilerek belirlendiği maliyette yaklaşık olarak %25, sürede ise %80 artış gösterdiği ortaya konulmuştur.

Kazaz ve diğerlerinin (2011) çalışmasında ise Türkiye'de gerçekleştirilen yapım projelerinde süre uzamasına en çok etki eden faktörler bir anket çalışmasıyla belirlenmiş ve literatürde yapılan diğer

çalışmalarla karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan anket çalışması ve literatür araştırması sonucunda, farklı ülkeler için inşaat projelerinde süre aşımına sebep olan ilk üç faktör Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4. İnşaat Projelerinde Süre Aşımına Neden Olan İlk 3 faktör

Türkiye (Kazaz ve Diğ. 2011)	**Mısır (El-Razek ve diğ. 2008)**	**Gana (Frimpong ve diğ. 2003)**	**Hong Kong (Lo ve diğ. 2006)**	**Kuveyt (Koushki ve diğ. 2005)**	**Tayland (Toor, Ogunlana 2008)**	**Birleşik Krallık (Sullivan, Harris 1986)**
Finansal faktörler	Yönetimsel faktörler	Finansal faktörler	Yönetimsel faktörler	İşveren kaynaklı faktörler	Yönetimsel faktörler	Yönetimsel faktörler
İş-gücü kaynaklı faktörler	Finansal faktörler	Yönetimsel faktörler	Çevresel faktörler	Finansal faktörler	İş-gücü kaynaklı faktörler	Çevresel faktörler
Yönetimsel Faktörler	İşveren kaynaklı faktörler	Kaynak bazlı faktörler	Finansal faktörler	Yönetimsel faktörler	Finansal faktörler	Kaynak bazlı faktörler

Bir üst yapı projesinin maliyetini; risklerin hiç hesaba katılmadığı, risklerin önlendiği, risklerin önlenmediği üç farklı durum için belirlenen ve analizi gerçekleştirilecek birbirleri ile karşılaştırıldığı bir çalışmanın sonucunda; risklerin hesaba katıldığı ve önlem alınmadığı durumda planlanan değerlere kıyasla, proje maliyetinin %12, proje tamamlanma süresinin ise %34 arttığı görülmüştür. Risklerin yönetilmesi ile tepki planlarının projeye uygulanması halinde ise risklerin maliyete olan etkisinin %45, süreye olan etkisinin ise %42 azaldığı belirtilmektedir. Abdollahi (2010) benzer bir çalışmayı, süre-maliyet iyileştirmesi için bir risk yönetim modeli adlı tez çalışması kapsamında bir altyapı projesi olan Marmaray projesi üzerinde gerçekleştirmiştir. Yapılan analizler sonucu risklerin; projenin planlanan süresini %177 maliyetini ise %50 oranında artırdığı gözlemlenmiştir. Verilen risk tepkileri sonucunda ise risklerin süreye olan etkisini %66, maliyete olan etkisini %79 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Altyapı çalışmalarının üst yapı çalışmalarına göre daha karmaşık olması; Marmaray projesinin ele alınan diğer projeye kıyasla çok daha fazla bütçeye sahip olmasının; riskleri çeşitlendirerek artırdığı varsayılmaktadır. Bu durumun proje risklerinin planlanan süre ve maliyete etkisindeki farklılıklara sebep olduğu düşünülmektedir (Türker, 2015).

Süllüoğlu (2019) gerçekleştirdiği çalışmasında, Türkiye'de faaliyet gösteren inşaat firmalarının risk yönetim olgunluğunu araştırmıştır. Büyük ölçekli 7 adet inşaat firmasının yöneticileriyle yüz yüze görüşerek gerçekleştirdiği anket sonucunda; firmaların risk yönetim olgunluk düzeyini iyi olarak belirlemiştir. Bu durum firmaların kurumsallığı ile ilişkilendirilmiş ve kurumsallaşmanın risk yönetim olgunluğu üzerinde pozitif bir yönde etkisi olduğu ortaya konulmuştur. Çalışma kapsamında geliştirilen risk yönetimi olgunluk modeline ait nitelikler ve ölçütler Tablo 5'te gösterilmektedir.

Tablo 5. Risk Yönetim Olgunluk Modeli Nitelik ve Ölçütleri (Sülüoğlu, 2019)

Niteklikler	**Ölçütler**
Yönetim	Teşvik ve destek Resmileştirme Belgelendirme Belgelendirme Kaynak ayırımı

Kültür	Farkındalık Sorumluluk Risk paylaşımı Risk iletişimi Ortak Risk ilkeleri
Yetenek/Deneyim	Temel Beceriler Yeterlilik Uzmanlık Geçmiş öğrenilen deneyimler
Süreç	Resmileştirilme Kapsam Sistematik Süreç Araç ve uygulamalar
Uygulama	Resmileştirme Standartlaşma Kapsam Diğer uygulamalar ile entegrasyon

İnşaat projelerinde, paydaşların risk yönetimi algısını belirlemek amacıyla yapılan bir anket çalışması sonucunda; paydaşların geleneksel proje teslimi yönteminde birincil rolde oldukları risk türlerini daha iyi anladıkları ortaya çıkmıştır. Anket sonuçları teknik risklerin, işveren ve danışman şirketler tarafından; karar-verme risklerinin ise yükleniciler tarafından daha iyi anlaşıldığını göstermektedir. Ayrıca yapılan çalışma, işveren gruplarının arasında tecrübesiz firmalara göre deneyimli firmalarda, tasarım kalitesine ve raporlamaya daha fazla önem verildiğini ortaya koymaktadır (Al Nahyan ve diğ., 2019).

Yapılan çalışmalar; finansal, yönetimsel ve politik risklerin inşaat projelerinde sıklıkla karşılaşılan risk türleri olduğuna, proje paydaşlarının kendi alanlarına ait riskler konusunda daha fazla bilgi sahibi olduklarına, risk yönetimi uygulamaları ile projenin karmaşıklığına ve büyüklüğüne göre süre ve maliyet aşımlarının ortalama %50 oranında azaltılabildiğine, firmaların kurumsallaşmasının risk yönetimi olgunluk seviyesinin artırılmasında pozitif yönde etkisi olduğuna dikkat çekmektedir.

3. ÇALIŞMANIN AMACI VE YÖNTEMİ

Günümüz dünyasında artan küreselleşme hızı ve teknolojik gelişmeler tüm sektörlerde olduğu gibi inşaat sektöründe de rekabeti artırmaktadır. Artan rekabet ortamı, inşaat sektöründe faaliyet gösteren firmaları yenilikçi ve farklı projeler ortaya çıkarmaya itmekte ve bu durum projelere ait belirsizlikleri ve riskleri artırdığından, risk yönetimini sektör için daha da önemli kılmaktadır.

Bu çalışma kapsamında inşaat sektörü özelinde risk yönetimi üzerine yapılan çalışmalar irdelenerek, yüklenici firmaların risk yönetimi algısı ve risk tutumu belirlenmeye çalışılmıştır. Literatürde sektör özelinde yapılan risk yönetimi çalışmalarından; inşaat projelerinde risk yönetiminin, proje yönetimine ait diğer bilgi alanları ile bütünleştirilerek kurumlar tarafından içselleştirilmesinin, yönetimin verimliliğini ve etkinliğini artırabileceği sonucu çıkarılmıştır. Bu amaçla; TÜBİTAK 1001 programı kapsamında desteklenen 117M308 numaralı "Yapım Projelerinde Proaktif Yönetime Geçiş Amaçlı İç Kontrol ve Risk Yönetim Kapasitesinin Geliştirilmesi İçin Bir Araç: Ortak Proje Yönetim Portalı" başlıklı proje kapsamında bir yazılım geliştirilmiştir. Bu yazılımın, projelere ait belirsizliklerin azaltılarak risklerin minimize edilmesi, risk yönetiminin proje yönetiminin diğer bileşenleri ile

entegrasyonunun kolaylaştırılması ve proje risklerinin şirket risk iştahı ile uyumluluğunun kontrol edilerek risk yanıtlarının belirlenmesi konusunda inşaat sektöründe faaliyet gösteren firmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

4. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

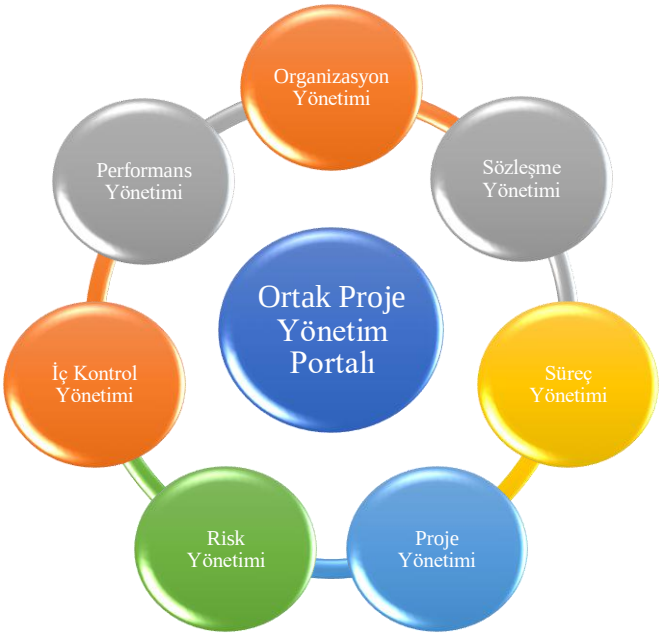
4.1.Kurumsal Risk Yönetiminin İnşaat Sektörüne Entegrasyonu

Risk yönetiminin inşaat projeleri için kaçınılmaz olduğu bir gerçektir; ancak, kurumsal şirketlerin stratejik planlar doğrultusundaki hedeflerini gerçekleştirmesi için risk yönetimi yalnız başına yeterli olamamaktadır. Risk yönetiminin kurumsallaştırılabilmesi için ortak bir risk profili ve risk iştahı belirlenmeli; belirlenen profiller üzerinden gerçekleştirilecek yönetim, kurumdaki tüm kademeler tarafından uygulanmalıdır.

Kurumsal risk yönetimi, şirketlerin stratejik planları doğrultusunda geleceğini şekillendirmektedir. Ancak; kazanılan deneyimlerin ve performansların değerlendirilmesi, yapılmış ve yapılmakta olan projelerin denetimini de gerekli kılmaktadır. Finansal ve yönetsel bilgilerin bağımsız olarak doğruluk, güvenilirlik, zamanlama bakımından test edilmesi ve işletmenin standartlara, politika ve prosedürlere uyumunun sağlanması da gerekmektedir.

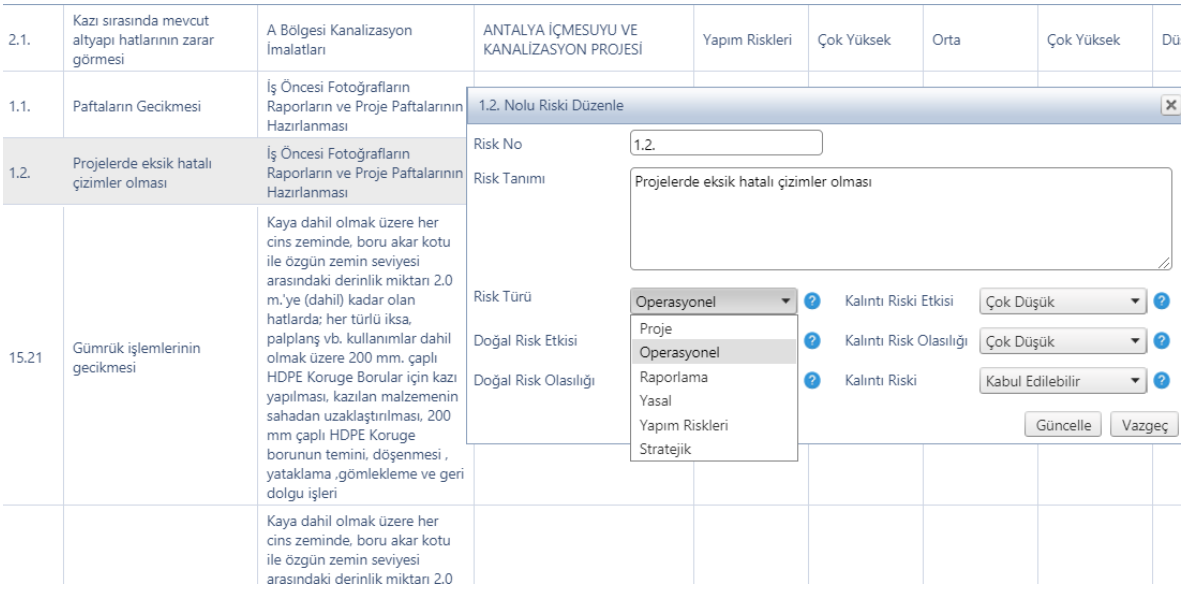
İnşaat sektöründe faaliyet gösteren kurumların; inşaat projelerinin özgün yapısı sebebiyle iç kontrol ve kurumsal risk yönetimi kavramlarıyla yönetilmesi gerekliliği açıkça görülmektedir. Bu gereklilik doğrultusunda; TÜBİTAK 1001 programı kapsamında geliştirilen 117M308 numaralı "Yapım Projelerinde Proaktif Yönetime Geçiş Amaçlı İç Kontrol ve Risk Yönetim Kapasitesinin Geliştirilmesi İçin Bir Araç: Ortak Proje Yönetim Portalı" başlıklı proje kapsamında web tabanlı bir yazılım geliştirilmiştir. Geliştirilen Ortak Proje Yönetim Portalı ile şirketlerin organizasyon, sözleşme, proje, süreç, risk, iç kontrol ve performans yönetimlerinin birbiri ile senkronize edilmesi, proje bazlı edinilen deneyimlerin kaydedilerek proje ve şirket risk haritalarının çıkarılması ve risk yönetim sistemlerinin izlenebilirliğinin ve kontrol edilebilirliğinin kolaylaştırılması amaçlanmıştır.

117M308 numarası ile TÜBİTAK 1001 programı kapsamında geliştirilen, Ortak Proje Yönetim Portalı ile risk yönetiminin etkinliğinin ve verimliğinin artırılabilmesi için iç denetim ve kurumsal risk yönetim kavramlarının proje yönetiminin diğer bileşenleri ile entegre edilmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda portal; organizasyon yönetimi, sözleşme yönetimi, proje yönetimi, süreç yönetimi, risk yönetimi, iç kontrol yönetimi ve performans yönetimi olmak üzere Şekil 1'de gösterildiği üzere yedi adet ana modülden oluşmaktadır.



Şekil 1. Ortak Proje Yönetim Portalı Modülleri

Portal ile proje bazında gerçekleştirilen risk değerlendirmesi sonucu, proje risklerinin kurum stratejileri doğrultusunda kabul edilebilirliğinin değerlendirilebilmesi için oluşturulan süreç kartları ile proje riskleri süreçlere etki ettirilmektedir. Süreçlere tanımlanan risklere ait önlemler belirlenerek kontrol haritaları hazırlanmaktadır (Şekil 2 ve Şekil 3).



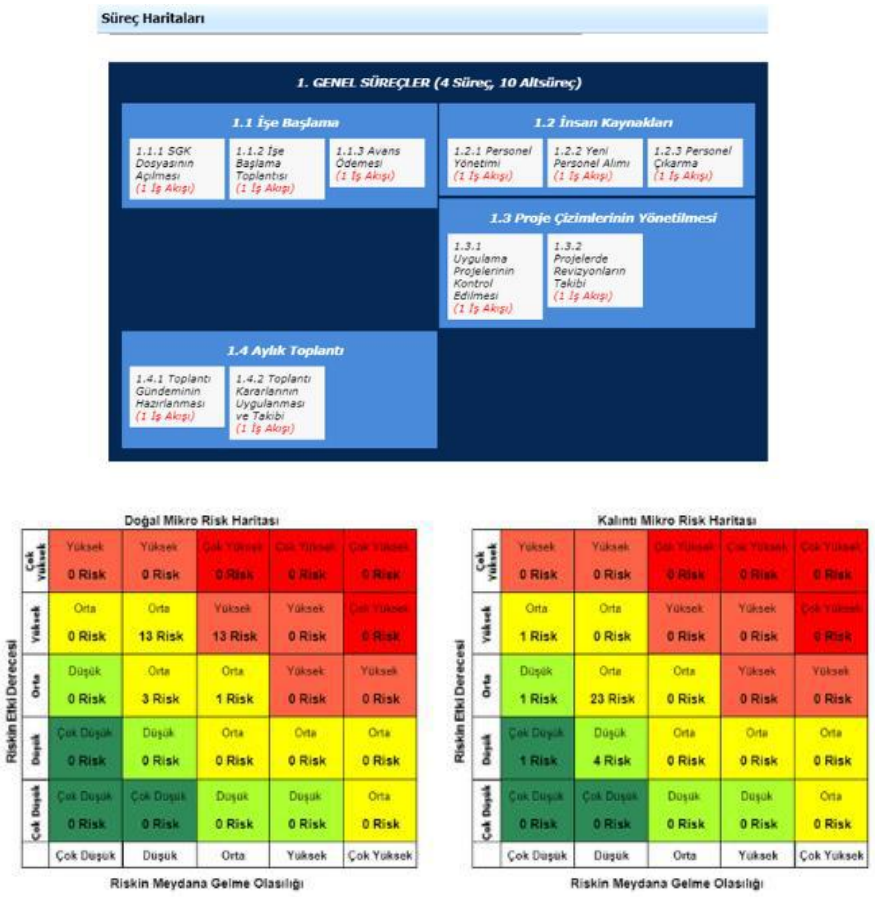
Şekil 2. Ortak Proje Yönetim Portalında Proje Faaliyetlerinin ve Risklerinin Tanımlanması

KONTROL HARİTASI

Süreçler	Kontrol No	Kontrol Tanımı	Sorumlu Birim	Kontrol Sorumluları	İşlevsel Kontrol Türü	Manual / Otomatik	Kontrolün Önemi	Kontrol Sıklığı	Göster
1. SÜRE KONTROL SÜREÇLERİ 2. Alt Yüklenici Yönetimi 3. Taşeron Sözleşmeleri	K.2.2.1-1	Çalışılacak olan alt yüklenici ile ilgili olarak yapım konusuna uygun şekilde "Onaylı Alt Yüklenici Listeleri"nin oluşturulması ve güncel olarak takip edilir.	Teknik Ofis Departmanı	-	Önleyici	Manuel	Anahtar	Her işlemde	İş Akışı
1. SÜRE KONTROL SÜREÇLERİ 2. Alt Yüklenici Yönetimi 3. Taşeron Sözleşmeleri	K.2.2.1-2	Şirket taşeron seçim prosedürüne göre taşeronlardan teklif toplanarak, Prosedürlerde belirlenen seçim kriterlerine uygun olarak görüşme ve seçimlerin yapılması	Teknik Ofis Departmanı	-	Önleyici	Manuel	Anahtar	Gerekli Oldukça	İş Akışı
1. SÜRE KONTROL SÜREÇLERİ 2. Alt Yüklenici Yönetimi 3. Alt Yüklenici Personel ve İşçileri	K.2.2.2-1	Şirket taşeron seçim ve değerlendirme prosedürü ile Taşeron performans değerlendirmesi yapılarak, değerlendirme raporlarının hazırlanması	Teknik Ofis Departmanı	-	Önleyici	Manuel	Anahtar	Gerekli Oldukça	İş Akışı
1. SÜRE KONTROL SÜREÇLERİ 2. Alt Yüklenici Yönetimi 3. Alt Yüklenici Personel ve İşçileri	K.2.2.2-2	Taşeron performans değerlendirme sonucunun Taşeron ile paylaşılması, gerekirse düzeltici faaliyet talebinin yazılı olarak yapılması ve taşerondan düzeltici faaliyet talebi ile ilgili yapacağı faaliyetin tanımlanmasının istenmesi	Teknik Ofis Departmanı	-	Önleyici	Manuel	Anahtar	Gerekli Oldukça	
1. SÜRE KONTROL SÜREÇLERİ 2. Alt Yüklenici Yönetimi 3. Alt Yüklenici Personel ve İşçileri	K.2.2.2-3	Taşeronlar için de insan kaynakları gelişimine ile ilgili gerekler uygulanması (Oryantasyon eğitimi, iş başı eğitimler vb.)	Teknik Ofis Departmanı	-	Önleyici	Manuel	Anahtar	Gerekli Oldukça	

Şekil 3. Portalda Girilmiş Bir Projenin Kontrol Haritasına Ait Ekran Görüntüsü

Süreçlere ait risklerin tanımlanması sonucu risk etki ve olasılıkları göz önünde bulundurularak risk değerlendirilmesi yapılmakta ve birim, proje ve son olarak şirket bazında risk haritaları çıkarılmaktadır. Şekil 4 ve 5'te süreç haritası ve risk ve kontrol matrisleri gösterilmektedir.



Şekil 4. Süreç ve Risk Haritaları

RİSK VE KONTROL MATRİSİ

				Doğal Riskler			Kalıntı Riskler			
Risk Türü	Amaç / Ana Süreç	Hedef / Süreç	Alt Süreç	Etkisi	Olasılık	Seviye	Etkisi	Olasılık	Seviye	Risk İştahı
Proje	GENEL SÜREÇLER	Proje Çizimlerinin Yönetilmesi		Yüksek	Düşük	Orta	Orta	Düşük	Orta	Kabul Edilebilir
Kontrol No	Kontrol Tanımı		Kontrol Sorumlusu	Kontrol Türü						
K.1.3-1	Kayıtlarda onaylı nüshalarının muhafaza edilmesi ve sahada uygulanmasının sağlanması		Proje Koordinatörlükleri	Önleyici			Manuel		Anahtar	
Proje	GENEL SÜREÇLER	Proje Çizimlerinin Yönetilmesi	Uygulama Projelerinin Kontrol Edilmesi	Orta	Düşük	Orta	Düşük	Düşük	Düşük	Kabul Edilebilir
Kontrol No	Kontrol Tanımı		Kontrol Sorumlusu	Kontrol Türü						
K.1.3.1-1	Çizimlerin uygunluğu proje müdürü tarafından ayrıca kontrol edilmektedir.		Proje Müdürlüğü Departmanı	Önleyici			Manuel		Anahtar	
K.1.3.1-2	Periyodik olarak gözden geçirme için toplantıları yapılması ve kayıt altına alınır.		Teknik Ofis Departmanı	Önleyici			Manuel		Anahtar	
K.1.3.1-3	Gözden geçirme kayıtlarının tutulması ve varsa düzeltme talep yazılarının yazılır.		Teknik Ofis Departmanı	Önleyici			Manuel		Anahtar	
Operasyonel	GENEL SÜREÇLER	Proje Çizimlerinin Yönetilmesi	Projelerde Revizyonların Takibi	Orta	Orta	Orta	Düşük	Düşük	Düşük	Kabul Edilebilir
Kontrol No	Kontrol Tanımı		Kontrol Sorumlusu	Kontrol Türü						
K.1.3.2-1	Teknik ofis personelinin proje revizyonlarının dağıtımı öncesinde "teslim teslim" formunu hazırlamış olduğunun kontrol edilmesi gerekmektedir.		Teknik Ofis Departmanı	Önleyici			Manuel		Anahtar	
K.1.3.2-2	Projelerin son geçerli versiyonlarının ilgili birimlere kontrollü olarak dağıtımının sağlanması (elektronik ortam, basılı doküman vb. metodlar da dağıtımda kimlere ne verildi işlenmeli).		Teknik Ofis Departmanı	Önleyici			Otomatik		Anahtar	
Yasal	GENEL SÜREÇLER	İşe Başlama	SGK Dosyasının Açılması	Yüksek	Düşük	Orta	Orta	Çok Düşük	Düşük	Kabul Edilebilir
Kontrol No	Kontrol Tanımı		Kontrol Sorumlusu	Kontrol Türü						
K.1.1.1-1	Başvuru evrakları idari ve mali işler sorumlusu tarafından da kontrol edilir		Finans Departmanı	Önleyici			Manuel		Anahtar	
Yasal	GENEL SÜREÇLER	İşe Başlama	SGK Dosyasının Açılması	Yüksek	Orta	Yüksek				
Kontrol No	Kontrol Tanımı		Kontrol Sorumlusu	Kontrol Türü						
K.1.1.1-2	SGK iyeri açma belgesi tarihleri ile kurumdan alınan kapatma belgesi tarihlerinin uyumluluğu kontrol edilir		Teknik Ofis Departmanı	Tespit Edici			Manuel		Anahtar	
	İdare yazısında işverenin belirttiği tarih ile iyeri açma belgesi tarihi uyumlu									

Şekil 5. Kurum Stratejileri Doğrultusunda Proje Risklerinin Kontrol Edilebilirliğini Gösteren Risk ve Kontrol Matrisi

Geliştirilen Ortak Proje Yönetimi Portalı'nın; yüklenici firmaların organizasyon, birim ve süreç uygulamaları ile entegre edilerek, iç kontrol ve kurumsal risk yönetim sisteminin bütünsel olarak değerlendirilmesine olanak sağlayacağı düşünülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Literatür çalışmaları, inşaat projelerinde risklerin etkin ve doğru bir şekilde yönetilmediği takdirde proje başarısı için büyük bir tehdit unsuru oluşturacağını vurgulamaktadır. Yapılan çalışmalar, inşaat projelerinde risklerden kaynaklanan maliyet ve süre aşımlarının, risk yönetim uygulamalarıyla %50 oranında azaltılabileceğini ve kültür, yönetim, yetenek ve uygulama bileşenlerinin risk yönetimindeki önemi vurgulanarak kurumsal risk yönetiminin, risk yönetiminin olgunlaştırılmasına pozitif yönde katkı sağlayacağını göstermektedir. Özellikle projelerde süre ve maliyet aşımına sebep olan faktörlerin yönetimsel ve finansal ağırlıklı olması, inşaat projelerinde risk odaklı proaktif bir yönetimi zorunlu kılmaktadır. Ancak, kurumsal şirketlerin stratejik planlar doğrultusundaki hedeflerini gerçekleştirmesi için risk yönetimi yalnız başına yeterli olamamaktadır. Risk yönetiminin kurumsallaştırılabilmesi için ortak bir risk profili ve risk iştahı belirlenmeli; belirlenen profiller üzerinden gerçekleştirilecek yönetim, kurumdaki tüm kademeler tarafından uygulanmalıdır.

Kurumsal risk yönetimi, şirketlerin stratejik planları doğrultusunda geleceğini şekillendirmektedir. Ancak; kazanılan deneyimlerin ve performansların değerlendirilmesi, yapılmış ve yapılmakta olan projelerin denetimini de gerekli kılmaktadır. Finansal ve yönetsel bilgilerin bağımsız olarak doğruluk, güvenilirlik, zamanlama bakımından test edilmesi ve işletmenin standartlara, politika ve prosedürlere uyumunun sağlanması da gerekmektedir.

Kurumsallaşma yolundaki inşaat firmaları için gerekli olan proaktif yönetim modeli göz önünde bulundurularak bu çalışma kapsamında web tabanlı bir yazılım geliştirilmiştir. Ortak Proje Yönetimi Portalı ile modüller arasında senkronizasyon sağlanarak, iletişimsizliğin önüne geçilebileceği, interaktif bir ortam oluşturularak birimler arası dinamizmin ve süreç kontrolünün sağlanabileceği, proje bazında analiz edilmiş risklerin şirket riskleriyle entegre edilerek şirket risk iştahıyla uygunluğunun sağlanabileceği, performans yönetimi ile verimliliğin artırılabileceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, TÜBİTAK 1001 Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı kapsamında desteklenen MAG 117M308 numaralı projeye verilen destekleri için TÜBİTAK'a teşekkürü bir borç bilirler. Yazarlar ayrıca Akdeniz Üniversitesi ve Bülent Ecevit Üniversitesi tarafından sağlanan destekler için de teşekkürlerini sunarlar.

KAYNAKLAR

1. Abdollahi, N. (2010), "Bir İnşaat Altyapı Projesinde Süre-Maliyet İyileştirilmesi İçin Bir Risk Yönetimi Modeli", Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
2. Al Nahyan, M. T., Hawas, Y. E. ve Raza, M. (2019), An Exploratory Study Of Relationships Between Stakeholders' Risk Perceptions and Their Roles and Experience in Construction Industry, International Journal of Construction Management, 1-17.
3. Al-Bahar, J. ve Crandall K. C. (1990), "Systematic Risk Management Approach for Construction Projects", Journal of Construction Engineering and Management, 116(3): 533-546.
4. Arıkan, E.A. (2005), "Development Of A Risk Management Decision Support System For International Construction Projects", Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
5. Baloi, D. ve Price, A. D. F. (2003), "Modelling Global Risk Factors Affecting Construction Cost Performance", International Journal of Project Management, 21: 261-269.
6. Birgönül, M. T. ve Dikmen, İ. (1996), "İnşaat Projelerinin Risk Yönetimi", IMO Teknik Dergi, 7 (4): 1305-1326.
7. Bozkurt, C. (2010), "Risk, Kurumsal Risk Yönetimi ve İç Denetim", Denetişim Dergisi, s.17-30.
8. Caiado, R., Lima G.B.A., Nascimento D., Neto J. V. (2016), "Guidelines to Risk Management Maturity in Construction Projects", Brazillian Journal of Operations & Project Management, 13(3): 372-385.
9. COSO, (2017), "Enterprise Risk Management Integrating with Strategy and Performance", Executive Summary.
10. Çam, F. (2005), "İnşaat Sektöründe Proje Risk Yönetimi ve Bir Risk Modellemesi Örneği", Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
11. Flanagan, R. ve Norman, G. (1993), "Risk Management and Construction", Blackwell Science, Oxford.
12. Karakaya, G. (2018), "COSO Kurumsal Risk Yönetimi-Riskin Strateji ve Performansla Uyumlaştırılmasına İlişkin Düzenleme Çerçevesinde Getirilen Güncellemeler", Denetişim Dergisi, 8 (18): 15-22.
13. Kaya, Ö. (2010), "Türk İnşaat Sektöründe Risk Analizi ve Yönetiminin Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
14. Kazaz, A., Ulubeyli, S., Tunçbilekli, N. A. (2011), "Causes of Delays in Construction Projects in Turkey", Journal of Civil Engineering and Management, 18 (3): 426-435.
15. Kazaz, A., Arslan, G., Ulubeyli, S. (2019), "An Application of Enterprise Risk Management and Internal Control in the Construction Sector: Joint Project Management Portal", 5th Internatıonal Conference on Engineering and Natural Sciences, 12-16th June, Prague.
16. Mallik K. ve Mishra A. (2017), "Factors and Impact of Risk Management Practice on Success of Construction Projects", International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR), 36 (7): 206-232.
17. Pierce, E. M., ve Goldstein, J. (2018), "ERM and Strategic Planning: A Change In Paradigm. International Journal Of Disclosure And Governance, 15(1): 51-59.
18. Project Management Institute (PMI) (2017), Proje Yönetimi Bilgi Birikimi Kılavuzu: PMBOK Kılavuzu, 6. Baskı, PMI TR.

19. Süllüoğlu, D. E. (2019), "Türkiye İnşaat Sektöründe Proje Risk Yönetimi Olgunluğu Üzerine Değerlendirme", Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
20. Türker, M. (2015), "İnşaat Projelerinde Maliyet, Süre ve Riskin Birlikte Ele Alındığı Simülasyona Dayalı Bir Risk Yönetim Modeli", Selçuk-Teknik Dergisi, 14 (2):21-42.

YÜKLENİCİ İNŞAAT FİRMALARINDA RİSK ESASLI PROAKTİF YÖNETİM

RISK-BASED PROACTIVE MANAGEMENT IN CONTRACTOR CONSTRUCTION COMPANIES

Prof. Dr. Aynur KAZAZ
Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü
Doç. Dr. Serdar ULUBEYLİ
Bülent Ecevit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü
Ali Evren İMRE
(Doktora Öğrencisi) Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Arş. Gör. Gökçen ARSLAN
Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü

ÖZET

İç kontrol, bir kurumda riskleri azaltmaya yönelik işlev gösteren uygulama, prosedür, politika, süreç, sistem ve eylemlerdir. İç kontrol sistemi ise, yönetsel sorunlara çözüm getiren, firmada etkinliği, etkililiği, verimliliği ve kurumsallaşmayı artıran bir araçtır. Risk, firmaların stratejik amaç ve hedeflerine ulaşmalarını etkileyebilecek olaylar veya durumlar olarak tanımlanabilmektedir. Kurumsal risk yönetimi ise; şirketlerin stratejik amaç ve hedeflerini gerçekleştirmesini etkileyebilecek olay veya durumların bütünsel bakış açısı ile belirlenmesi, ölçülmesi, önceliklendirilmesi sayesinde söz konusu olay veya durumların gerçekleşme ihtimalinin veya gerçekleştiğinde ortaya çıkaracağı etkinin azaltılması ile ortaya çıkabilecek fırsatların etkin değerlendirilmesi için gerekli ve yeterli eylemlerin zamanında gerçekleştirilmesin sağlanması amacıyla uygulanan kapsamlı ve sistematik bir yaklaşımdır.

İnşaat sektöründe artan rekabet ortamı nedeniyle yüklenici inşaat firmaları dinamik olarak sürekli bir değişim ve gelişim içinde olmak zorundadırlar. Bu dinamik ortam yüklenici inşaat firmalarının, reaktif olarak değil stratejik yönetim, risk yönetimi, iç kontrol ve sistem iyileştirme stratejileri ile proaktif olarak yönetilmesini gerekli kılmaktadır. Dolayısıyla, yüklenici inşaat firmaların rekabet güçlerinin artırılması, firma performansları artırılarak hedeflerine ulaşabilmesi, proaktif yönetim anlayışının kurum kültürüne dönüşebilmesi, firmada risk kültürünün tesis edilebilmesi ve ortak risk algısının oluşturulabilmesi için iç kontrol ve kurumsal risk yönetimi sisteminin yüklenici inşaat firmalarınca içselleştirmesini gerekli kılmaktadır.

Bu doğrultuda, yüklenici inşaat firmalarında, iç kontrol ve kurumsal risk yönetim sisteminin başarılı bir şekilde firma bünyesinde uygulanabilmesi için "Ortak Proje Yönetim Portalı" geliştirilmiştir. İç kontrol ve kurumsal risk yönetimi sisteminin kavramsal modeli teknolojik altyapı ile desteklenerek, modelin uygulanmasında etkinlik ve süreklilik sağlanması amaçlanmaktadır.

Yüklenici inşaat firmalarında iç kontrol ve kurumsal risk yönetimi sistemi yüklenici firmalara risk esaslı proaktif bir çalışma anlayışı kazandırması yanında, yüklenici inşaat firmalarında iç kontrol ve risk yönetim sistemine ilişkin ulusal ve uluslararası literatürde yapılan çalışmaların genişlemesine katkı sağlayacaktır. Bildiride yüklenici inşaat firmalarında risk esaslı proaktif yönetim anlayışı kazandıran iç kontrol ve kurumsal risk yönetim sisteminin bütünleştirilmesine yönelik model ve bir uygulama aktarılacaktır.

Anahtar Kelimeler: İç Kontrol, Kurumsal Risk Yönetimi, Kurum Kültürü, Risk Kültürü, Ortak Risk Algısı, Proaktif Yönetim, Yapım Yönetimi, Ortak Proje Yönetim Portalı

ABSTRACT

Internal control is an application, procedure, policy, process, system and actions that function to reduce risks in an organization. The internal control system, on the other hand, is a tool that provides solutions to managerial problems and increases efficiency, effectiveness and institutionalization in the company. Risk can be defined as events or situations that may affect the achievement of the strategic objectives of the companies. Corporate risk management is the comprehensive and systematic approach of effective implementation of the necessary and sufficient actions to ensure the effective and timely assessment of the opportunities that may arise by reducing the likelihood that these events or situations will occur, and in case of possible occurrence of such events or situations it determines, measures and prioritize the events or situations that may affect the achievement of the strategic objectives of the companies from a holistic perspective.

Due to the increasing competitive environment in the construction sector, contractor construction companies must dynamically undergo continuous change and development. This dynamic environment requires contractor construction companies to be proactively managed through strategic management, risk management, internal control and system improvement strategies, not to be reactive. Consequently, the internal control and corporate risk management system is required by the contractor construction companies in order to increase the competitiveness of contractor construction companies, to reach the targets by increasing the company performances, to transform the proactive management approach to the corporate culture, to establish the risk culture in the company and to create a common risk perception.

In this respect, “Joint Project Management Portal” has been developed for the successful implementation of internal control and corporate risk management system in contractor construction companies. The conceptual model of internal control and corporate risk management system is supported by technological infrastructure and the aim is to ensure efficiency and continuity in the implementation of the model.

The internal control and corporate risk management system in contractor construction companies will provide contractor companies with a proactive risk-based approach, and will contribute to the expansion of the national and international literature on the internal control and risk management system in contractor construction companies. The paper will present a model and an application for the integration of internal control and corporate risk management system that provides a risk-based proactive management approach to contractor construction companies.

Keywords: Internal Control, Corporate Risk Management, Corporate Culture, Risk Culture, Common Risk Perception, Proactive Management, Constrution Management, Joint Project Management Portal

1.GİRİŞ

Amerika’da enerji ve hizmet sektöründe faaliyet gösteren Enron şirketinin kayıtlarında planlı bir muhasebe hilesi yapıldığı ortaya çıkması sonrasında 2001 yılında iflas etmiş ve hisseleri 90 dolardan birkaç sente gerileyerek binlerce yatırımcı mağdur olmuştur. (Anonim 1). Amerika’nın en büyük yatırım bankalarından bir olan 158 yıllık Lehman Brothers firmasında bilanço verilerinde oynandığının ortaya çıkması sonucu konut sektörü kaynaklı ciddi bir ekonomik krizi tetikleyerek 2007 yılında iflasını açıklamıştır (Anonim 2). 20 Nisan 2010'da British Petroleum'a (BP) ait Meksika Körfezi'ndeki Deep Horizon platformunda meydana gelen patlamada 11 işçi ölmüş ve platformun çökmesi ardından

milyonlarca varil petrol denize karışmıştır. Sızıntı konusunda hazırlanan raporda; felakete tek bir faktörün yol açmadığı, bir dizi mekaniksel sorunların ve insan hatasının bulunduğu; mühendislik açısından tasarımların ve operasyonel uygulamaların da sorunlarda payı olduğu belirtilmiştir (Anonymous 1).

Yukarıda ifade edilen ekonomik krizler, felaketler sonrasında yaşanan can ve mal kayıplarına ek olarak, işsizlik, sağlık ve çevre sorunları gündeme gelmiştir. İnsanların hayatını, yaşam konforunu, mutluluğunu olumsuz etkileyen bu olayların engellenmesi veya engellenememesi durumunda vereceği zararın her çeşit sürdürülebilirliğe etkisinin olmaması sağlanamaz mı diye düşünülebilir.

Günümüzde; sektörden bağımsız büyük ya da küçük ölçekli kurumsal yönetim anlayışına sahip her ciddi kuruluş, iş yaşamında varlığını sürdürebilmek adına kendilerine bir yönetim modeli belirlemektedirler. İç kontrol ve risk esaslı proaktif bir yönetim modeli gibi adlandırmalar olabilmektedir. İç kontrol sistemi kurumsal risk yönetiminin ayrılmaz bir parçası olup, sektörden ve kuruluşlardan bağımsız olarak finansal, ekonomik, teknolojik, çevresel olumsuzluklara karşı içsel ve dışsal risklerin öngörülerek proaktif bir yönetim anlayışına sahip yönetsel bir modele sahip olunması ile yakından ilgilidir. Kuruluşun sürdürülebilir kılınması, belirsizliklere karşı iç kontrol ve risk yönetim sisteminin kurulması ve içselleştirmesi ile sağlanacak proaktif bir yönetim anlayışı ile güçleneceği gerçekliği kabul edilmektedir.

Bu çalışmada, yüklenici inşaat firmalarında risk esaslı proaktif bir bakış açısı temelinde "İç Kontrol ve Kurumsal Risk Yönetimi (KRY)" kavramlarının içeriğini ve bu kavramsal boyutun yüklenici inşaat firmalarında nesnelleştirilmesini sağlayacak olan "Ortak Proje Yönetim Portalı" uygulaması ortaya konulmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. İç Kontrol

İç kontrol, işletmenin tüm faaliyetlerini içeren temel yönetim kavramlarından biridir. İç kontrol, bir kurumda riskleri azaltmaya yönelik işlev gösteren uygulama, prosedür, politika, süreç, sistem ve eylemlerdir. İç kontrol sistemi ise, kurum genelinde amaç ve hedeflerin gerçekleştirilmesi için tesis edilen, tüm bu kontrolleri de kapsayan, ancak yönetim ve organizasyon, risk değerlendirmesi, iletişim, bilgi sistemleri ve iç denetimi de kapsayan bir yönetim aracı, üst düzey bir yönetsel kontrol mekanizmasıdır (Anonim 3).Uluslararası düzeyde kabul gören iç kontrol, kurumun hedeflerine ulaşması için makul güvence sağlamak üzere tasarlanmış olan bir sistemdir (Anonim 4). İç kontrol, bir işletmenin performans ve karlılık hedeflerine ulaşılmasına ve kaynakların kaybının önlenmesine veya güvenilir finansal raporlama yapılmasına yardımcı olabilir. İşletmenin kanunlara ve düzenlemelere uymasını, dolayısıyla itibarına ve diğer özelliklerine zarar verilmesinin engellenmesine yardımcı olur (İbiş ve Çatıkkaş, 2012).

İç kontrol mekanizmalarının doğru işlemesi için farklı ülkelerde çeşitli iç kontrol modelleri oluşturulmuştur. Bu modellerden en bilineni COSO (Treadway Komisyonu- Committee of Sponsoring Organizations)' dur. COSO tüm dünyada örgütsel yönetim, iş etiği, iç kontrol, kurumsal risk yönetimi, hile ve finansal raporlama gibi kritik konularda rehberlik hizmeti sağlayan bağımsız bir kuruluştur. İç kontrolün net olarak tanımlanması, kapsamının ve unsurlarının tutarlı bir şekilde ortaya konması amacıyla Amerika'da beş bağımsız meslek kuruluşu tarafından COSO (The Committe of Sponsoring Organizations) 1990'larda oluşturulmuştur. Komitenin kurucu başkanı James C. Treadway olması dolayısıyla popüler ismi "Treadway Komisyonu"dur. COSO komitesi yayınladığı raporlarda iç kontrolün pek çok farklı kişi için farklı anlamlar ifade ettiğini, bu nedenle herkes tarafından kabul görecek, ortak bir iç kontrol tanımı ve çerçevesi geliştirmenin önemine değinmiştir. Ayrıca, işletme ve

diğer kuruluşların; büyük veya küçük, kamu veya özel sektör, kar amaçlı veya değil, kendi kontrol sistemlerini değerlendirebilmeleri ve bunları nasıl geliştireceklerini tespit edebilmeleri için standartlar sağlamayı hedeflemiştir (Karakoç ve Özdemir, 2016).

Geçmişte sadece finans ve sigorta kuruluşlarının faaliyet alanına giren iç kontrol, risk yönetimi ve kurumsal yönetim kavramları, günümüzde hizmet, üretim vb. iş kollarında ve hatta kamu kurumlarında da yöneticilerin gündeminde yer almaktadır. Risk yönetimi ve kurumsal yönetimin tüm şirketlerin gündemine girmesi ile birlikte bu kavramların temelinde yer alan şirket iç kontrol sisteminin önemi artmıştır. Kurumlar, riskleri kontrol edebildiği sürece sürdürülebilirliklerini sağlayabilmektedir. Yönetimin iç kontrol yapısını oluşturmasında belirlenen üç temel hedef aşağıda verilmiştir.

- Faaliyetlerin etkinliği ve verimliliği (performans amaçları),
- Mali raporlama sisteminin güvenilirliği (raporlama amaçları),
- Yürürlükteki mevzuata ve diğer düzenlemelere uyum (mevzuata uyum),

Yukarıda verilen üç temel hedef dikkate alındığında; etkin bir iç kontrol yapısının, firmaların olası risklerden zarar görmesini engellediği, mali raporların zamanında ve doğru olarak üretilmesini ve faaliyetlerin ekonomik ve verimli olarak yürütülmesini sağlayarak, yasal mevzuat ile de uyumlu olmasını sağladığı kabul edilmektedir.

2.2. Kurumsal Risk Yönetimi

Riskin birçok tanımı bulunmakla birlikte, bu tanımlar arasında tam anlamıyla bir bütünlük ve benzerlik yoktur. Risk, kayıp ya da zarar olasılığı, olumsuz sonuçlar potansiyeli ve istenilmeyen bir olayın gerçekleşme ihtimali olarak tanımlanmıştır (Hampton, 2009). Risk, meydana gelebilecek olay ve faaliyetlerdeki tehdit ve fırsatların neden olabileceği sonucun, belirsizliği olarak tanımlanmıştır (Derici, 2015). Risk, belirsizliğin bir sonucu olarak proje hedeflerini etkileyen olumsuz ya da olumlu olayların meydana gelme olasılığını kabullenmektir (Al-Bahar ve Crandall, 1990).

Yönetim şekli ve anlayışı ne olursa olsun, başarılı bir yönetim için mutlaka risk yönetiminin uygulanması gerekmektedir. Bunun nedeni; kurumun olduğu her yerde risk oluşabileceği için, başka koşulların gerçekleşme şartına bakılmaksızın bu risklerin karşılanması gerekmektedir (Derici vd., 2007).

Önceleri, ayrı ayrı alanlarda mevcut riskler birer birer ele alınıp yönetilirken, günümüzde bu anlayış değişmiş ve risk yönetimi, daha entegre, stratejik ve kurumsal aktivitelerin olduğu, kurumun bütün seviyelerinde çalışanların dahil edildiği bir program çerçevesinde daha sistematik bir yapı halini almıştır (Akçakanat, 2012). Her bir riski ayrı silo şeklinde yönetme durumunda çeşitli risk yönetim bölümleri arasındaki koordinasyon eksikliğinden dolayı verimsizlik ortaya çıkarmaktadır (Hoyt and Liebenberg, 2011).

Kurumsal risk yönetimi; şirketlerin stratejik amaç ve hedeflerini gerçekleştirmesini etkileyebilecek olay veya durumların bütünsel bakış açısı ile belirlenmesi, ölçülmesi, önceliklendirilmesi ve söz konusu olay veya durumların gerçekleşme ihtimalinin veya gerçekleştiğinde ortaya çıkaracağı zararın azaltılmasıdır. Bununla birlikte ortaya çıkabilecek fırsatların etkin değerlendirilmesi için uygulanan kapsamlı ve sistematik bir yaklaşım olup; yönetsel ve operasyonel tüm süreçlerde etkinleştirilen bir yapıyı işaret etmektedir.

Kurumsal risk yönetiminin strateji, performans ve kurum kültürü ile ilişkisi bulunmakta olduğu kabul edilmektedir. Türkiye'de yasal zorunluluk olmamasına rağmen inşaat şirketlerinin kurumsal risk yönetimi çözümlerine yönelmeleri ile hem mevcut risklerin farkına varılması hem de kurum performanslarının artırılması hedeflerine ulaşabilmeleri mümkün olacaktır. Kurumsal risk yönetimi modeli strateji, performans ve risk yaklaşımının sentezi olan bir anlayış biçimidir. Bu üç bileşenin inşaat şirketlerinde kurumsal risk yönetim modelinde ilişkilendirilmesi Şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil 1: Kurumsal Risk Yönetimi (PwC)

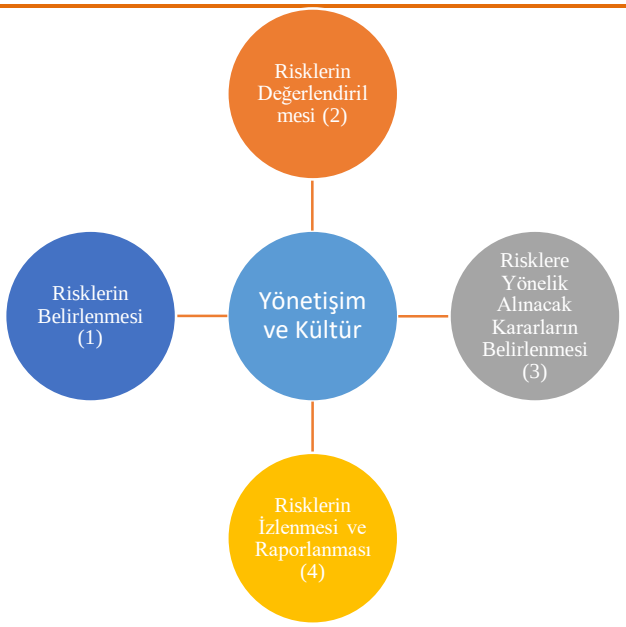
Kurumsal risk yönetimin bir program, bir süreç veya bölüm olmadığı kabul edilmektedir. Kurumsal risk yönetimi, karar vermenin bir parçası olarak bir karar destek sistemi olarak işlev göstermektedir. Tek başına anlam ifade etmeyen, ancak şirketin yaptığı her işin parçası olan yaklaşımlar, yetkinlikler, araçlar, kültür ve daha fazlası olarak kabul edilmektedir (Anderson, 2017:38).

Kurumsal risk yönetiminin kurum süreçlerine entegrasyonunun sağlanmasıyla birlikte kurum veya kuruluşların stratejik amaç ve hedeflerine ulaşmasında makul güvence sağlanabileceği beklenmektedir (Ilgar ve Erdoğdu, 2019).

Kurumsal Risk Yönetiminin ortaya çıkış gerekçesi, risklerin de ortaya çıkış gerekçesi olan kurumun başarmayı hedeflediği stratejiler ve amaçlar olup, kurumsal risk yönetiminin etkin çalışabilmesi ancak kurumsal risk yönetimi temelli organizasyonel yapılanma ile mümkün olabilmektedir (COSO, 2004).

Yönetişim, kurumun risk yönetim yaklaşımını belirler. Kurumsal Risk Yönetiminin önemini güçlendirir. Kültür, etik değerlere, davranışlara ve kurumdaki risk yaklaşımına ilişkindir (COSO, 2017: 6).

Kurumsal risk yönetimi; risklerin belirlenmesi, risklerin değerlendirilmesi, risklere yönelik alınacak kararların belirlenmesi ve risklerin izlenmesi ve raporlanması aşamalarını kapsamaktadır (Şekil 2).



Şekil 2: Kurumsal Risk Yönetimi Yaklaşım Adımları (PwC)

2.3. Kurum Kültürü-Risk Kültürü

Yönetişim, kurumun risk yönetimini belirler, kurumsal risk yönetiminin önemini artırır ve gözetim sorumluluklarını belirler. Kültür, etik değerlere, davranışlara ve kurumdaki risk anlayışına ilişkindir (COSO, 2017).

Kurum kültürü, kurumun yönetici ve çalışanları tarafından benimsenen temel değerleri ve davranışları yansıttığı kabul edilmektedir. Kurum kültürü kurumun çalışma tarzı, çalışanların birbirleriyle iletişimi, kurum içinde belirlenmiş olan standartlar ve kurallar, fiziksel çalışma ortamı, etik değerler ile yasal düzenlemeler, paydaş beklentileri, siyasi konum, kurum yapısında veya yönetiminde yaşanan değişikliklerinden etkilenebilir. Tüm bu faktörler kurumun risk algısının ne seviyede olduğunu, *ortak risk algısının* varlığını, kurumun riskten kaçınma ile risk almaya istekli olma aralığında nasıl konumlandığını, özetle kurumun *risk kültürünü* etkilediği değerlendirilmektedir. Söz konusu faktörlere bağlı olarak kurumların risk kültürleri farklılık gösterebilmektedir. Kurum kültürü ve risk kültürü birbirleriyle etkileşim halinde olmakla birlikte kurum kültürü, kurumsal risk yönetiminin nasıl uygulanacağına, risklerin nasıl tanımlanacağına, nasıl önceliklendirileceğine, nasıl yönetileceğine, nasıl raporlanacağına ve nasıl izleneceğine etki edebilir. Etkin bir kurumsal risk yönetimi için kurum içerisinde ortak bir yaklaşım oluşturulması yanında kurum kültürü, üst yönetim desteği, risk alma isteği, risk alma toleransı, standartlar ve prosedürler risk kültürünü oluşturduğu kabul edilmektedir.

Risk yönetimi ile ilgili son yıllarda çerçeveler, kurallar, standartlar getirilmiş olsa da bunlar kurumun hedeflerini elde etmesi için yeterli değildir çünkü bunları uygulayacak olanlar kişilerdir ve bu kişilerin olumlu veya olumsuz davranışları olabilir. Burada önemli olan kurumda hâkim olan kültürün davranışları etkilediğidir. Kurum kültürü o kuruma ait üyelerin tekrarlanan davranışlarından oluşur. Davranışlar kalıtsal ve kurum kültüründen gelen değer, inanç ve tutumlarca şekillenir. Kültür değer, inanç ve tutumların davranışa dönüşmesi ile oluşur (Görmen, 2018).

Risk kültürü, kurum kültürünün risk yönetimine odaklanan halidir. Daha geniş bir ifadeyle kurum kültürü, belli bir risk davranışının çoğalmasına fırsat verir ve risk kültürüne bir zemin oluşturur. Risk

kültürünü anlayabilmek için risk yönetiminde, kişisel eğilimlerin, tutum ve davranışları şekillendiren kişisel etiğin ve kurum kültürünün etkilerini analiz etmek gerekir (Hopkin, 2010).

Risk Yönetim Enstitüsü (IRM), bir kurumda risk kültürü çerçevesini Şekil 3'te gösterildiği gibi tanımlamıştır. Buna göre risk kültürü birden çok kavramın etkileşimidir. En alt kademede kişilerin etik yaklaşımlarını etkileyen ve risklere yönelik kişisel yaklaşımlarını içeren risk eğilimleri bulunur. Üstünde kişilerin karar verme süreçlerini etkileyen itaat, empati, temkinlilik, cesaret, güven, adalet ve dürüstlük gibi özelliklerden ibaret olan etik yer alır. Grup davranışları ve kurum kültürü de risk kültürünü etkileyen diğer katmanlardır (The Institute of Risk Management, 2012).

Şekil 3: Risk Kültürü Çerçevesi (The Institute of Risk Management, 2012)

3. ÇALIŞMANIN AMACI VE YÖNTEMİ

Bu çalışma kapsamında iç kontrol ve kurumsal risk yönetimi kavramları üzerinde durularak inşaat sektörü özelinde yüklenici firmaların risk esaslı proaktif bir yönetim anlayışını kolaylıkla kazanabilmeleri üzerine çalışma ortaya konulmaya çalışılmıştır.
İç kontrol ve kurumsal risk yönetimi kavramlarına ilişkin literatür araştırması yapılarak kavramsal model ortaya konulmuştur. Kavramsal model ile organizasyonun tüm risklerinin bütünsel olarak ele alınması sağlanarak, organizasyonlarda etkinlik, etkililik, verimlilik artışı ile rekabet avantajı sağlanacağı kabul edilmektedir.

Bu amaçla; Türkiye bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Kurumu (TÜBİTAK) 1001 Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı kapsamında desteklenen MAG-117M308 numaralı "Yapım Projelerinde Proaktif Yönetime Geçiş Amaçlı İç Kontrol ve Risk Yönetim Kapasitesinin Geliştirilmesi İçin Bir Araç: Ortak Proje Yönetim Portalı" başlıklı proje kapsamında "Ortak Proje Yönetim Portalı" geliştirilmiştir.

Kavramsal modelin nesnelleştirilmesi için bir araç olan Ortak Proje Yönetim Portalı, iç kontrol ve kurumsal risk yönetimi sisteminin yüklenici inşaat firmalarında içselleştirilmesi sayesinde risk esaslı proaktif bir yönetim anlayışının kazanılabilmesi için teknolojik altyapı oluşturmaktadır. Portalın yüklenici inşaat firmalarında risk kültürü oluşmasına katkı sağlayacağı, riskler dikkate alınarak tüm stratejik ve operasyonel faaliyetlerin yürütüleceği, önemli bir karar destek sistemi olacağı, faaliyetlerde etkinlik, etkililik, verimlilik artışı sağlanmasına katkı sağlayacağı beklenmektedir.

4. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

4.1. Yüklenici İnşaat Firmalarında İç Kontrol ve Kurumsal Risk Yönetimi Yaklaşımı

Dünya genelinde artan nüfus ile doğru orantılı bir şekilde gelişen insanlığın ihtiyaçlarını karşılamak adına inşaat sektörünün önemi oldukça büyüktür. Özellikle inşaat sektörünün ekonomideki payının fazla oluşu sektörün maruz kalabileceği risklere karşı etkin bir yönetim sisteminin geliştirilmesini gerektirmiştir. İnşaat projelerinin başarıya ulaşmasındaki en önemli faktör proje aşamasındaki belirsizliklerin önceden saptanabilmesi ve bunlara karşı gerekli önlemlerin alınmasıdır. Projenin sonucunu etkileyebilecek tüm belirsiz faktörlerin saptanması, risk yönetim sisteminin en önemli aşamasıdır (Birgönül ve Dikmen, 1996). Özellikle ekonomik belirsizlikler projelerin istenen süre, kalite ve maliyet ile tamamlanması adına önemli risk unsurlarından birini oluşturmaktadır. Dünya genelinde yaşanan ekonomik problemler inşaat sektörü için de risk unsuru oluşturmaktadır. Meydana gelen bu risk unsurlarına karşın etkin ve verimli bir risk yönetiminin gerçekleştirilmesi kaçınılmaz olmuştur.

Şirketler kuruluş amaçları doğrultusunda hedeflerini gerçekleştirecekleri faaliyetleri sürdürürken sürekli risk ve belirsizliklerle karşılaşmaktadırlar. Şirketlerin sürekliliği olarak adlandırılan kavram, kurumun dışsal koşullara sürekli uyum sağlayabilmesini, varlığını korumak için özel yetkinlikler geliştirmesini ve maruz kaldığı riskleri değerlendirip yönetebilmesini gerektirmiş ve risk yönetiminin önemi arttırmıştır. Günümüzde şirketler riski kültürel olarak sistemlerine, iş süreçlerine yerleştirme ihtiyacı duymakta olduklarından dolayı risk esas düşünce halini almıştır. Yöneticilerin organizasyonel büyüme ve kazançlarını artırmak için risklerin avantajlarını alabilme kabiliyetleri olmalıdır (Collier ve diğerleri, 2007).

İnşaat firmaları büyüdükçe tüm yapıyı kontrol etme gücü zayıflayabilmektedir. Bu durum inşaat firmalarının birçok riskle karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır. İnşaat firmaları karşılaştıkları bu risklere karşı önlem alıp yönetebildikleri sürece başarılı olabilmektedirler. Uygulanan önlem alma faaliyetlerinin etkinliği ise firmaların sahip olduğu iletişim yapısı ve kültürüne göre değişmektedir. Dolayısıyla, firmalar sadece önlem alma faaliyetleriyle istenilen sonuca ulaşamamaktadırlar. Bu durum inşaat işletmelerinde oluşturulan iç kontrol sisteminin sürekli gözlenmesi ihtiyacını da ortaya çıkarmıştır. İnşaat sektörü yükseliş trendi nedeniyle rekabetin en yoğun yaşandığı sektörlerden biridir. Dolayısıyla özellikle inşaat firmaları her ne kadar güçlü bir firma olsa da, sürekli bir şekilde gelişim içinde olmak zorundadırlar. Bu gelişimin sürekliliğinin sağlanması ve ivmesinin artırılabilmesi için, inşaat işletmelerinin etkin bir kontrol süreci oluşturmaları bir zorunluluk haline gelmiştir (Odabaş, 2010).

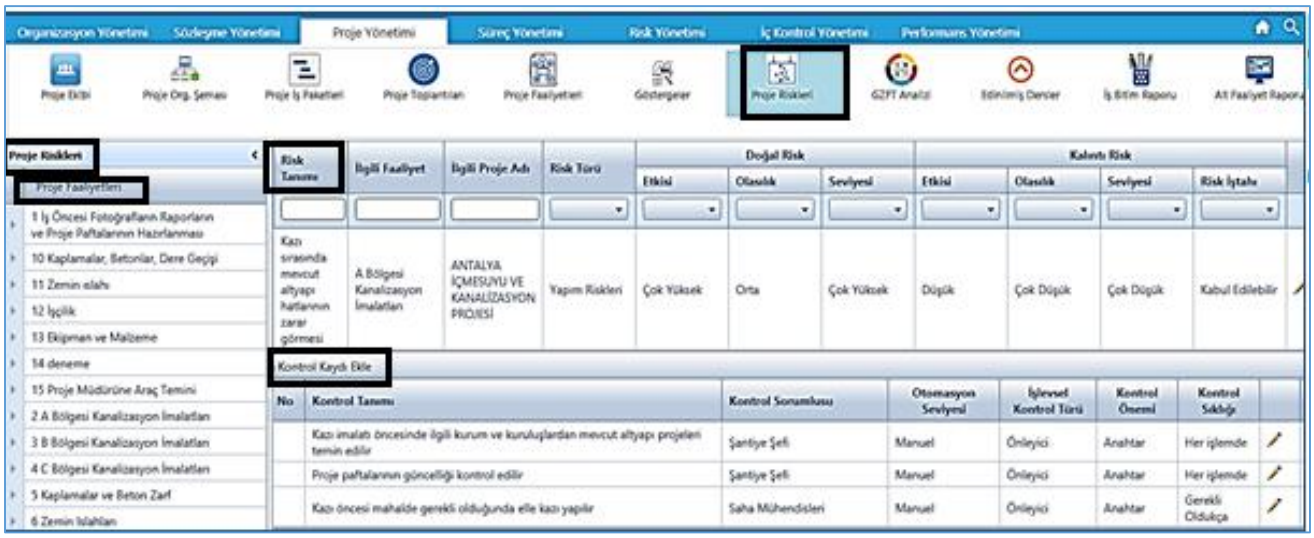
Bu çerçevede; yüklenici inşaat firmaların iç kontrol ve kurumsal risk yönetim sisteminin kurum kültürüne dönüşerek yaşayabilmesi için iç kontrol ve risk yönetim sistemi kavramsal modelini nesnelleştiren aynı zamanda risklerin belirlenerek, hızlı ve etkin izleme ve değerlendirme imkânı sunan "Ortak Proje Yönetim Portalı" geliştirilmiştir. Ortak Proje Yönetim Portalı Şekil 4'te gösterildiği üzere organizasyon yönetimi, sözleşme yönetimi, süreç yönetimi, risk yönetimi, proje yönetimi, iç kontrol yönetimi, performans yönetimi olmak üzere yedi (7) ana modülden oluşmaktadır (Şekil 4).

Şekil 4: Yüklenici İnşaat Firmaları İçin Ortak Proje Yönetim Portalı

Ortak Proje Yönetim Portalı modüllerine ilişkin ekran görüntüleri aşağıda yer almaktadır.

Proje Yönetimi Modülü

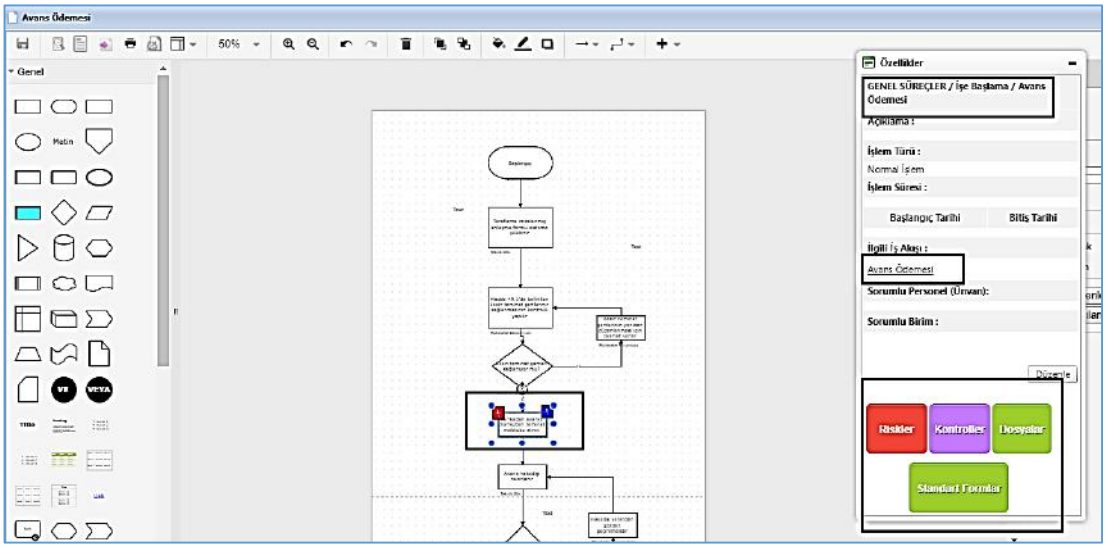
Proje Yönetim Modülü ile proje ekibi, proje organizasyon şeması, proje iş paketleri, proje toplantıları, proje faaliyetleri, göstergeler, proje riskleri, edinilmiş dersler, iş bitim raporu, alt yüklenici raporları tanımlanabilmekte ve GZFT analizi yapılabilmektedir (Şekil 5).



Şekil 5: Proje Yönetimi Modülü (Proje Riskleri ve Kontroller)

Süreç Yönetimi Modülü

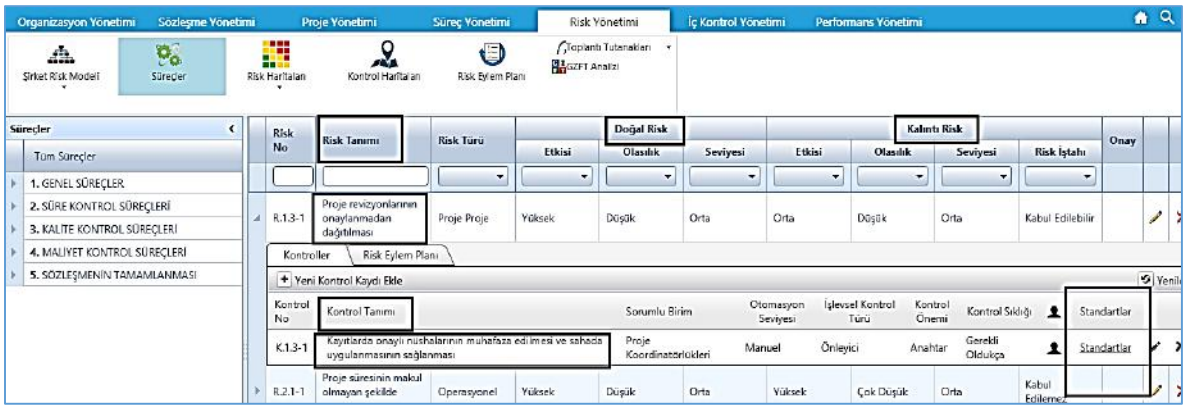
Süreç Yönetimi Modülü ile süreçler, süreç kartları, süreç haritaları, iş akış şemaları, süreç arşivi oluşturulabilmektedir (Şekil 6).



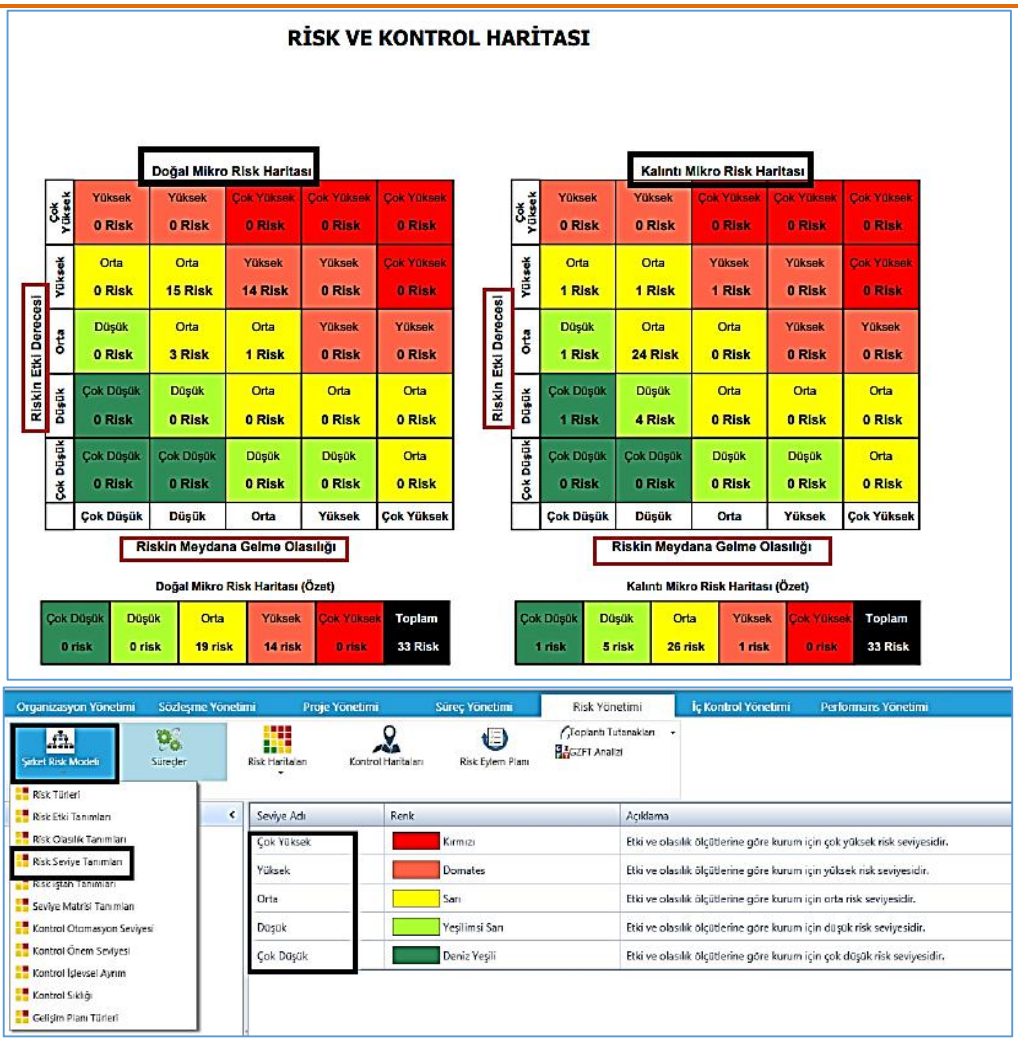
Şekil 6: Süreç Yönetimi Modülü (İş Akış Şeması ve Süreçteki Risk,Kontrol,Standart Form)

Risk Yönetimi Modülü

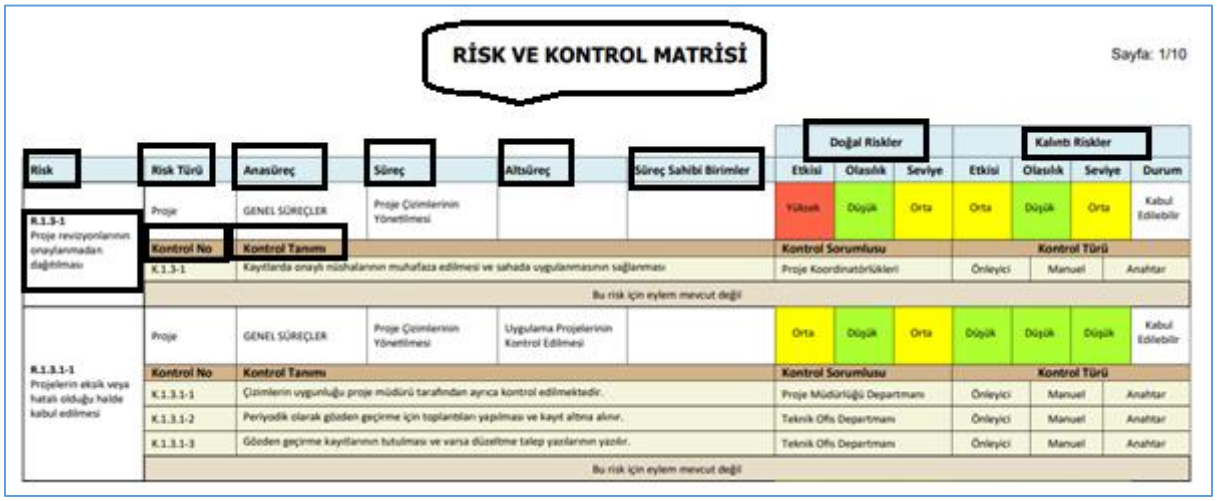
Risk Yönetim Modülü ile şirket risk modeli çerçevesinde süreçlere ilişkin riskler ve haritaları, kontrol haritaları, risk eylem planı oluşturulabilmektedir (Şekil 7,8,9).



Şekil 7: Risk Yönetimi Modülü (Süreç Riskleri-Kontrolleri, Kontrollerin İç Kontrol Standartları)



Şekil 8: Risk Yönetimi Modülü (Risk ve Kontrol Haritaları ile Risk Seviye Tanımları)



Şekil 9: Risk Yönetimi Modülü (Risk ve Kontrol Matrisi)

Yüklenici inşaat firmaları proje bazlı çalışmalar yürütseler de firmaların kendi iç yapısında çeşitli risklerin oluşması kaçınılmazdır. Bu bağlamda, sadece proje risklerinin yönetilmesi yerine dışsal riskleri, stratejik riskler ve şirket faaliyet riskleri bütünsel olarak Ortak Proje Yönetim Portalı aracılığıyla değerlendirilerek yönetilebileceği ve bu sayede risk esaslı proaktif bir yönetim anlayışına kolaylıkla geçiş sağlanabileceği değerlendirilmektedir.

5.SONUÇ

Kurumsal yönetim sistemleri kurum kültürüne dönüşmesi halinde başarılı olabilmektedir. Birçok sektörde yasal zorunluluklar sebebi ile şirket yönetimlerinin kararlar alınmasında önemli bir parçası olan kurumsal risk yönetim sistemi, inşaat sektöründe yasal zorunluluk olmasa da şirketin sürekliliği ve karlılığı hedeflerinin gerçekleşmesi için gerekli olduğu değerlendirilmektedir. İnşaat şirketlerinin belirsizliklere ve öngörülebilir durumlara karşı iş görme biçiminden ve çalışanlarından bağımsız olarak iç ve dış riskler dikkate alınarak risk esaslı proaktif bir yönetim anlayışının kazanılması daha kurumsal bir yapı kurulması ile ilgilidir.

İnşaat sektöründe iç kontrol ve kurumsal risk yönetimi kavramının yaygınlaşması ve sektörel olarak içselleştirilmesi sonucunda firmaların kurumsal yapılarının güçlenmesi sağlanabilecektir. Şirketlerin kurumsal yapılarının güçlenmesi ile doğru kararlar alınmasının kolaylaşabileceği, faaliyetlerde etkinlik, etkililik, verimlilik artışı, sektörde rekabet avantajı ve şirketlerde kurumsal değer artışı olabileceği değerlendirilmektedir. Bununla birlikte inşaat sektöründe ve yüklenici inşaat firmalarında teknolojik altyapısı ve şirket yapısına eklemlenmesi ile kolay bir uygulama imkânı sunan "Ortak Proje Yönetim Portalı" aracılığı ile iç kontrol ve kurumsal risk yönetim sisteminin inşaat sektörü uygulamalarında yaygınlaşması sonuç olarak beklenmektedir.

İnşaat sektöründe iç kontrol ve kurumsal risk yönetim sisteminin yaygınlaşmasında yüklenici inşaat firmaları ile yapılacak iş birliği çalışmaları sonucunda yapılacak saha çalışmaları sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda firmalar için anlamlı uygulamalar olup olmayacağı değerlendirilecektir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, TÜBİTAK 1001 Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı kapsamında desteklenen MAG 117M308 numaralı projeye verilen destekleri için TÜBİTAK'a teşekkürü bir borç bilirler. Yazarlar ayrıca Akdeniz Üniversitesi ve Bülent Ecevit Üniversitesi tarafından sağlanan destekler için de teşekkürlerini sunarlar.

KAYNAKLAR

1. Anonim 1 https://konupara.com/ekonomist/finansal-skandallar-10837 [Son erişim tarihi: 15/02/2019].
2. Anonim 2 https://konupara.com/ekonomist/finansal-skandallar-10837 [Son erişim tarihi: 15/02/2019].
3. Anonim 3: https://kontrol.bumko.gov.tr/Eklenti/3939,ikspdf.pdf?0 [Son erişim tarihi: 15/12/2018].
4. Anonim 4: https://kontrol.bumko.gov.tr/Eklenti/8227,kamuickontrolrehberi1versiyon12.pdf?0 [Son erişim tarihi: 15/02/2019].
5. Anonymous1, https://www.bbc.com/turkce/haberler/2010/09/100908_bp_leak [Son erişim tarihi: 15/02/2019].
6. Akçakanat, Ö. (2012), "Kurumsal Risk Yönetimi ve Kurumsal Risk Yönetim Süreci", Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, C.4, S.7: 30-46.

7. Al-Bahar, J. ve Crandall K. C. (1990), "Systematic Risk Management Approach for Construction Projects", Journal of Construction Engineering and Management, 116(3): 533-546.
8. Anderson, D. (2017), "COSO ERM Getting Risk Management Right: Strategy and organizational performance are the heart of the updated framework"" Internal Auditor, Vol. 74 Issue 5: 38-43.
9. Birgönül, T. ve Dikmen, İ. (1996). "İnşaat Projelerinin Risk Yönetimi", IMO Teknik Dergi, 97: 1305-1326.
10. Collier, P. M., Berry, A. J. and Burke, G. T. (2007), "Risk and Management Accounting: Best Practice For Enterprise-Wide Internal Control Procedures", CIMA/Elsevier, Oxford 160pp., Christine Helliar, University Of Dundee, UK.
11. COSO, (2004/1)," PricewaterhouseCoopers LLP and Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission, "Enterprise Risk Management Integrated Framework: Executive Summary, Framework, September 2004", Association Sections, Divisions, Boards, Teams. 38. https://egrove.olemiss.edu/aicpa_assoc/38 [Son Erişim 15/12/2019].
12. COSO, (2017), Integrating with Strategy and Performance Executive Summary, https://www.coso.org/Documents/2017-COSO-ERM-Integrating-with-Strategy-and-Performance-Executive-Summary.pdf [Son erişim tarihi: 15/12/2019].
13. Derici, O., Tüysüz, Z. ve Sarı, A. **(**2007), "Kurumsal Risk Yönetimi ve Sayıştay Uygulaması", Sayıstay Dergisi, Sayı 65(Özel):151-172.
14. Derici. O. (2015), "İc Kontrol ve Risk Yonetimi", Antalya: Bekad Yayınları.
15. Görmen,M. (2018), **"**Örgüt Kültürü ile Risk Kültürü Arasındaki İlişkin İncelenmesi", Balkan Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt:7, Sayı 14: 121-135.
16. Hampton J. J. (2009), "Fundamentals of Enterprise Risk Management: How to Companies Assess Risk, Manage Exposures and Seize Opportunities", AMACOM- American Management Association, Special Edition.
17. Hopkin, P. (2010), "Fundamentals of Risk Management: Understanding, Evaluating and Implementing Effective Risk Management", USA: Kogan Page Limited.
18. Hoyt, R. E. ve Liebenberg, A.P. (2011), "The Value of Enterprise Risk Management. Journal of Risk and Insurance", 78 (4): 795-822.
19. IRM, Institute of Risk Management. (2012), "Risk Culture: Resources for Practitioners", London.
20. Ilgar, T., Erdoğdu,G. (2019), "Kurumsal Risk Yönetimi Türk Kamu Sektörüne Nasıl Entegre Edilebilir?", Denetişim Dergisi, Sayı 18: 63-76.
21. İbiş, C. ve Çatıkkaş, Ö. (2012), "İşletmelerde İç Kontrol Sistemine Genel Bakış". Sayıştay Dergisi, (85): 95-121.
22. Karakoç, M., Özdemir,S.(2016), "İç Kontrolde COSO ve ICFR İlişkisi", Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 56, 141-152.
23. Odabaş, O. (2010), "İnşaat taahhüt İşletmelerinde İç Kontrol Sistemi ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi", Sosyal Bilimler Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
24. PricewaterhouseCoopers-PwC. (2007), "Kurumsal Risk Yönetimi: Temel Kavramlar ve Uygulamalar."

TRABZON FINDIĞINDAN (CORYLUS AVELLANA) ALINAN KABUKLAR ÜZERİNDE METİLEN MAVİSİ ADSORPSİYONU ÇALIŞMASININ KİNETİK HESAPLAMALARI

KINETIC CALCULATIONS OF METHYLENE BLUE ADSORPTION STUDY ON SHELLS OBTAINED FROM TRABZON HAZELNUT (CORYLUS AVELLANA)

Dr. Öğr. Üyesi Ali Rıza KUL
Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü
Hasan ELİK
(Doktora Öğrencisi) Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü
Dr. Öğr. Üyesi Adnan ALDEMİR
Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü
Dr. Öğr. Üyesi Hasan ERGE
Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü
Cemile KUL ESER
(Yüksek Lisans Öğrencisi) Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü

ÖZET

Sorpsiyon, bir substansın (madde) bir diğerine eklendiği fiziksel veya kimyasal bir prosestir. Adsorpsiyon ise iyon ve moleküllerin, diğer bir faz üzerinde fiziksel olarak yapışması veya bağlanmasıdır. Örneğin, reagtantların katı bir yüzeyde adsorplanmasıdır. Sert iklim şartlarından hoşlanmayan fındık ağacı ülkemizde genellikle Karadeniz yöresinde yetiştirilmektedir ve bölge insanına önemli bir geçim kaynağı olmaktadır. Zirai bakımı zahmetli olan bu yemiş uygun yetişme koşulları oluşturulduğunda yüksek verim sağlamaktadır. Meyvesi tüketilebildiği gibi kabukları da çöpe atılmayıp değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada, Trabzon ilinde yetişen fındıkların kabukları alındı ve kullanıldı. Metilen mavisi boyamada kullanılan bir kimyasal maddedir. Fındik kabukları çok ince öğütülüp 250 mesh elekten geçirildikten sonra, bunun birer gramı metilen mavisi boyası içeren farklı derişimlerdeki çözeltilere eklenmiştir. Farklı zaman aralıklarında bu çözeltilerden örnekler alınıp, UV-GB spektrofotometresinde 660 nm dalga boyunda adsorbansları ölçülmüştür. Ölçümler farklı sıcaklık değerlerinde yapılmış, elde edilen veriler birinci ve ikinci derece kinetik modellerine uygulanmıştır. İkinci derece kinetik modelde, 70 ppm metilen mavisi derişimindeki regresyon sabiti değerleri 298 K, 308 K ve 318 K'de sırasıyla 1, 0,9999 ve 0,9993 olarak bulundu. Sıcaklığın adsorpsiyon verimine etkisi şöyledir. Sıcaklık arttıkça, 70 ppm metilen mavisi konsantrasyonunun sırasıyla %49.04, %47.97, % 41.95, 298 K, 308 K ve 318 K olduğu bulundu. Sonuçta verilerin ikinci derece kinetik modeline uygun olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar bize Trabzon fındık kabuğunun kentsel kaynaklı atık suların arıtılmasında filtre amaçlı kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Trabzon fındığı, Metilen mavisi , Kinetik, Atık su, Adsorpsiyon

ABSTRACT

Sorption is a physical or chemical process in which one substance is added to another. Adsorption is the physical adherence or binding of ions and molecules on another phase. For example, adsorption of the reagents on a solid surface. Hazelnut tree is not grown in harsh climatic conditions in our country is generally grown in the Black Sea region and is an important livelihood for the people of the region. This nut, which is troublesome for agricultural maintenance, provides high yields when suitable growing conditions are established. Its fruit can be consumed as well as its shells are not discarded.

In this study, shells of hazelnut grown in Trabzon province were taken and used. Methylene blue is a chemical used in dyeing. After the hazelnut shells were finely ground and passed through a 250 mesh sieve, one gram of this was added to solutions of different concentrations containing methylene blue dye. Samples were taken from these solutions at different time intervals and their absorbance at 660 nm wavelength was measured on UV-GB spectrophotometer. The measurements were made at different temperature values and the obtained data were applied to first and second order kinetic models. In the second order kinetic model, regression constant values at 70 ppm methylene blue concentration were found to be 1, 0.9999 and 0.9993 at 298 K, 308 K and 318 K, respectively. The effect of temperature on adsorption efficiency is as follows. As the temperature increased, 70 ppm methylene blue concentration were found to be , 49.04%, 47.97%, 41.95 at 298 K, 308 K and 318 K, respectively. It was observed that adsorption decreased. As a result, it was observed that the data were in accordance with the second order kinetic model. These results show us that Trabzon hazelnut shells can be used for filter purposes in urban wastewater treatment.

Keywords: Trabzon hazelnut, Methylene blue, Kinetic,

1. GİRİŞ

1.1. Fındık Kabuğu

Fındık kabuğu, fındık üretilen yörelerde değerli ve yüksek kalorili yakacak olarak kullanılır. Fındık kabuğundan, kontralit yapılır, boya sanayiinde yararlanılır, Kömürleştirme yolu ile biriket kömürü, aktif kömür ve sanayi kömürü elde edilir.[1]. Saç ve kirpik dökülmesi sorunu ile mücadele eden kişiler, fındık kabuğunun yararlarından faydalanabilir. Nezle ve soğuk algınlığına da iyi gelen fındık kabuğunun besleyici ve iyileştirici bir özelliği vardır. Besleyici bir yanı da olan fındık kabuğu, zafiyete de iyi gelir. Takviye görevi görerek fazla zayıf olan kişilerin kilo almasına yardımcı olur, iştahı açar. Sıtmalı hastalıklara iyi gelen fındık kabuğu suyunun rahatlatıcı bir etkisi vardır. Karaciğer rahatsızlıklarına da iyi gelen bu şifalı su, karaciğeri açmak maksadıyla da kullanılır. Fındık kabuğu suyu, zehirlenme ve zehri etkisiz hale getirme konusunda da yoğurt gibi çok faydalıdır. Bunun yanı sıra kalın bağırsak iltihaplarına da iyi gelir. Yapılan son araştırmalar fındık kabuğunun kanser için çok faydalı olduğunu kanıtlamıştır. Doğada çok az bulunan ve kemoterapi ilaçlarının ham maddesi olan paklitaksel olan faydalı madde fındık kabuğunda yer almaktadır. Bu fındık kabuğunun en etkili faydalarından biridir. Faydaları saymakla bitmeyen fındık kabuğunun etkileri bilindikçe en az fındık kadar tüketilecek ve fındık kabuğu suyu pek çok kişinin rahatsızlıklarına çözüm olabilecektir.[2].

1.2.Metilen Mavisi

Kapalı Formülü $C_{16}H_{18}ClN_3S$ şeklinde olup Molar kütlesi 319,85 g/mol dür.Metilen mavisi Parlak yeşilimsi mavi renkte bir boyarmadde. Dimetilanilinden elde edilir. Bilhassa keten, kenevir ve jüt gibi yumuşak nebati lifleri boyamakta çok kullanılır. Ayrıca az da olsa kağıt, deri ve mordanlanmış pamuğu boyamada yükseltgenme-indirgenme reaksiyonlarında indikatör (belirteç) olarak kullanılır. [3].

2. MATERYAL VE METOT

2.1.Materyaller

a) Çalışmamızı hazırlarken kullandığımız malzemeler şunlardır.
b) Trabzon ‘dan getirilen Fındık kabukları
c) Metilen mavisi
d) Havan
e) 250 mesh elek
f) UltraViyole -VIS mini 1240 SHIMADZU marka Spektrometre cihazı
g) Küvet
h) Beher
i) 10 ml pipet
j) Saf su
k) Cam pamuğu
l) Termometre

2.2.Yöntem

Deneysel çalışmamızda farklı derişimlerde boyar madde (metilen mavisi) çözeltileri sırası ile 298 K,308 K,318 K derece sıcaklıklarda ayrı ayrı her bir çözeltiye 1’er gram öğütülmüş Trabzon fındığı kabuğu eklenerek manyetik karıştırıcı ile karıştırıldı. Değişik zaman aralıklarında alınan numunelerin (boyar madde) UV-GB spektrofotometresi kullanılarak 660 nm dalga boyunda absorbans ölçümleri yapıldı.

Trabzon ilinde yetişen fındık ağacından 2 kilogram materyal toplandı. Araştırma laboratuvarına söğüt getirildi. Fındık kabukları kırılarak çıkarıldı. Daha sonra saf suda yıkadıktan sonra 72 saat açık havada bırakarak kurutuldu. Daha sonra fındık kabukları havanda dövülerek çok ince taneli hale getirildi. 250 mesh lik ince elekten geçirildi. Böylece fındık kabuğu adsorbantı hazırlandı. Daha sonra 7 adet

600 mililitrelik beherler içerisine sırasıyla 500'er mililitre 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, 50 ppm, 60 ppm lik 70 ppm yedi tane metilen mavisi çözeltileri hazırlandı. Çözelti pH'sı 7,4 olarak ölçüldü. Hazırlanan çözeltileri sırası ile 298 K, 308 K, 318 K derece sıcaklıklarda ayrı ayrı her bir çözeltiye 1'er gram Fındık kabuğu eklenerek magnetik karıştırıcı ile karıştırıldı. Çözelti pH ları 7,4 olarak ölçüldü.Değişik zaman aralıklarında, 5-10-20-30-40-50-60-70-80-90-100-120-130-140-150-160-180. dakikalarda çözeltilerden 5 ml örnekler alınarak , UltraViyole -VIS mini 1240 SHIMADZU marka Spektrometre cihazında, 1 cm ışın yollu kristal cam küvetler kullanılarak 660 nanometre dalga boyunda, adsorbansları ölçüldü. Bu adsorbansları ve çözeltilerde kalan metilen mavisi derişimleri kayıt edildi.

Şekil 1 . Çalışma ortamı görseli

3. BULGULAR

Metilen mavisinin, Fındık kabuğu üzerinde kinetik çalışmaları;

Bir olayın mekanizmasının aydınlatılması ve buna bağlı olarak tasarımı yapılacak süreçler için deneysel verilerin yorumlanması oldukça önemlidir.

3.1.Pseudo (First Order) Birinci Derece Kinetik Denklemi

Bu denklem **Lagergren denklemi** olarak da bilinmektedir ve aşağıdaki şekilde gösterilebilir:

$$dq/dt=k_{ads.1}(qe-q) \quad (1)$$

Burada:

qe dengede adsorplanmış madde miktarı (mg/g) .

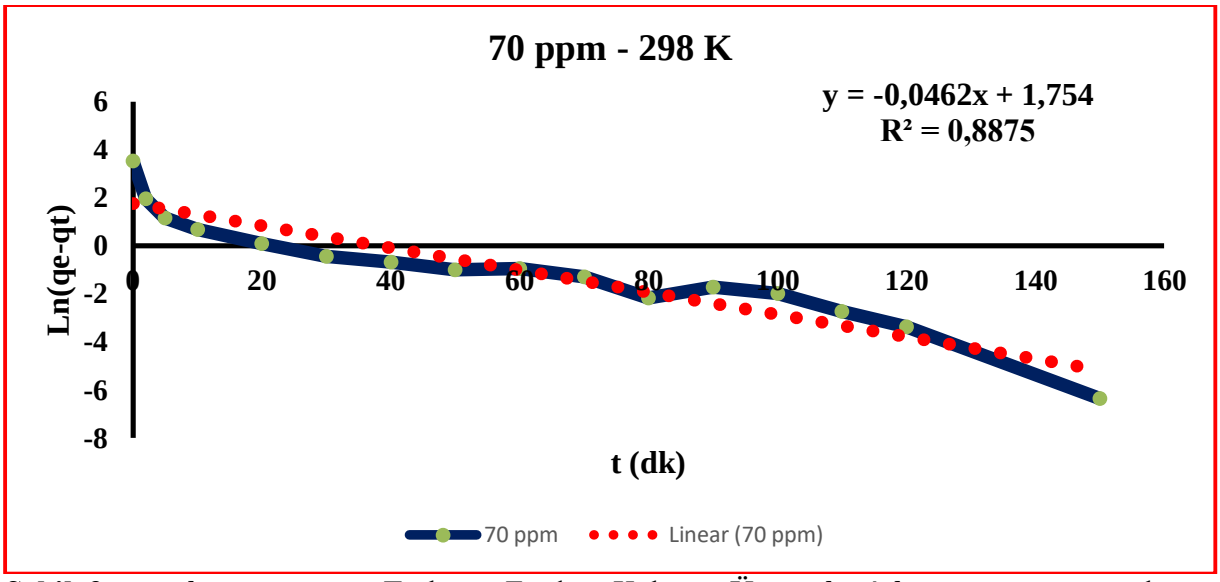
q herhangi bir t anında adsorplanmış madde miktarı (mg/g).

$k_{ads,1}$ (dak^{-1}) adsorpsiyon hız sabiti olarak alınır.

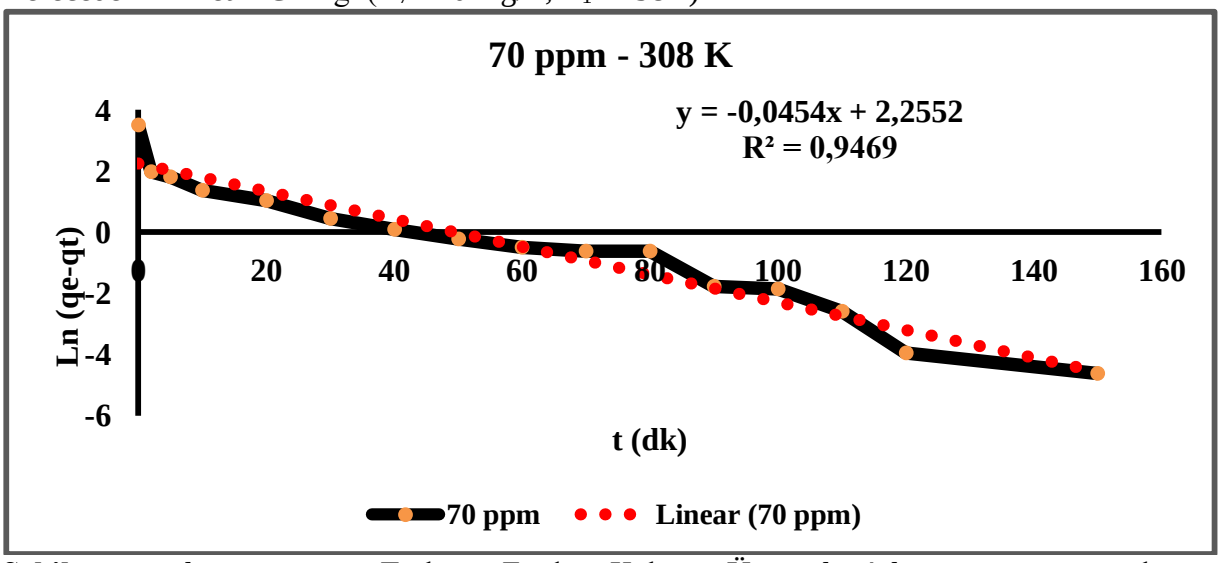
Bu denklemin t = 0-t ve q = 0-q aralığında belirli integrali alınıp yeniden düzenlenirse

$$\log(qe-q) = \log qe - \frac{k_{ads.1}}{2,303}\, t \quad (2)$$

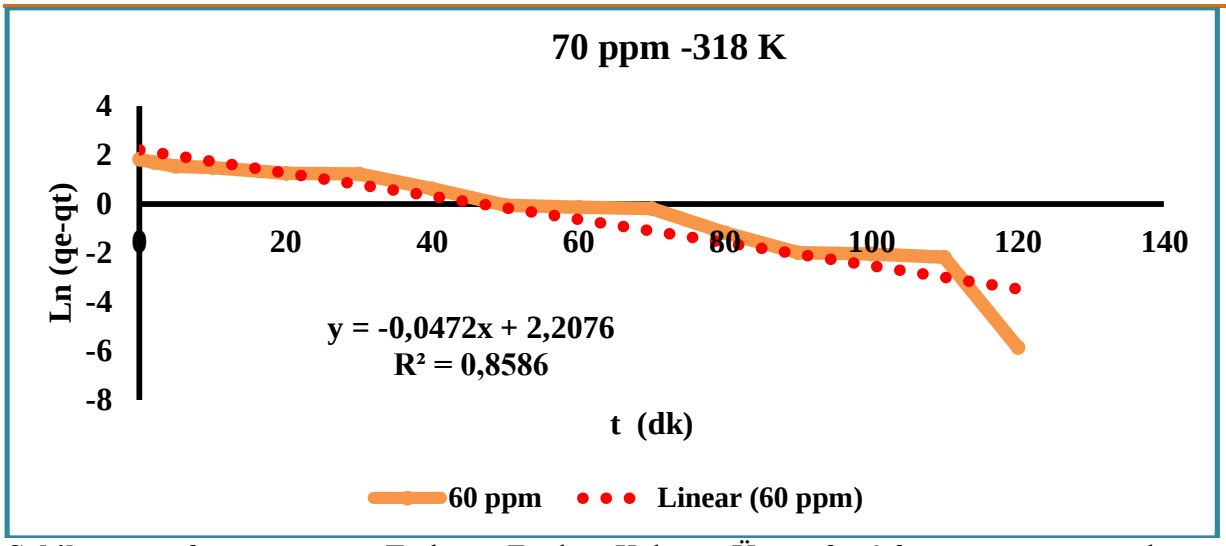
eşitliği bulunur. Eğer t değerlerine karşılık log (qe-q) değerleri grafiğe geçirilirse, elde edilen doğrunun eğiminden adsorpsiyon hız sabiti ($k_{ads,1}$) ve kayma değerinden denge anında adsorplanan miktar (qe) bulunur. [4-5].



Şekil 3. Metilen mavisinin Trabzon Fındığı Kabuğu Üzerinde Adsorpsiyonunun Yalancı Birinci Dereceden Kinetik Grafiği (C_7= 70 mg/L, T_1= 298K)



Şekil 4. Metilen mavisinin Trabzon Fındığı Kabuğu Üzerinde Adsorpsiyonunun Yalancı Birinci Dereceden Kinetik Grafiği (C_7= 70 mg/L, T_2= 308K)



Şekil 5. Metilen mavisinin Trabzon Fındığı Kabuğu Üzerinde Adsorpsiyonunun Yalancı Birinci Dereceden Kinetik Grafiği (C_7= 70 mg/L, T_3= 318K)

Tablo 1. Metilen mavisinin Trabzon Fındığı Kabuğu Üzerinde Adsorpsiyonunun Yalancı Birinci Dereceden Kinetik Hesaplamaları (70 mg/L)

T (K)	k_1	Teorik q_e (mg/g)	Deneysel q_e (mg/g)	R^2
298	0,0462	5,7776	34,3352	0,887
308	0,0454	9,5372	33,5890	0,946
318	0,0472	9,0938	29,3753	0,858

3.2.Pseudo (Second Order) İkinci Derece Kinetik Denklemi

Birçok adsorpsiyon olayında, Lagergren birinci dereceden hız denklemi, dengeye gelene kadar geçen sürenin tüm zaman aralıklarına uygulanmaz ve genellikle denge temas süresinin ilk 20-30 dakikasına tam olarak uymaktadır. Fakat pseudo ikinci dereceden hız denklemi (yani Ho–McKay denklemi) denge temas süresinin tümü için yazılabilir ve uygulanabilir. Pseudo ikinci derece hız denklemine göre; adsorpsiyon kapasitesi adsorplayıcı üzerinde bulunan aktif bölgelerin sayısı ile orantılıdır ve kinetik hız kanunu şöyle yazılır:

$$dq/dt= k_{ads.2}(q_e-q)^2 \quad (3)$$

Burada $kads_2$ adsorpsiyon hız sabiti (g/mgdak),

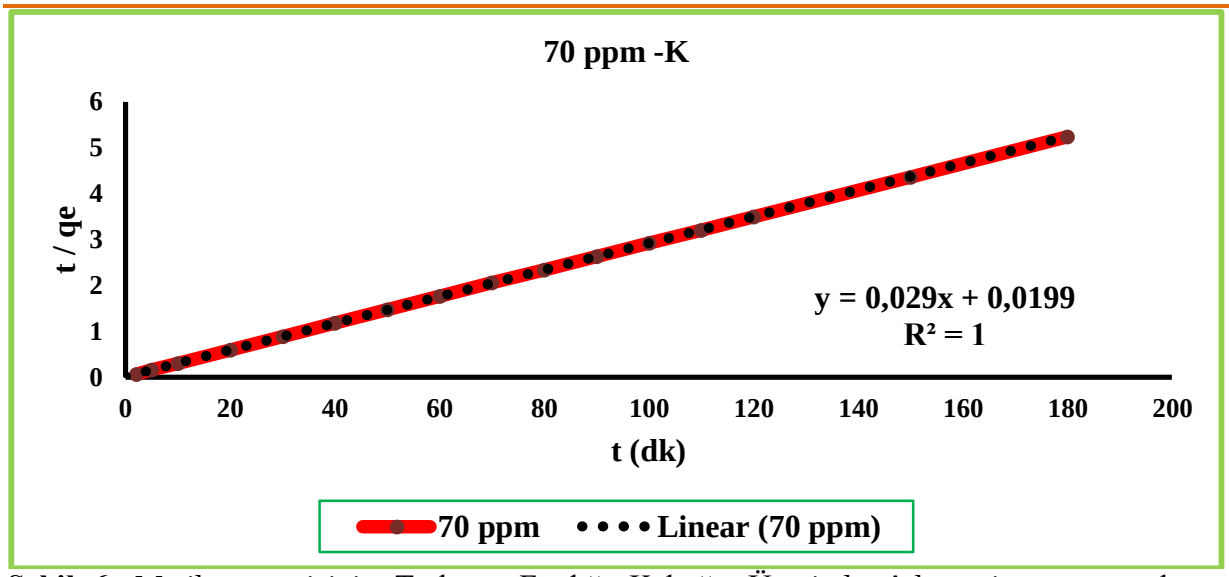
qe denge anında adsorplanan madde miktarı (mg/g),

q herhangi bir t anında adsorplanan madde miktarı (mg/g) dır.

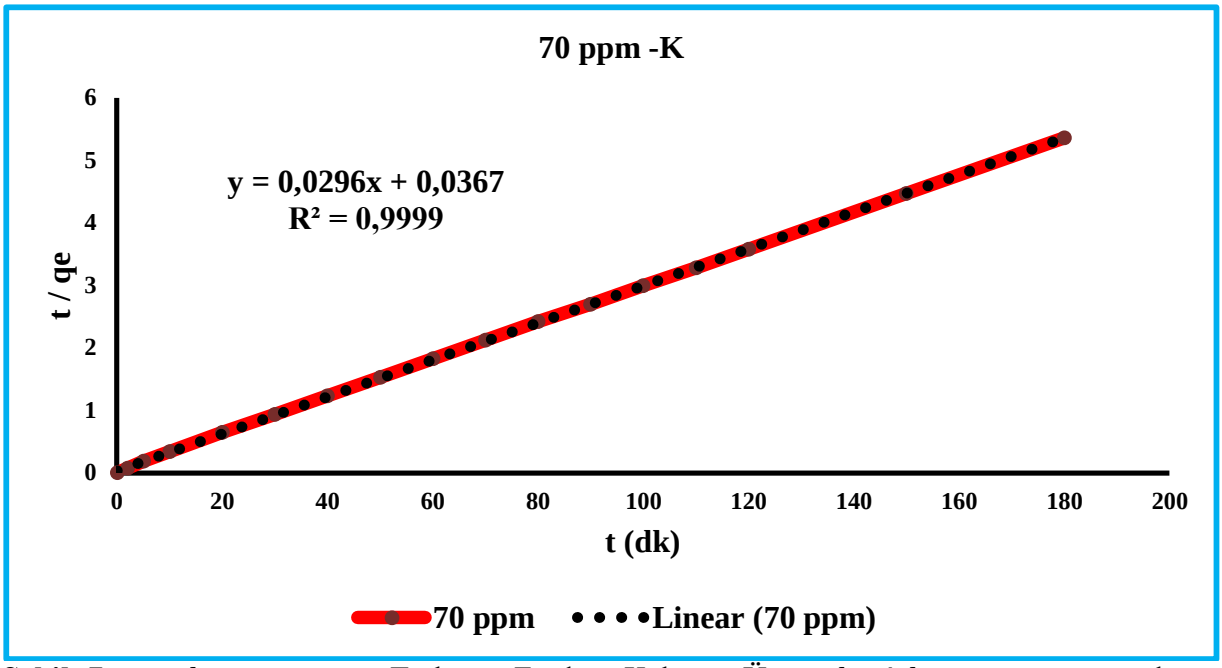
Denklem, t = 0-t ve q = 0-q aralığında belirli integrali alınıp yeniden düzenlenirse;

$$\frac{t}{q} = \left[\frac{1}{k_{ads.2.}} \cdot \frac{1}{qe^2}\right] + \left(\frac{t}{qe}\right) \quad (4)$$

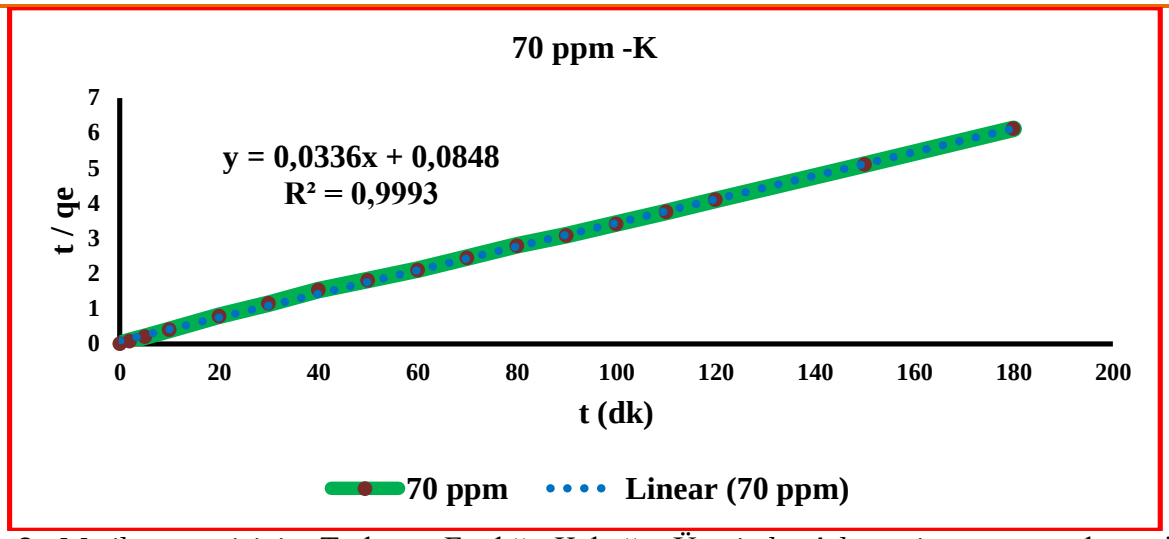
eşitliği bulunur. Eğer t değerlerine karşılık t/q değerleri grafiğe geçirilise, elde edilen doğrunun eğiminden denge adsorpsiyon kapasitesi (qe) ve kayma değerinden adsorpsiyon hız sabiti ($kads_2$) bulunur .[4-5]. Pseudo ikinci derece hız denklemlerinden elde edilen kinetik veriler, aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.



Şekil 6. Metilen mavisinin Trabzon Fındığı Kabuğu Üzerinde Adsorpsiyonunun yalancı ikinci dereceden kinetik grafiği (C_7= 70 mg/L, T_1= 298K)



Şekil 7. Metilen mavisinin Trabzon Fındığı Kabuğu Üzerinde Adsorpsiyonunun yalancı ikinci dereceden kinetik grafiği (C_7= 70 mg/L, T_2= 308K)



Şekil 8. Metilen mavisinin Trabzon Fındığı Kabuğu Üzerinde Adsorpsiyonunun yalancı ikinci dereceden kinetik grafiği (C_7= 70 mg/L, T_3= 318 K)

Tablo 2. Metilen Mavisinin Trabzon Fındığı Kabuğu Üzerinde Adsorpsiyonunun Yalancı İkinci Dereceden Kinetik Hesaplamaları (70 Mg/L)

T (K)	k_2	Theoric q_e (mg/g)	Experimental q_e (mg/g)	R^2
298	0,0225	30,487	30,40	0,9998
308	0,0179	31,25	31,118	0,9997
318	0,0209	25,575	25,361	0,9998

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışmamız Trabzon ilinde yetişen Fındık ağacından alınan Fındık kabukları kullanılarak sulardan metilen mavisi arıtılmasına yönelik olmuştur. pH'sı 7,4 olan metilen mavisi çözeltileri ile yapılan çalışmalar sonucunda alınan numuneler santrifüj edildikten sonra spektro fotometrede okunmuş ve değerler birinci derece yalancı ve ikinci derece yalancı kinetik denklemlerine uygulanmıştır. Verilere baktığımız zaman işlemin kolerasyon değerinin ikinci derece kinetik modelde, R^2= 1 (298 K) , R^2=0,999(308 K) ,R^2=0,9993 (318 K) birinci dereceden R^2=0,8875 (298 K) , R^2=0,9460 (308 K) ,R^2=0,8580 (318 K) büyük olması nedeniyle, ikinci derece kinetik modeline uygun olduğu sonucuna varılmıştır. İkinci derece kinetik modelde, 70 ppm metilen mavisi derişimindeki regresyon sabiti değerleri 298 K, 308 K ve 318 K'de sırasıyla 1, 0,9999 ve 0,9993 olarak bulundu. Sıcaklığın adsorpsiyon verimine etkisi şöyledir. Sıcaklık arttıkça, 70 ppm metilen mavisi konsantrasyonunun sırasıyla %49.04, %47.97, % 41.95, 298 K, 308 K ve 318 K olduğu bulundu. Bu sonuç Trabzon ilinde yetişen Fındık ağacından alınan Fındık kabuklarından hazırlanan biyokütlenin adsorban olarak atık su temizlenmesinde filtrasyon amaçlı kullanılabileceğini ,kimya, çevre ve toplum ilişkisi açısından yeşil kimyanın bir uygulaması olacağını ortaya çıkarmaktadır.

KAYNAKLAR

1. https://www.fiskobirlik.org.tr/findigin-anatomisi/ Erişim Tarihi:01.12.2019
2. https://www.risalehaber.com/findigin-kabugunu-sakin-atmayin-271172h.htm Erişim Tarihi:01.12.2019

3. https://www.nedir-tr.com/nedir-4515-anlam%C4%B1-metilen-mavisi Erişim Tarihi 01.12.2019

4. O. Abdelwahab, Kinetic and isotherm studies of copper (II) removal from wastewater using various adsorbents, *Egyptian Journal of Aquatic research*, Vol. 33, 2007, pp. 125-143.

5. SMITH, J. M., VAN NESS, H. C., Chemical Engineering Kinetics, third ed., SINGAPORE; McGRAVW HILL, 1987.

TRABZON FINDIĞINDAN (CORYLUS AVELLANA) SAĞLANAN KABUKLARDA METİLEN MAVİSİ ADSORLAMA ÇALIŞMALARININ TERMODİNAMİK VE İZOTERM HESAPLAMALARI

THERMODYNAMIC AND ISOTHERM CALCULATIONS OF METHYLENE BLUE ADSORPTION STUDY ON SHELLS OBTAINED FROM TRABZON HAZELNUT (CORYLUS AVELLANA)

Dr. Öğr. Üyesi Ali Rıza KUL
Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü
Hasan ELİK
(Doktora Öğrencisi) Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı
Dr. Öğr. Üyesi Adnan ALDEMİR
Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü
Dr. Öğr. Üyesi İhsan ALACABEY
Mardin Artuklu Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu

ÖZET

Kentlerde biriken atık sular içerisinde ağır metal iyonları ve toksik boyar maddeler bulunabilir. Eğer atık sular arıtılmazsa en başta sağlığımızı etkiler. Çünkü toksik madde kaynağıdır. Ayrıca arıtılmadığı takdirde yer altı suları kirlenir. Bu maddeler geleneksel atık su tesisleri tarafından tamamen atık sudan arıtılsalar da ekonomik açıdan pahalıdır.

Bu çalışmamızın amacı ilk defa Trabzon fındığı kabuğundan elde edilen talaşların kullanılarak su kirliliklerinin toprakta tutulması sağlanacak ve yer altı suları daha temiz olacağı üzerine tasarlanmıştır. Böylelikle temiz bir çevre ve kent yaşamına katkısı olacaktır. Deneysel çalışmamızda farklı derişimlerde boyar madde (metilen mavisi) çözeltileri sırası ile 298 K,308 K,318 K derece sıcaklıklarda ayrı ayrı her bir çözeltiye 1'er gram öğütülmüş Trabzon fındığı kabuğu eklenerek manyetik karıştırıcı ile karıştırıldı. Değişik zaman aralıklarında alınan numunelerin (boyar madde) UV-GB spektrofotometresi kullanılarak 660 nm dalga boyunda absorbans ölçümleri yapıldı.

Çalışma sonucunda metilen mavisinin Trabzon fındığı üzerinde hesaplanan izoterm verilerinde, 318 K da 70 ppm 500 ml metilen mavisi çözeltisinde 1 gram fındık kabuğu talaşı 29,37 miligram metilen mavisi adsorplamıştır. Metilen mavisi çözeltisinin pH'sı 7,4 olarak ölçülmüştür. Adsorpsiyonun Langmuir, Freundlich, Temkin, Dubinin-Radushkevich, izotermleri ile kıyaslandığında, Langmuir, izotermine daha iyi uyduğu ve en iyi sonucun R^2 = 0,995 ile 318K'da olduğu görüldü. Bu da bize Trabzon fındığı kabuğunun iyi bir absorban madde olduğunu gösterdi. Bu sonuçlara bakıldığında yaptığımız deneysel çalışmada Trabzon fındığı kabuklarının atık sulardaki toksik özellikteki boyar maddelerin giderilmesin de filtrasyon olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Trabzon Fındığı, Metilen mavisi, Langmuir, Freundlich, Temkin.

ABSTRACT

Heavy metal ions and toxic dyes can be found in wastewater accumulated in cities. If wastewater is not treated, it will affect our health in the first place. Because it is a source of toxic substances. Although these substances are completely purified from waste water by conventional wastewater plants, they are economically expensive. The purpose of this study is to keep the water pollution in the soil by using the shavings obtained from Trabzon hazelnut shell for the first time and to ensure that the groundwater will be cleaner. In this way, it will contribute to a clean environment and urban life. In our experimental study, dyes (methylene blue) solutions of different concentrations were mixed with magnetic stirrer by

adding 1 gram of grinded Trabzon hazelnut shell to each solution separately at 298 K, 308 K, 318 K degrees. Absorbance measurements were made at 660 nm wavelength using UV-GB spectrophotometer.
As a result of the study, the isotherm data of methylene blue on Trabzon hazelnut, 1 gram of hazelnut shavings in 70 ml 500 ml methylene blue solution at 318 K adsorbed methylene blue 29.37 milligrams. The ph of the methylene blue solution was measured as 7.4. Langmuir, Freundlich, Temkin, Dubinin-Radushkevich, adsorption is compared with isotherms, Langmuir, isotherm was found to be better and the best result R2 = 0.995 was found to be 318K. This showed us that the shell of Trabzon nuts is a good absorbent material. When we look at these results, our study shows that the removal of toxic dyes from Trabzon hazelnut shells can be used as filtration.

Key words: Trabzon Hazelnut, Methylene blue, Langmuir, Freundlich, Temkin.

GİRİŞ

1.Fındık

Fındık bitkisi, 12 ya da 20 tür ihtiva etmekle birlikte kültürü yapılan türler; Corylus avellana (adi fındık), Corylus colurna (Türk fındığı) ve Corylus maxima (Lâmbert veya Kan fındığı)'dır.2 Bu kültür bitkisinin anavatanı Türkiye'dir. Nitekim Romalı tabiat bilginlerinden Plinius, fındığın Yunanistan'a Doğu Karadeniz kıyılarından getirildiğini belirtmektedir.3 Bunun yanında fındığın anavatanının Trabzon ili olduğunu öne süren görüler de mevcuttur. 4
Fındık, ılıman ve nemli iklim bölgelerine uyum sağlamış nemli ve serin topraklarda 6-7 m, kıraç ve güneye dönük arazilerde 2-2.5 m kadar boylanabilen bir ağaççık bitkisidir. Sert kabuklu meyve olarak bilinen fındığın 100 gramında 13 gr protein, 61 gr yağ, 13 gr karbonhidrat ve 5.6 gr su bulunur.
Türkiye yıllara göre 550-600 bin ton yıllık üretimi ile dünya fındık üretiminin %65-70'ini, dünya fındık ticaretinin ise %70-75'ini gerçekleştirmektedir. Fındık en uygun yetiştirme koşullarını ülkemizin Karadeniz Bölgesinde bulmuş olup, Giresun, Trabzon, Sakarya, Samsun ve Bolu illeri başta olmak üzere 15 ilde ekonomik anlamda yetiştirilmektedir.[7].
Fındık erken yaşlanmayı engelleyebilir - günlük bir bardak fınfık tüketimi e vitamini ihtiyacının %86'nı karşılar. aynı zamanda a ve c vitamini yanında güçlü antioksidanlar içerir. bu vitaminlerin sinerjik etkileri yaşlanmayı önleyebilir. cilt üzerindeki çizgileri ve kışırıklıkları engeleyebilir. fındık kilo vermeye yardımcı olur - aşırı fındık tüketiminin kiloya neden olacağı yönünde genel bir kanaat vardır. Fakat yemeklerden önce yarım avuç fındık yemek mideyi doyurur ve yemek isteğini giderir. bu kadar fındık fazla kalori içermez.
Fındığın kalp ve damar sağlığına faydaları - içeriğinde yer alan doymamış yağlar kalp ve damar sağlığını koruyarak kalp krizi riskini azaltmaktadır.[8].

1.1.Fındık Kabuğu

1.1.Fındık Kabuğu , fındık çekirdeğinden ayrılmasıyla elde edilir. Fındık içi kabuğundan ayrıldıktan sonra iç kısmı yenilebilmesi için tesislere işlenmeye gönderilir. Dışındaki kabuk kısmıda atık olarak kabuk işleme tesislerine gönderilir.Burada içlerindeki çöp denilen gereksiz malzemeler ve topraktan arınıdırılır ve yakacak hale getirilir , daha sonra çuvallanarak satışa hazırlanır. [9].

1.2.Fındık Kabuğu Kullanmanın Yararları

Fındığın dışındaki kabuğu ise , hiç işlenmediği taktirde direk fırınlar , et mangal restorantları ve tavuk çiftlikleri gibi sanayi kuruluşlarında ucuz bir yakıt olarak kullanılır.Yakacak yakıt olarak oldukça avantajlıdır.Sert bir malzeme olduğu için , yakıldığında kalorisi yüksektir ama bir kayısı yada şeftali kabuğu kadar değildir , uzun süre yanar.Kömüre göre çok daha temizdir , bacada cüruf bırakmaz. Çevrecidir , ağaç kullanımını azaltır. Fiyatı çok uygundur. Giderlerinizi diğer yakacaklara göre %50

düşürür.Çünkü Maliyeti piyasadaki yakıtlara göre %50 daha ucuz. Çevre kirliliği yok denecek kadar azdır.Yerli ve bölgesel bir üründür.Bulunabilirliği ve Türkiye'de alternatifi mevcuttur.Çok Verimlidir. Kalorisi alev boy miktarı yüksek olması ve içindeki ethol maddesi parlayıcı özeliği ile ısınmada kullanılabilecek yerli yakıttır.

Kabukmatiğin yanmayı otomatik olarak ayarlamasından dolayı yanma oranı % 99'dur.

Kül oranı % 1,2'dir. Curuf çıkmamaktadır.[9].

Şekil 1 .: Fındık Kabuğu

1.3. Fındık Kabuğunun Kullanım Alanları

a). Tavuk – Besi Çiftlikleri
b). Fırınlar
c). Et – Mangal Restorantları
d). Kumlama Boya Sanayi
e). Kimya Tesisleri
f). Pealing Ürünleri
g). Kozmetik Sanayi
h). Uçak Motorlarını Temizleme Sanayisi
ı). Tank Boyası

1.4.Fındık Kabuğu Kullanmak Çevrecidir

Fındık Kabuğu ,alternatif enerji olarak bulunmuştur.Türkiye çapında 1 yılda 250.000 ton ağaçtan üretilmiş mangal kömürü tüketiliyor . 1 Kilo mangal kömürü için ise neredeyse 5 Kilogram ağaç yakılması gerekiyor. Odun kömürü yapımı için çevre katlediliyor , ağaçlar zarar görüyor ,ağaçsız alan erezyona uğruyor ve çölleşiyor. Yakılan yeşil ağaçların yanması sırasında çıkan zehirli gazlar havayı kirletiyor. Odun kömürü kullanmak yerine bitki atıklarından üretilen doğal mangal kömürünü kullanarak hem ormanlık alanların yok edilmesine hemde zararlı gazların ülkemizi ve Dünya'yı kirletmesine engel olabiliriz.[9].

2. Metilen Mavisi

Metilen mavisi sentetik bir temel boyadır. Metilen mavisi, nükleik asitler gibi negatif yüklü hücre bileşenlerine lekeler; onkolojik cerrahi sırasında bir tümörün lenfatik yatağında uygulandığında, metilen mavisi tümörden boşaltılan lenf nodlarını lekeleyebilir, böylece tümör sentinel lenf nodlarının

görsel lokalizasyonuna yardımcı olabilir. Düşük dozlarda intravenöz olarak uygulandığında, bu ajan methemoglobini hemoglobine dönüştürebilir.[17].

3. Adsorpsiyon

Adsorpsiyon olayı ilk olarak 1793 yılında Scheele ve 1797 yılında A. Fontana tarafından keşfedilmiştir. Adsorpsiyon üzerine ilk önemli araştırmayı 1814 yılında Saussure yapmıştır., Adsorpsiyon terimi ise 1881 yılında Kayser tarafından öne sürülmüştür. Atom ya da moleküllerin bir katı yüzeyinde tutunmasına **adsorpsiyon** denir. [1-2-3]. Yüzeye tutunmus olan bu taneciklerin yüzeyden ayrılmasına **desorpsiyon** denir. Katıya adsorplayıcı **adsorban** denir. Katı yüzeyinde tutunan maddelere ise **adsorplanan** denir. [5-6-7].Katı yüzeyindeki atomların dengelenmemiş kuvvetleri, yüzeylerine değmekte olan gazlar ya da çözünen maddeleri katı yüzeyine çekerler ve yüzey kuvvetleri dengelenmiş olur. Bu şekilde akışkan fazdaki maddelerin katı yüzeyinde adsorpsiyonu gerçekleşmiş olur. [16-18]. Bir katı yüzeyinde adsorplanan madde gazlarda, sıvılarda veya sıvı fazlarda çözünmüş bir bileşen olabilir . [5-10-18].

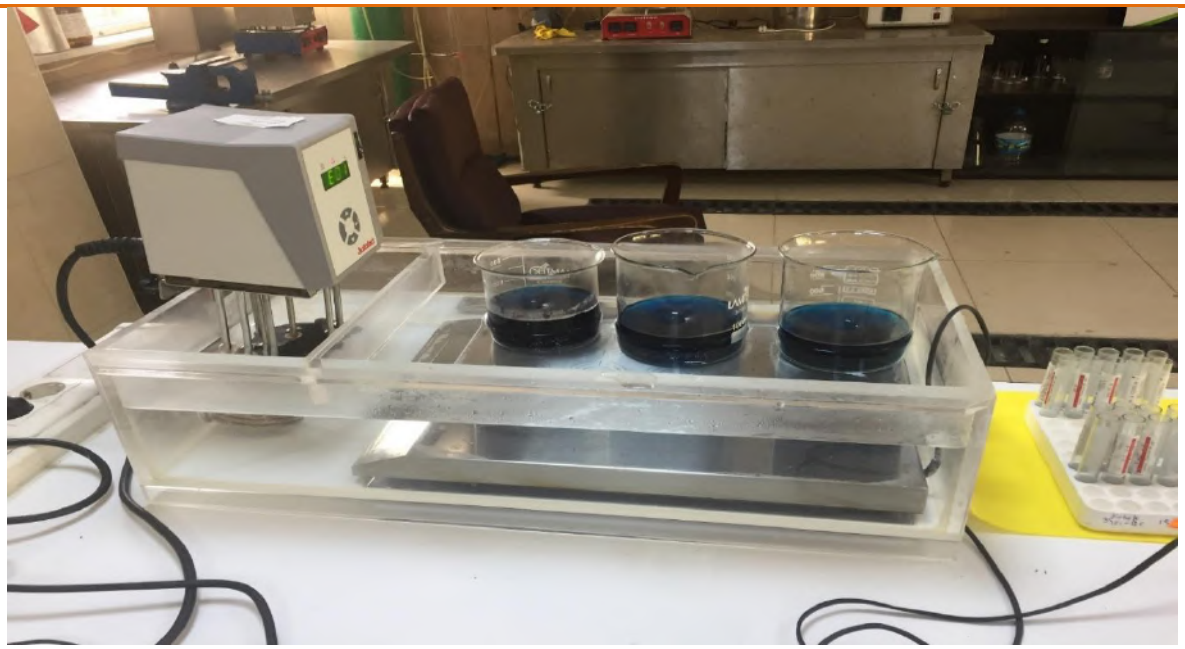
4. MATERYAL VE METOT

4.1. Materyaller

a) Çalışmamızı hazırlarken kullandığımız malzemeler şunlardır.
b) Trabzon ‘dan getirilen Fındık kabukları
c) Metilen mavisi
d) Havan
e) 250 mesh elek
f) UltraViyole -VIS mini 1240 SHIMADZU marka Spektrometre cihazı
g) Küvet
h) Beher
i) 10 ml pipet
j) Saf su
k) Cam pamuğu
l) Termometre

4.2. Yöntem

Trabzon ilinde yetişen fındık ağacından 2 kilogram materyal toplandı. Araştırma laboratuvarına söğüt getirildi. Fındık kabukları kırılarak çıkarıldı. Daha sonra saf suda yıkadıktan sonra 72 saat açık havada bırakarak kurutuldu. Daha sonra fındık kabukları havanda dövülerek çok ince taneli hale getirildi. 250 mesh lik ince elekten geçirildi. Böylece fındık kabuğu adsorbantı hazırlandı. Daha sonra 7 adet 600 mililitrelik beherler içerisine sırasıyla 500’er mililitre 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, 50 ppm, 60 ppm lik 70 ppm yedi tane metilen mavisi çözeltileri hazırlandı. Hazırlanan çözeltileri sırası ile 298 K, 308 K, 318 K derece sıcaklıklarda ayrı ayrı her bir çözeltiye 1’er gram söğüt yaprağı eklenerek magnetik karıştırıcı ile karıştırıldı. Çözelti pH’ları 7,4 olarak ölçüldü. Değişik zaman aralıklarında, 5-10-20-30-40-50-60-70-80-90-100-120-130-140-150-160-180. dakikalarda çözeltilerden 5 ml örnekler alınarak , UltraViyole -VIS mini 1240 SHIMADZU marka Spektrometre cihazında, 1 cm ışın yollu kristal cam küvetler kullanılarak 660 nanometre dalga boyunda, adsorbansları ölçüldü. Bu adsorbansları ve çözeltilerde kalan metilen mavisi derişimleri kayıt edildi.



Şekil 2.Çalışma ortamı görseli

5. BULGULAR

5.1.Metilen mavisi Fındık kabuğu adsorpsiyon izoterm çalışmaları

5.1.1. Temkin Adsorpsiyon izoterm modeli

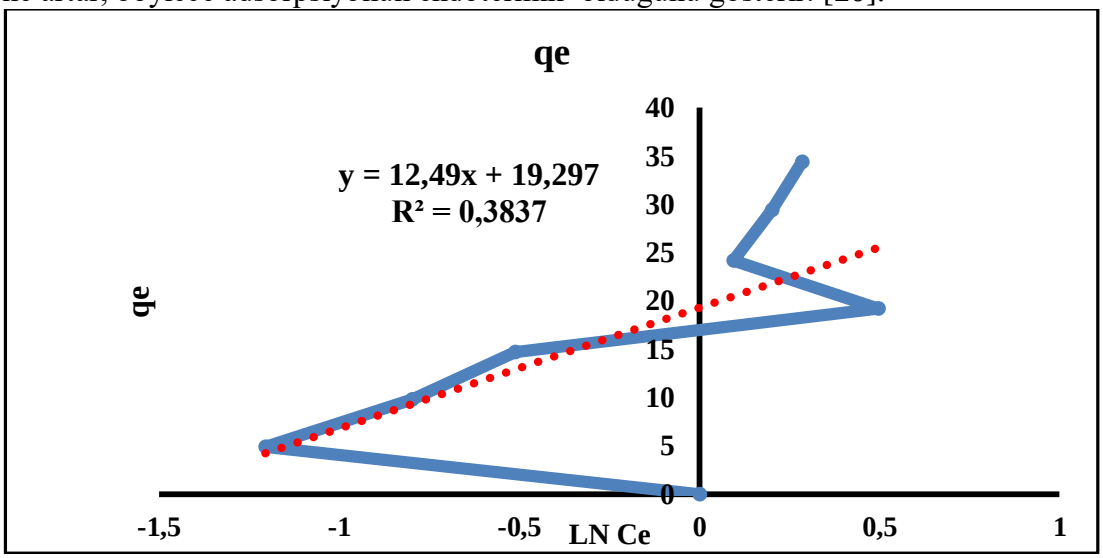
Temkin izotermi, adsorpsiyon ısısı ve adsorpsiyon-adsorbad arasındaki etkileşimlerdir. Aşağıdaki gibi yazılır. [4-20].

$$qe = \frac{RT}{b} Ln(K_T Ce) \quad (1)$$

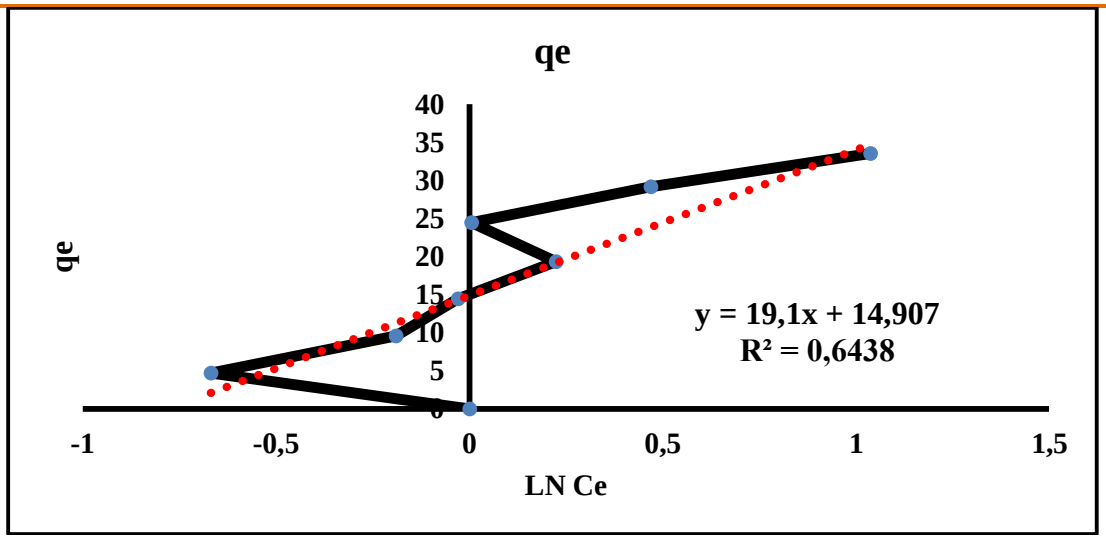
Temkin izoterminin doğrusal şekli:

$$q_e = B_1 LnK_T + B_1 LnC_e \quad (2)$$

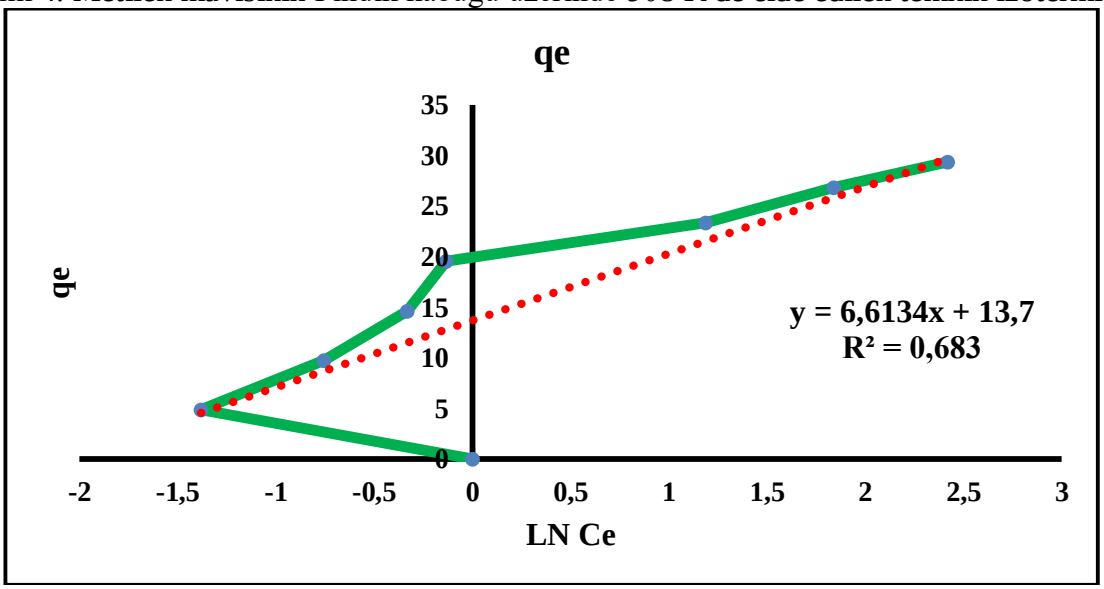
B_1 = RT / b, t mutlak sıcaklık (K), R Evrensel gaz sabiti (J / mol K), kt denge bağıntısı sabiti (Lt / mg) adsorpsiyon sıcaklığı ile ilgili ve bir sabittir. İzoterm sabitlerinde artış, adsorpsiyon ısısı (B_1) sıcaklık ile artar, böylece adsorpsiyonun endotermik olduğunu gösterir. [20].



Şekil 3. Metilen mavisinin Fındık kabuğu üzerinde 298 K de elde edilen temkin izotermi



Şekil 4. Metilen mavisinin Fındık kabuğu üzerinde 308 K de elde edilen temkin izotermi



Şekil 5. Metilen mavisinin Fındık kabuğu üzerinde 318 K de elde edilen temkin izotermi

5.1.2. Dubinin-Radushkevich (DBR) adsorpsiyon izotermi

Dubin-Radushkevich (DBR) adsorpsiyonun diğer izoterm denklemleri gibi düşünülür. Sorpsiyon eğrisinin karakteristiği, adsorbantın gözenekli olması ile ilgilidir. Izotherm'in doğrusal formu aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$q_e = q'_m.\exp(-K'\varepsilon^2) \quad (3)$$

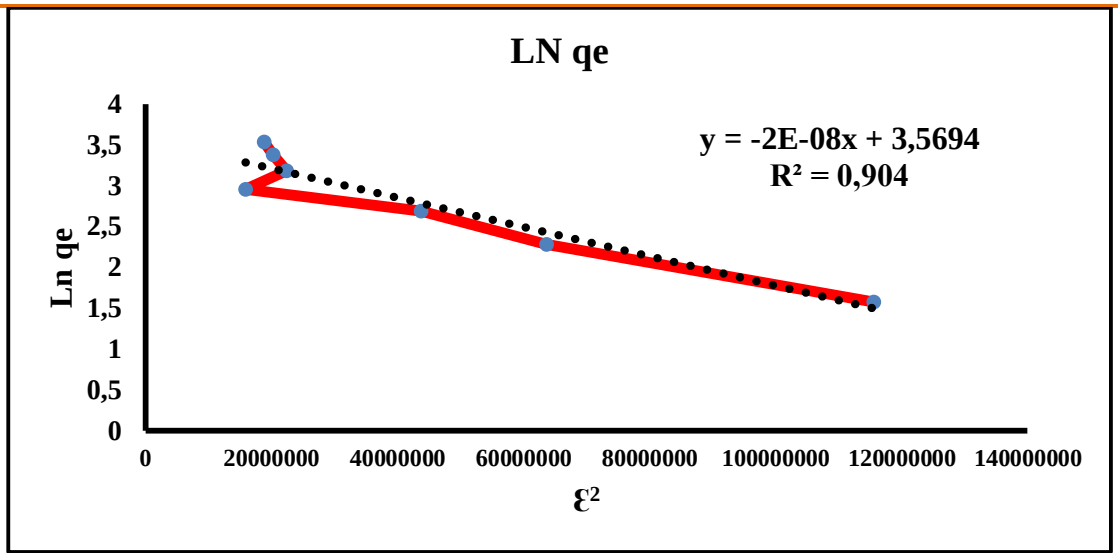
şeklinde olup Ɛ; RTln (1+1/Ce) değerine karşılık gelen Polonyi potansiyelidir.
qe adsorplayıcının birim kütlesi başına adsorplanan miktar (mg/g), qm ise tek tabaka kapasitesi (mg/g), Ce adsorplanan maddenin denge derişimi (mg/L), K adsorpsiyon enerjisine ilişkin sabit (mol^2/j^2), R evrensel gaz sabiti (J/mol K) ve T ise mutlak sıcaklıktır. (K)

K' ortalama adsorpsiyon enerjisine ilişkin bir değerdir: [1].

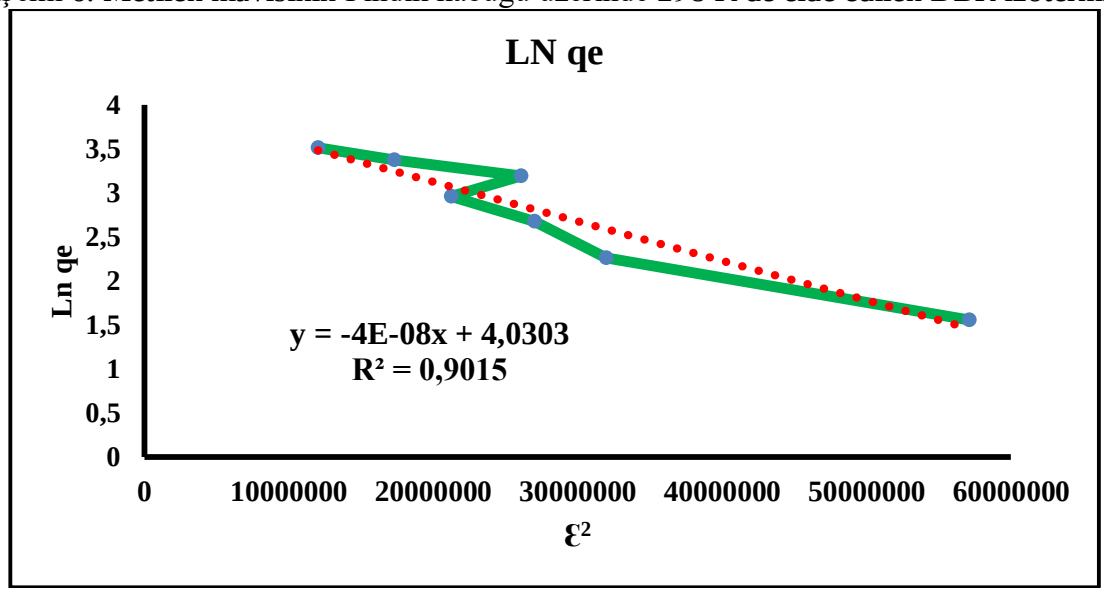
$$E = 1 / 2\sqrt{K'} \quad (4)$$

Ortalama adsorpsiyon enerjisi E, fiziksel ve kimyasal adsorpsiyon hakkında bilgi verir.[11].
DR denkleminin doğrusal şekli: $Lnq_e = Lnq'_m - K'\,\varepsilon^2$ (5)

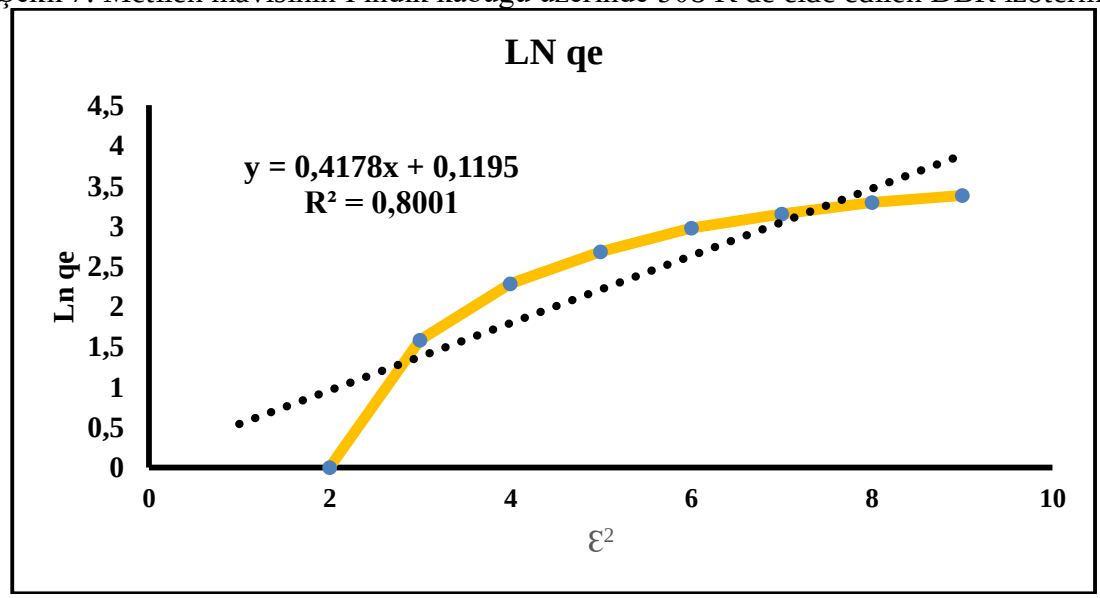
Ln qe'nin değerleri, ε^2 değerlerine yanıt olarak grafiğe aktarılıp aktarılmadığı, eğim K' ve kayma değerleri Ln q'm ile doğru şekilde bulunur. [14].



Şekil 6. Metilen mavisinin Fındık kabuğu üzerinde 298 K de elde edilen DBR izotermi



Şekil 7. Metilen mavisinin Fındık kabuğu üzerinde 308 K de elde edilen DBR izotermi



Şekil 8. Metilen mavisinin Fındık kabuğu üzerinde 318 K de elde edilen DBR izotermi

Tablo 1 Fındık kabuğu üzerinde adsorbe edilen Metilen mavisi Temkin ve DBR izotermleri

T (K)	Temkin				Dubinin-Radushkevich			
	K_T(L/mg)	b_T(j/mol)	B	R^2	K'(mol^2/kj^2	q_m (mg/g)	E(kj/mol)	R^2
298	1,5449	198,364	12,49	0,383	$2x10^{-8}$	35,495	5000	0,904
308	2,1825	131,892	19,1	0,643	$5x10^{-8}$	56,277	3162,27	0,901
318	7,9371	399,772	6,31	0,683	0,4178	1,1269	1,093	0,800

Tablo-1 de değerlerde metilen mavisinin fındık kabuğu üzerindeki adsorpsiyonun da temkin ve Dubinin-Radushkevich adsorpiyon izotermleri R^2 değerleri karşılaştırıldığında 298 K'de Dubinin-Radushkevich izoterminin R^2 değerinin 0,904 ile en yüksek çıkması , adsorpsiyonun iki izotermden Dubinin-Radushkevich izotermine daha çok uyduğunu göstermektedir.

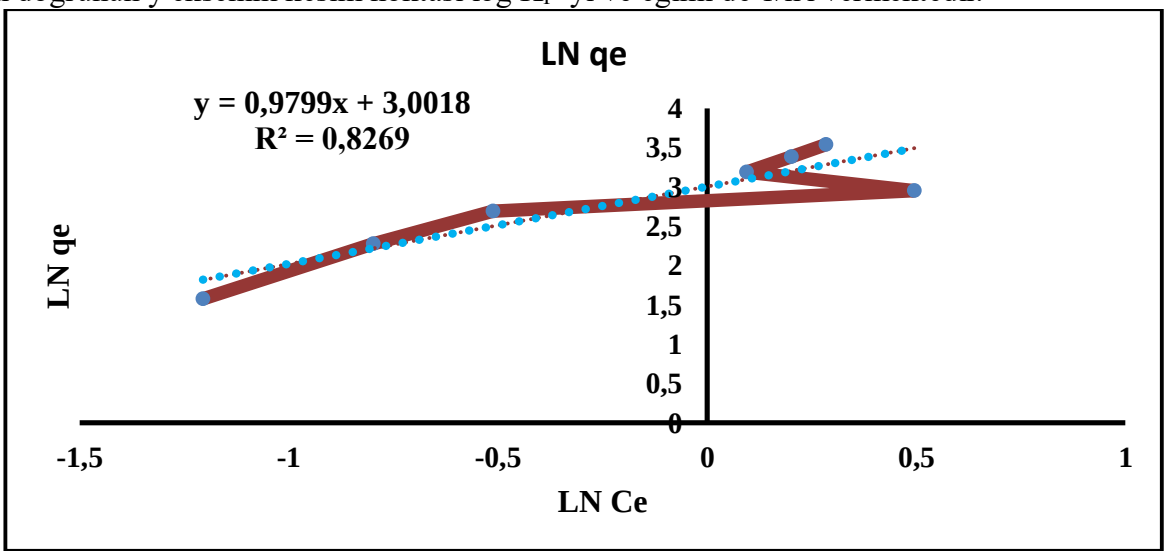
5.1.3. Freundlich izoterm modeli :

Freundlich izoterm modeli adsorbanın heterojen yüzeyini açıklamada kullanılır. Freundlich izoterm modelinin lineer şekli aşağıdaki gibidir [10-16].

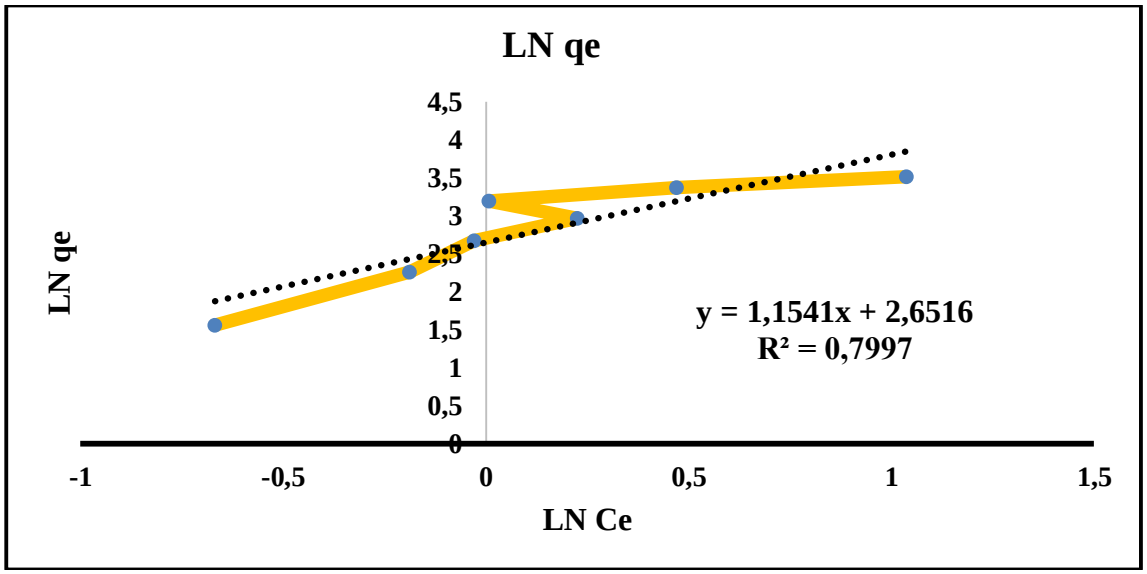
$$\log q_e = \log K_F + \frac{1}{n}\log C_e \qquad (6)$$

Burada K_F, adsorplanan ile adsorban arasındaki ilişkinin gücünü gösterir. K_F'nin yüksek değerleri adsorban ile adsorplanan maddenin birbirlerine yakınlığının oldukça yüksek olduğunun göstergesidir. q_e, birim adsorban üzerine adsorplanan madde miktarı (mg/g), C_e, adsorpsiyon sonrası çözeltide kalan boyarmadde derişimi (mg/L) ve n, adsorpsiyon yoğunluğunun bir ifadesidir. Genellikle n değerlerinin 1-10 arasında olması iyi bir adsorpsiyon olduğunun bir göstergesidir. 1/n değeri, heterojenite faktörüdür ve 0-1 aralığında değerler alır. n değerinin sıfıra yakın olması yüzeyin heterojenliliğinin fazla olduğunu gösterir.

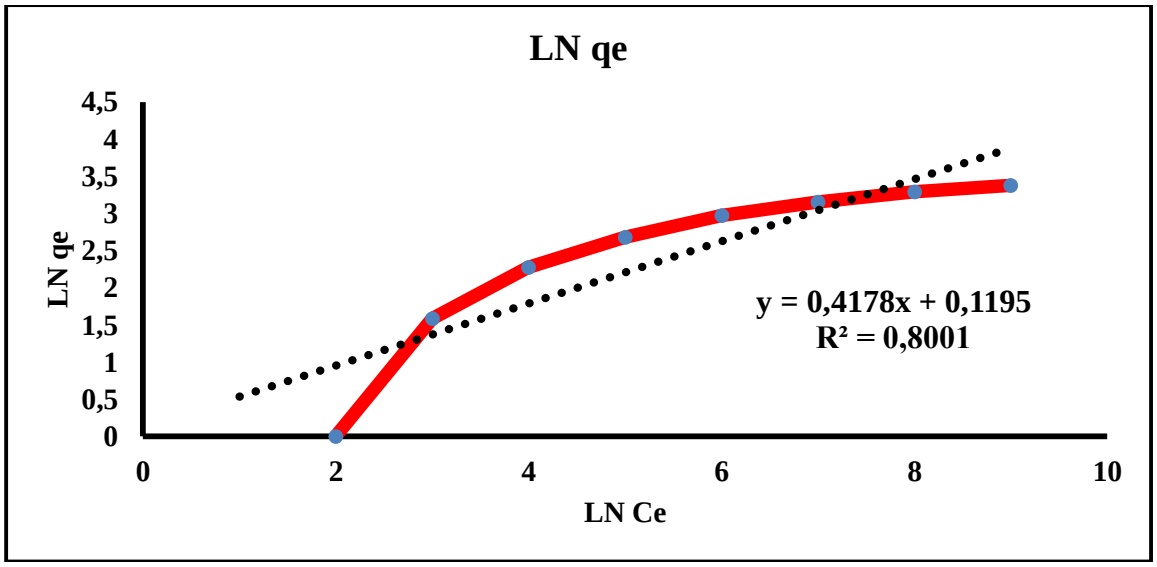
$\log q_e$'nin, $\log C_e$'ye karşı değişiminin grafiğe dökülmesiyle K_F ve n sabitleri bulunur. Grafikten elde edilen doğrunun y eksenini kesim noktası log K_F 'yi ve eğimi de 1/n'i vermektedir.



Şekil 9. Metilen mavisinin Fındık kabuğu üzerinde 298 K de elde edilen Freundlich izotermi



Şekil 10. Metilen mavisinin Fındık kabuğu üzerinde 308 K de elde edilen Freundlich izotermi



Şekil 11. Metilen mavisinin Fındık kabuğu üzerinde 318 K de elde edilen Freundlich izotermi

5.1.4. Langmuir izoterm modeli :

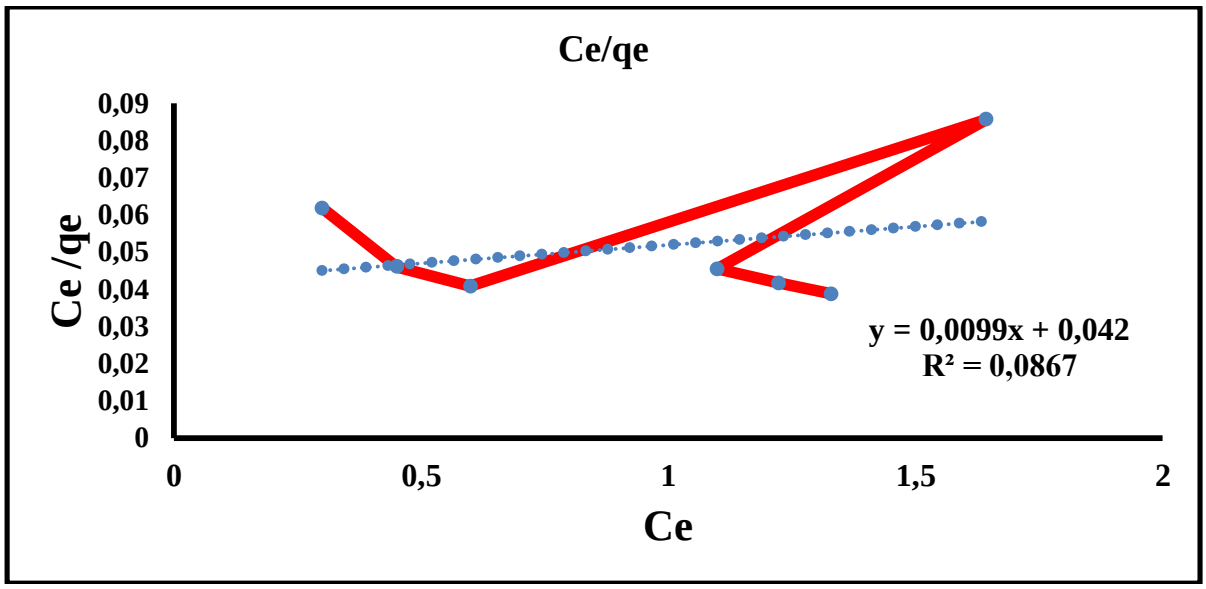
Langmuir izoetrminde yüzeyde adsorplanan moleküllerin tek tabaka halinde tutunduğu ve yüzeyin her tarafında örtünmenin olmadığı fakat yüzeyin her yerinde tutunma enerjisinin aynı olduğu gibi kabullere dayanır. Langmuir izoterm modeli aşağıda verildiği gibi gösterilir.

$$q_e = \frac{q_m K_L C_e}{1+K_L C_e} \qquad (7)$$

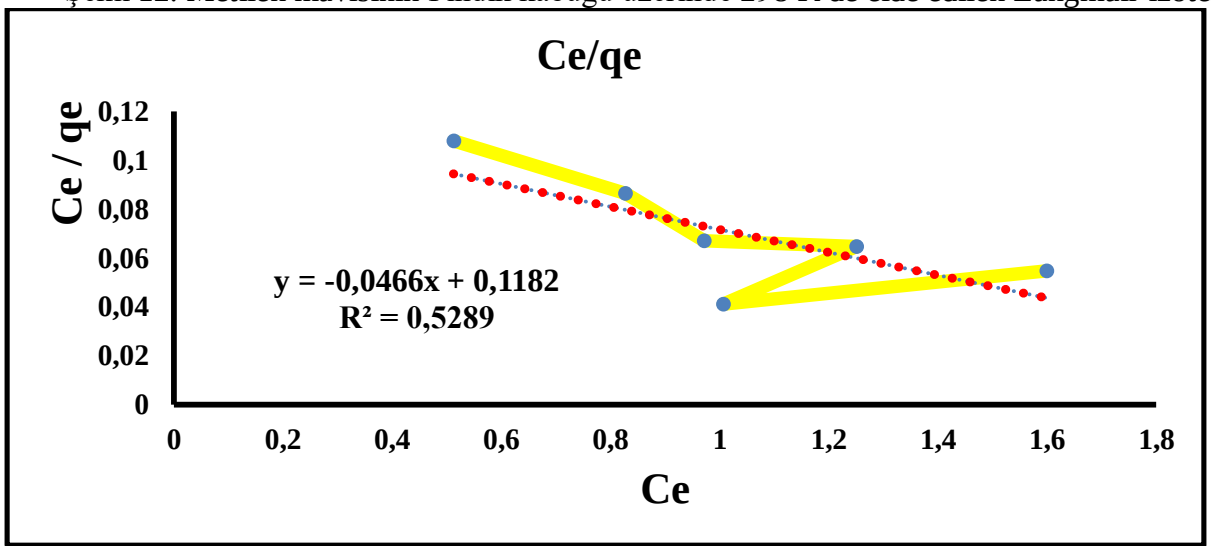
burada q_m adsorbentin maksimum adsorplama kapasitesini (mg/g), K_L Langmuir adsorpsiyon sabiti ve C_e ise çözeltide adsorplanmadan kalan madde miktarını (mg/L) göstermektedir. Deneklemde gerekli düzeltmeler yapılırsa;

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_m K_L} + \frac{C_e}{q_m} \qquad (8)$$

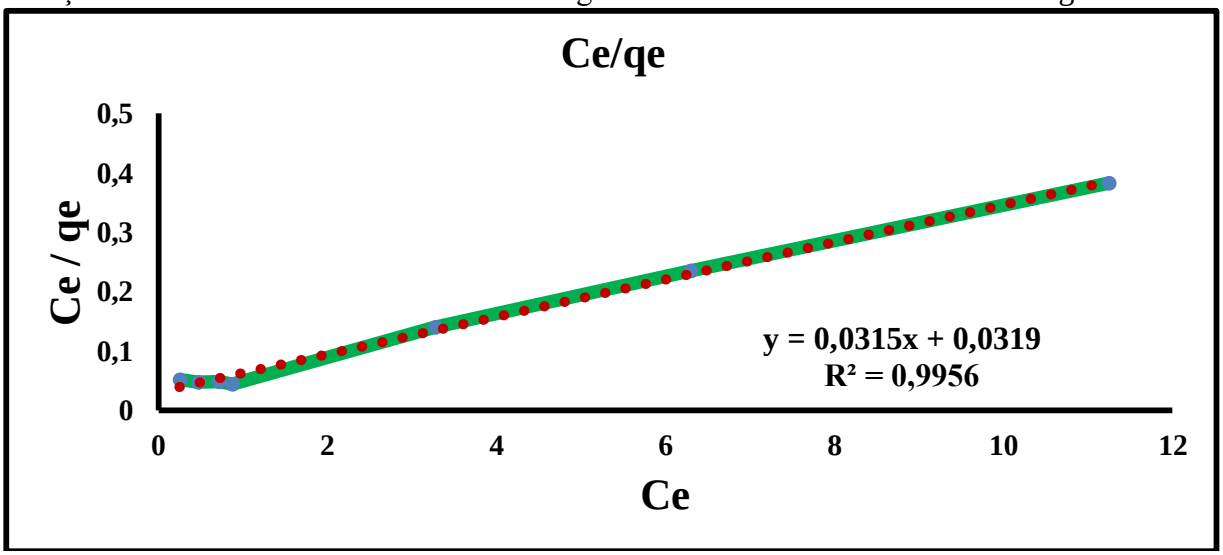
bağıntısı elde edilir. C_e değerine karşılık C_e/q_e değeri grafiğe geçirilirse eğim $1/q_m$ değerini; kayma ise $1/q_m K_L$ değerini verecektir.[12]



Şekil 12. Metilen mavisinin Fındık kabuğu üzerinde 298 K de elde edilen Langmuir izotermi



Şekil 13. Metilen mavisinin Fındık kabuğu üzerinde 308 K de elde edilen Langmuir izotermi



Şekil 14. Metilen mavisinin Fındık kabuğu üzerinde 318 K de elde edilen Langmuir izotermi

Tablo 2 Fındık kabuğu üzerinde adsorbe edilen Metilen mavisi Freundlich ve Langmuir izotermleri

T (K)	Langmuir			Freundlich		
	b (L/mg)	q_m (mg/g)	R^2	n	K_F (mg/g)	R^2
298	0,2357	101,01	0,086	1,0205	20,1217	0,826
308	0,3942	21,459	0,528	0,8664	14,1767	0,799
318	0,9874	31,746	0,995	2,3934	1,1269	0,800

Tablo-1 ve Tablo-2 de değerler karşılaştırıldığında metilen mavisinin fındık kabuğu üzerindeki adsorpsiyonun da Langmuir, Freundlich, Temkin ve Dubinin-Radushkevich adsorpiyon izotermleri R^2 değerlerine bakıldığında 318 K'de Langmuir izoterminin R^2 değerinin 0,995 ile en yüksek çıkması , adsorpsiyonun Langmuir izotermine daha çok uyduğunu göstermektedir.

5.1.5. Fındık Kabuğu Metilen Mavisi Adsorpsiyonu Termodinamik Çalışmaları

Termodinamik parametreler, bir olayın yapılabilirliğini ve kendiliğinden olma eğilimini yansıtır. Denge sabiti, adsorpsiyon entalpisi değişimine göre, sıcaklığın bir fonksiyonu olarak şu şekilde ifade edilebilir.[12-13-15-16].

$$\frac{dlnb}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2} \quad ((9)$$

Burada; b Langmuir sabiti, ΔH adsorpsiyon entalpisi (J/mol), R evrensel gaz sabiti (J/molK) dir. Bu eşitliğe göre; denge sabiti (b) üzerine sıcaklığın etkisi, ΔH'nın işareti ile değerlendirilir. Böylece, ΔH pozitif işaretli olduğunda (endotermik adsorpsiyon), sıcaklıktaki artış denge sabitinin artmasına neden olur. Tam tersine ΔH negatif işaretli olduğunda (ekzotermik adsorpsiyon) sıcaklıktaki artış denge sabitinin azalmasına neden olur.

Çözelti den adsorpsiyon entalpisi, aşağıdaki denklemi yardımıyla hesaplanır:

$$Logb = LogA - \frac{\Delta H}{2{,}303R} x \frac{1}{T} \quad ((10)$$

1/T değerleri logb değerlerine karşılık grafiğe geçirildiğinde , elde edilen doğrunun eğiminden, belli bir sıcaklık için adsorpsiyon entalpisi (ΔH) bulunur. Serbest enerji değişimi ΔG ve denge sabiti b sıcaklıkla değiştiğine göre;

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (11)$$

eşitliği elde edilir ve aşağıdaki şekilde de gösterilebilir.

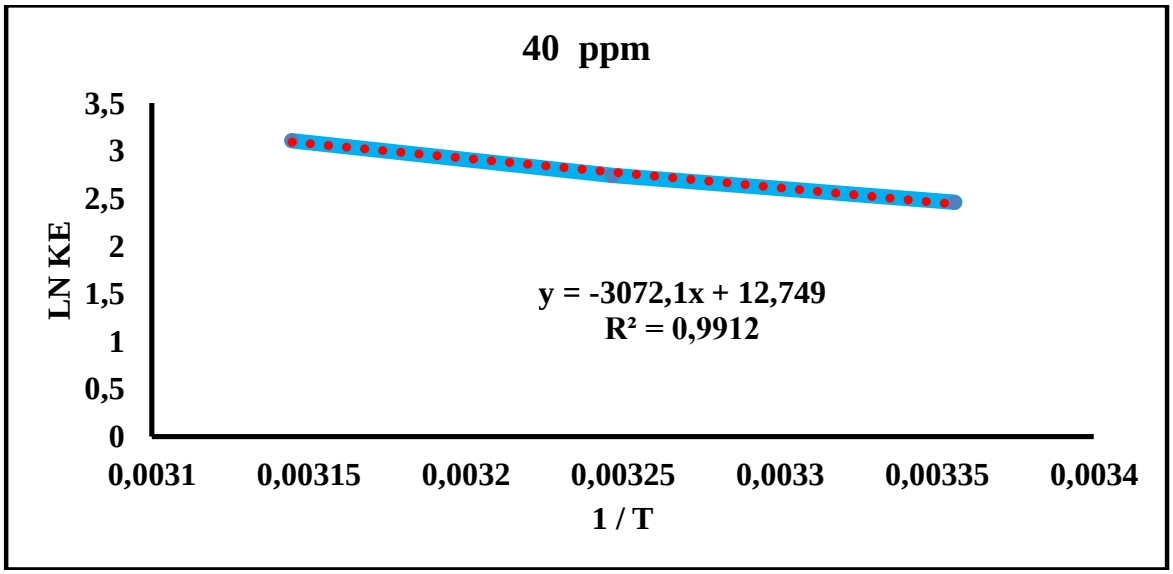
$$\Delta G = -RTLnb \quad (12)$$

$$-RTLnb = \Delta H - T\Delta S \quad (13)$$

Şeklinde yazılabilir. Bu eşitliğin her iki tarafı –RT'ye bölündüğünde;

$$Lnb = -\Delta H/RT + \Delta S/R \quad (14)$$

Şeklinde ifade edilen **Van't Hoff denklemi** elde edilir. Eğer 1/T değerlerine karşılık lnb değerleri grafiğe geçirilirse , elde edilen doğrunun eğiminden adsorpsiyon entalpisi ve kayma değerinden adsorpsiyon entropisi bulunur. [18-19-21].



Şekil 15. Metilen mavisinin fındık kabuğu üzerinde termodinamik grafiği (40 ppm)

Tablo 3 Metilen mavisi fındık kabuğu üzerinde hesaplanan Termodinamik veriler (40 mg/L).

T(K)	K_C	ΔG, kJ/mol	ΔH, kJ/mol	ΔS, $kJmol^{-1}K^{-1}$
298	11,675	-31,561	0,0255	0,1059
308	15,484	-32,621		
318	22,354	-33,680		

6. SONUÇ VE TARTIŞMA

Metilen mavisinin Fındık kabuğu üzerinde hesaplanan izoterm verilerine bakıldığı zaman, adsorpsiyonun Langmuir izotermine daha iyi uyduğu ve en iyi sonucun R^2 = 0,995 ile 318 K'da olduğu görülmüştür. Ayrıca termodinamik verilere bakıldığında 40 ppm de ΔH entalpi değerinin 0,025 kj/mol pozitif çıkması adsorpsiyonun endotermik olduğunu , ΔS değerinin pozitif, 0,1059 kj/mol.K çıkması çözelti de bulunan taneciklerin entropisinin azaldığını ΔG değerlerinin 298 K, 308 K ve 318 K de negatif değerler çıkması (-31,561 kj/mol , -32,627 kj/mol, -33,680 kj/mol) adsorpsiyonun sıcaklık arttıkça istemsiz olduğunu ve sıcaklık arttıkça metilen mavisinin , Fındık kabuğu üzerindeki adsorpsiyonunun azaldığını göstermektedir.

Çalışma sonucunda metilen mavisinin Trabzon fındığı üzerinde hesaplanan izoterm verilerinde, 318 K da 40 ppm 500 ml metilen mavisi çözeltisinde 1 gram fındık kabuğu talaşı 19,562 miligram metilen mavisi adsorplamıştır. Metilen mavisi çözeltisinin pH'sı 7,4 olarak ölçülmüştür. Bu sonuç Trabzon ilinde yetişen fındık ağacından toplanan fındıkların kabuklarından hazırlanan biyokütlenin adsorban olarak atık su temizlenmesinde filtrasyon amaçlı kullanılabileceğini ve sürdürülebilir akıllı kentlerin inşa edilmesinde temel bir parametre olarak kullanılabileceğini göstermekte ve kimya, çevre ve toplum ilişkisi açısından yeşil kimyanın bir uygulaması olacağını ortaya çıkarmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Acemıoglu, B., (2004). J. Colloid Interface Sci., 274, 371-379.
2. Aksu, Z., Kabasakal, E., 2004. Sep. Purif. Technol., 35, 223
3. Brunader, S., (1942). The Adsorption Of Gases And Vapors., Vol. 1, Oxford University Press, London.
4. Garg, V. K., Gupta, R., Ya Dav, A.B., Kumar, R., (2003). Bioresource Technology, 89, 121-4
5. Gıles, C. H., Smıth, D., Hutson, A., (1974). A. General Treatment And Lassification Of The Solute Adsorption Isotherm, Vol. 47, Academic Press, Scotland.
6. Gong, R.M., Dıng, Y., Lı, M., Yang, C., (2005). Dyes And Pigments, 64, 187-92.
7. https://www.trabzontarim.com.tr/index.php?sayfa=findik_hakkinda.12&d=tr Erişim Tarihi:18.11.2019
8. https://www.yeniakit.com.tr/foto-galeri/iste-cope-attiginiz-findik-kabugunun-faydalari-7274 Erişim Tarihi:18.11.2019
9. https://www.kabukal.com/yazi/findik-kabugu-hakkinda-bilgiler.html Erişim Tarihi:18.11.2019
10. Güzel, F., (1991). Doktora Tezi, D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
11. Khan, T. A., Sharma, S. Imran, A. (2011).Adsorption Of Rhodamine B Dye From Aqueous Solution Onto Acid Activated Mango (Magnifera İndica) Leaf Powder: Equilibrium, Kinetic And Thermodynamic Studies. 286–297
12. Köylü, E., Gonen, F. Önalan, F. (2015).Asidik Boyarmadde İçeren Tekstil Endüstrisi Atıksularından Adsorpsiyon Yöntemiyle Renk Giderilmesi. Anadolu University Journal Of Science And Technology-A Applied Sciences And Engineering 16, 145
13. Mckay, G., Ramprasad, G., Mowlı, P., (1987). Water Research, 21,375-7.
14. M.M. Dubinin, (1960) The potential theory of adsorption of gases and vapors for adsorbents with energetically non-uniform surface, Chemical Reviews, Vol.60, pp. 235-266.
15. Nıgam, P., Armour, G., Banat, I.M., Sıngh, D., Marchant, R.,(2000). Bioresource Technology, 72, 219-26.
16. Noll, K.E., Gounarıs, V. Hou, W.S., (1992). Adsorption Technology For Rıemann, W., Walton, H., 1970. Ion Exchange İn Analytical Chemistry,Vol. 38, Pergaman Press, Oxford.
17. https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/methylene_blue Erişim tarihi 20.01.2019
18. Robınson, T., Chandran, B., Nıgam, P., (2002). Envinon. Int., 29, 289 (1-2)
19. Sarıkaya, Y., (1993). Fizikokimya, 1. Gazi Büro Kitapevi, Ankara.
20. Temkın, M., J., Pyzhev, V., (1940). Acta. Physiol. Chem. USSR, 12, 271.
21. Uslu, G., Tanyol, M., (2006). Equilibrium And Thermodynamic Parameters Of Single Binary Mixture Biosorpsiyon Of Lead (Iı) And Copper (Iı) İons Onto

YOZGAT İLİ'NDE BULUNAN KENTSEL-ENDÜSTRİYEL ATIKSU ARITMA TESİSLERİ VE YAPAY SULAK ALANLARIN DURUMLARININ İNCELENMESİ, YAŞANAN PROBLEMLERİN TESPİTİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

SITUATIONS OF URBAN-INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT PLANTS AND ARTIFICIAL WETLANDS in YOZGAT, PROBLEMS AND SOLUTIONS

Doç. Dr. Zehra ŞAPCI AYAS

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü

Ahmet FİDAN

(Yüksek Lisans Öğrencisi) Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Arıtma tesisleri, yaşam kaynağımız olan suyun evsel veya endüstriyel amaçla kullanıldıktan sonra, alıcı ortama verilebilmesi için karakteristik özelliklerini değiştirmeden, zararlı etkilerini ortadan kaldırmak ya da minimuma indirmek için kurulmuş sistemlerdir. Arıtma tesisleri, evsel veya endüstriyel atık suların özellikleri, jeolojik yapı, topoğrafik durum, gelişmişlik düzeyi v.b faktörler göz önüne alınarak projelendirilir. Bu faktörler tespit edilirken gerekli fizibilite çalışmalarının titizlikle yapılmaması, arıtma tesislerinde ilerleyen zamanlarda bir takım problemlerin ortaya çıkmasına ve arıtma tesisinin veriminin kötü olmasına sebep olabilir. Arıtma tesislerinde proje aşamasından sonra inşaat aşamasında yada işletilirken yapılan hatalardan dolayı bir çok işletme sorunuyla karşılaşılabilmektedir.

Yozgat İlinde bulunan atık su arıtma tesislerinde yaşanan problemler tesislerin incelenmesi, numunelerin alınması ve değerlendirilmesi yapılarak çözüm önerileri irdelenmiştir. Çalışma kapsamında ilde bulunan 5 adet kentsel atık su arıtma tesisinin, 5 adet endüstriyel atıksu arıtma tesisinin ve 30 adet yapay sulak alanların durumları incelenmiş, tesis çıkışlarından numuneler alınarak işletmede yaşanan problemler numune analiz sonuçları üzerinden değerlendirilmiştir. Kentsel atık su arıtma tesislerinde yapılan değerlendirmelerde: (1)1 tesisinin işletilememesinden dolayı atıl duruma geldiği ve yapılan incelemede tesisin tekrar işletilebilir hale gelmesi için yaklaşık 1 milyon lira harcanması gerektiği, (2) başka bir tesisinde yaşanan saldırı olayı sonucu tesisin elektrik ve su tesisatının zarar gördüğü, tesisin adli süreçten dolayı işletilemediği, (3) Bir tesisinin mevzuat kapsamında Çevre İzni sürecini tamamlamadığı için su alamadığı, (4) diğer iki tesisten ise alınan numune sonuçlarının Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde sağlaması gereken standart değerlerin altında olduğu tespit edilmiştir. Farklı sektörlerde çalışan 5 adet endüstriyel atıksu arıtma tesisinden alınan numunelerin, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde sağlaması gereken standart değerlerin altında olduğu tespit edilmiştir. Farklı nüfuslara sahip beldelerde bulunan yapay sulak alanlarda yapılan incelemede; tesislerin inşaatında da yapılan hatalardan, doğru bitki ekilmemesinden, etrafının açık olması dolayısıyla bitkileri hayvanların yemesinden, işletecek, bakımını yapacak personelin olmamasından

dolayı atıl durumda olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışma ile Yozgat ilinde bulunan kentsel, endüstriyel atık su arıtma tesislerinin ve yapay sulak alanların mevcut durumları ve yaşanan problemler tespit edilmiş olup, gelecekte yapılacak yatırımlara ve tesisi işleten operatörlere ışık tutacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yozgat, Atıksu, Evsel, Endüstriyel, Yapay Sulak Alan, İşletme Problemleri

ABSTRACT

Treatment plants are the systems that are installed to eliminate or minimize the harmful effects of water, which is our source of life, without changing its characteristic features after being used for domestic or industrial purposes. Treatment plants are designed considering the characteristics of domestic or industrial wastewater, geological structure, topographic situation, level of development etc. factors. Failure to carry out the necessary feasibility studies in the determination of these factors may lead to problems in treatment plants in the future and may result in poor efficiency of the treatment plant. After the project stage in the treatment plants, many operational problems can be encountered due to the mistakes made during the construction phase or during operation.

The problems experienced in the wastewater treatment plants in Yozgat Province were examined by the facilities, samples were taken and evaluated and solutions were examined. Within the scope of the study, the situations of 5 urban wastewater treatment plants, 5 industrial wastewater treatment plants and 30 artificial wetlands in the province were examined and the problems experienced in the operation were evaluated by taking the sample analysis results. In the evaluations made in urban wastewater treatment plants: (1) one facility has become idle due to inability to operate and approximately 1 million liras should be spent in order for the facility to become operational again, (2) the electrical and water installations of the facility were damaged as a result of the attack in another facility and that the facility could not be operated due to the judicial process, (3) a facility cannot receive water because it has not completed the Environmental Permit process under the legislation, (4) the results of the samples taken from the other two plants were found to be below the standard values required by the Water Pollution Control Regulation. Samples taken from 5 industrial wastewater treatment plants operating in different sectors were found to be below the standard values required by the Water Pollution Control Regulation. In the investigation of artificial wetlands in the towns with different populations; It was determined that the plant is in an idle state due to the mistakes made in the construction of the facilities, not planting the right plants, because of the open environment, the eating of the animals by the animals and the lack of personnel to operate and maintain the plants. The current situation and problems of urban, industrial wastewater treatment plants and artificial wetlands in Yozgat have been identified and it is thought that it will shed light on the future investments and operators operating the facility.

Keywords: Waste Water, Municipal, Industrial, Artificial Wetland, Process Managment Problems

GİRİŞ

Dünyamızdaki su miktarı 1,4 milyar km^3'tür ve bu suların % 97,5'i okyanuslarda ve denizlerde tuzlu su formundadır. İçme suyu ihtiyacının % 25-40"lık bölümünü yeraltı sularından karşılanmaktadır. Bu

kapsamda insanoğlunun ihtiyaçları için kullanabileceği tatlı su kaynaklarının sınırlı olduğu görülmektedir (Su ve Yaşam, 2012). Dünyamızda, az durumdaki tatlı su kaynaklarının endüstriyel atıklar ile kirletilmesi, nüfus artışından kaynaklı atıklar, kontrolsüz zirai ilaç kullanımından kaynaklı doğru olmayan tarım uygulamaları ve iklim değişiklikleri sebepli kuraklıklar su kaynağına olan ihtiyacı daha da artırmaktadır. Yüzeysel sular kirlenmeye başlamış ve buna bağlı olarak salgın hastalıklar artmıştır. 1840 senesinde inşasına başlanan Hamburg kentinin kanalizasyon sisteminin tamamlanmasından 12 yıl sonra ilk defa Chicago'da kanalizasyon sistemi inşaatına başlanmıştır (Samsunlu, 2011).

Su kaynağına olan ihtiyaç arıtma tesislerinin inşasını gerektirmiş ve çeşitli kullanımlar sonucu oluşan atık suların arıtılarak yeniden kullanım olanağı sağlamıştır. Dünya'nın ilk atık su tesisi 1842 yılında inşa edilmiştir. O yıllardan günümüze gelene kadar arıtma tekniklerinde ve teknolojisinde gelişmeler olmuştur (Yıldız vd., 2013).

Türkiye'de atıksular, 2872 sayılı Çevre Kanununa bağlı olarak çıkarılmış olan 04.09.1988 tarih ve 19919 sayılı Su Kirliliği kontrol Yönetmeliğine (SKKY) göre atıksular evsel nitelikli atıksular, endüstriyel nitelikli atıksular, endüstriyel nitelikli diğer atıksular olarak sınıflandırılmaktadır. Bu yönetmeliğe göre atıksular alıcı ortama boşaltılmasında uygulanan deşarj standartları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğindeki (SKKY) tablolarda belirtilmektedir (Samsunlu, 2011).

Atıksu Arıtma Tesisleri yapılırken projeden kaynaklı, inşaattan kaynaklı ve işletmeden kaynaklı olmak üzere birçok problemle karşılaşılabilmektedir. Bu çalışmada Yozgat İlinde bulunan kentsel, endüstriyel atıksu arıtma tesisleri ve yapay sulak alanların mevcut durumları incelenmiş, işletmede yaşanan problemler tespit edilmiş ve çözüm önerileri getirilmiştir. İncelemeler arıtma tesislerinde yapılan gözlemler ve çıkış suyundan alınan numunelerin Su Kirliliği kontrol Yönetmeliğinde bulunan deşarj standartları tablolarına göre yapılmıştır. İncelemeler neticesinde elde edilen bilgiler deşarj standartları ile karşılaştırılmıştır.

ARAŞTIRMA

Yozgat İli'nde bulunan 5 adet Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi, 5 Adet Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi ve 30 adet yapay sulak alan bu çalışma kapsamında tesislerde gözlem yapılarak ve çıkış sularından numune alınarak incelenmiştir.

Yozgat İli'nde Bulunan Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri

Yozgat İli'nde, Yozgat Belediyesi biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi, Yerköy Belediyesi Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi, Bozok Üniversitesi Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi, Şefaatli Belediyesi Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi ve Saraykent Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi olmak üzere 5 adet kentsel atıksu arıtma tesisi bulunmaktadır.

1-Yozgat Belediyesi Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi

Tesisin ortalama debisi 19.000 m^3/ gün, Kapasitesi 25.000 m^3/gün'dür. Tesis; Kaba ızgara, ince ızgara, ön çökeltim havuzu, kum tutucu havuzu, havalandırma havuzu, yoğunlaştırma havuzu, son çökeltim havuzu, dekantör ünitesinden oluşmaktadır. Arıtılan atıksular Dere- Balta özü deresine deşarj edilmektedir. Tesiste günlük 1,5 ton ortalama çamur çıkmaktadır. Çıkan çamurun şartlandırılmasında polielektrolit kullanılmaktadır. Tesisten çıkan çamurun bertarafı Katı atık Depolama alanında yapılmaktadır.

2. Bozok Üniversitesi Atık Su Arıtma Tesisi

Atık Su Arıtma Tesisi 16.06.2016 tarihinde Yozgat Bozok Üniversitesi tarafından yapılmıştır. Tesise gelen suyun debisi 590 m^3/gün olup tesisin kapasitesi 8900 kişi/gündür. Tesis klasik aktif çamur sistemine göre projelendirilmiştir. Tesis kaba ızgara, ince ızgara, kum tutucu, havalandırma ve son çökeltme ve dekantör ünitelerinden oluşmaktadır. Tesiste çamur susuzlaştırılması dekantör ile yapılmakta olup, daha sonra çamur düzenli depolama sahasına gönderilmektedir.

3. Yerköy Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi

Tesis 2015 yılında İller Bankası tarafından Yozgat İli Yerköy İlçesinde yapılmıştır. Tesisin 1. Kademesi 52.000 kişi nüfus, maksimum debisi 11.214 m^3/gün, ikinci kademesi 78.000 kişi, maksimum debisi 16.248 m^3/gün dür. Tesisin ilk yatırım maliyeti 9.179.253 TL'dir. Tesis kaba ızgara, ince ızgara, kum tutucu, biyolojik arıtma, son çökeltme ve dekantör ünitelerinden oluşmaktadır. Arıtılmış suyun deşarj yeri derince deresidir. Çamur susuzlaştırma dekantör ile yapılması planlanmaktadır. Tesise henüz su alınmamıştır.

4.Şefaatli Belediyesi Atık Su Arıtma Tesisi

İlçeye atık su arıtma tesisi 2014 yılında Şefaatli Belediyesi tarafından Çevre ve Şehircilik Bakanlığı hibesiyle yapılmıştır. Tesis 10.000 kişilik yüzey havalandırmalı biyolojik atık su arıtma tesisidir. Maksimum debisi 2400 m^3/gündür. Tesis kaba ızgara, ince ızgara, kum tutucu, havalandırma havuzu, son çökeltme ünitelerinden oluşmaktadır. Arıtılmış suların deşarj yeri delice çayıdır. Tesisten kaynaklanan çamur plakalı filtre press yöntemiyle susuzlaştırılmakta ve belediyeye ait vahşi depolama alanlarında bertaraf edilmektedir.

5.Sarayket Belediyesi Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi

Tesis Saraykent Belediyesi tarafından 2012 yılında Çevre Şehircilik Bakanlığı hibesiyle yapılmıştır. Tesisi 10.000 kişilik biyolojik atık su arıtma tesisidir. Maximum debisi 2400 m^3/gündür. Tesis kaba ızgara, ince ızgara, terfi merkezi, kum tutucu, havalandırma havuzu ve son çökeltim ünitelerinden oluşmaktadır. Deşarj yeri kaynayan deresidir. Tesiste oluşan çamur plakalı filtre pres yöntemiyle susuzlaştırılıp belediyeye ait vahşi depolama alanında bertaraf edilmektedir.

Yozgat İli'nde Bulunan Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisleri

Yozgat İlinde çeşitli endüstrilerden kaynaklanan atıksuların arıtılması için kurulmuş 5 adet endüstriyel atıksu arıtma tesisi bulunmaktadır.

1. Gedaş Genel Gıda Dağıtım Pazarlama San. Ve Tic. A.Ş. Atık Su Arıtma Tesisi

Tesis 2014 yılında işletme tarafından kurulmuştur. Tesise gelen sular patatesin işlenmesinden kaynaklanan atıksulardır. Tesisin kapasitesi 360 m^3/gündür. Tesis kaba ızgara, döner tambur, ön çöktürme, havalandırma, son çöktürme ve çamur filtresi ünitelerinden oluşmakta olup Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 5*9 da bulunan Standartları sağlamak zorundadır. Deşarj yeri kuru dere yatağıdır. Çamur bertarafı ilçeye ait vahşi depolama sahalarında yapılmaktadır.

2. Boğazlıyan Şeker ve Mamulleri Entegre Tesisi Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi

Kayseri Şeker Fabrikası A.Ş. Boğazlıyan Şeker ve Mamulleri Entegre Tesisi'nde 2006 yılında Arbiogaz Çevre Teknolojileri İnşaat San. ve Tic. A.Ş. tarafından kurulan atıksu arıtma tesisi ön arıtma, anaerobik arıtma, aerobik arıtma proseslerinden oluşmaktadır. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Tablo 5.11.a kapsamında bulunan atıksu arıtma tesisin giriş Proses değerleri 7000 mg/l KOİ ve 7200 m^3/gün göre dizayn edilmiştir.

3. Kale Seramik Yerköy Şubesi Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi

Tesis 2007 yılında Kale Seramik A.Ş. tarafından kurulmuştur. Atık su arıtma tesisinde proses ve evsel amaçlı kullanım sonucu oluşan atıksuların arıtımı sağlanmaktadır. Tesise gelen suyun debisi yaklaşık 200 m^3/gündür. Arıtma sistemi kimyasal çökeltme ve biyolojik arıtma bölümlerinden oluşur.

Uygulanan deşarj kriterleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği tablo 7.4'de yer alan deşarj kriterleridir. Çamur filtre pressten çıkan çamurlar belediyeye ait vahşi depolama sahasında bertaraf edilmektedir.

4. Yozgat Kraft Torba Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi

Tesis Yozgat Merkezde, kağıt torba üretimi yapan Yozgat Kraft Torba Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi tarafından 2009 yılında yapılmıştır. Tesise gelen sular kağıt torba üretiminden kaynaklı atıksular ve tesis içinde günlük kullanılan sulardan kaynaklı evsel atıksulardır. Tesis Biyolojik ve Kimyasal ünitelerden oluşmakta olup kapasitesi 8 m^3/gündür. Tesis Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 13*8 de bulunan standartları sağlamak zorundadır.

5. T.Ş.F.A.Ş Yozgat Şeker Fabrikası Endüstriyel Atık Su Arıtma Tesisi

Yozgat Şeker Fabrikası endüstriyel atık su arıtma tesisi 2006 yılında yapılmıştır. Dizayn debisi 3840 m^3/gün olarak hesaplanmıştır. Tesise gelen atık suların kaynağı, şeker pancarının yıkanması ve işletme sırasında ortaya çıkan proses sularından oluşmaktadır. Arıtma tesisi; Toprak çamur havuzları, Dengeleme havuzu, Hidroliz tankı, Anaerobik tank, Degazifikasyon ve Lamella tankı, Nitrifikasyon ve Denitrifikasyon tankı, Son durultma tankı ünitelerinden oluşmaktadır.

Yozgat İli'nde Bulunan Yapay Sulak Alanlar

Yozgat ili sınırları içerisinde 2019 yılı itibariyle 30 adet yapay sulak alan bulunmaktadır. Tablo da ise yapay sulak alanların bulundukları ilçeler ve yapay sulak alanların hizmet ettiği nüfuslar verilmektedir.

İl	İlçe	Belediye	Nüfus (2017)	Atıksu Arıtma Tesisi(AAT) Adı	Tamamlanma tarihi	Arıtma türü

Yozgat	Akdağmadeni	Belekçahan	1.966	Belekçahan Belediyesi AAT	27.09.2012	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Akdağmadeni	Oluközü	1.206	Oluközü Belediyesi AAT	25.09.2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Akdağmadeni	Umutlu	1.984	Umutlu AAT	2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Aydıncık	Aydıncık	2.853	Aydıncık Belediyesi AAT	2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Aydıncık	Baydiğin	3.238	Baydiğin Belediyesi AAT	2010	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Boğazlıyan	Ovakent	2.314	Ovakent Belediyesi AAT	2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Boğazlıyan	Sırçalı	1.602	Sırçalı AAT	15.08.2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Boğazlıyan	Uzunlu	2.199	Uzunlu Belediyesi AAT	2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Boğazlıyan	Yamaçlı	2.647	Yamaçlı AAT	2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Boğazlıyan	Yenipazar	291	Ömerli AAT	2010	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Boğazlıyan	Yenipazar	621	Sarıkaya AAT	2007	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Boğazlıyan	Yenipazar	350	Yaraş AAT	2010	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Boğazlıyan	Yenipazar	1.814	Yenipazar AAT	2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Çayıralan	Konuklar	1.986	Konuklar AAT	2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Çekerek	Özükavak	1.390	Özükavak AAT	2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Kadışehri	Halıköy	1.728	Halıköy AAT	Ara.16	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Saraykent	Dedefakılı	1.505	Taşlıhöyük AAT	2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Saraykent	Ozan	1.397	Ozan AAT	2014	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Sarıkaya	Karayakup	2.146	Karayakup AAT	2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Sorgun	Araplı	1.845	Araplı AAT	2009	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Sorgun	Bahadın	2.138	Bahadın AAT	31.10.2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Sorgun	Çiğdemli	1.975	Çiğdemli AAT	2015	Biyolojik
Yozgat	Sorgun	Doğankent	133	Çavuşlu Mah. AAT	2009	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Sorgun	Doğankent	2.038	Doğankent AAT	2009	Biyolojik
Yozgat	Sorgun	Doğankent	20	Mahmatlı AAT	2009	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Sorgun	Eymir	1.755	Eymir AAT	2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Sorgun	Gülşehri	1.942	Gülşehri AAT	13.07.2011	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Sorgun	Gülşehri	396	Hoşumlu Mah. AAT 1	2014	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Sorgun	Gülşehri	396	Hoşumlu Mah. AAT 2	2014	Biyolojik (Doğal Arıtma)
Yozgat	Sorgun	Yeniyer	2.094	Ahmetfakılı Mah. AAT	2009	Biyolojik (Doğal Arıtma)

BULGULAR

Yapılan araştırmada Yozgat İli'nde bulunan kentsel, endüstriyel atıksu arıtma tesislerinde ve yapay sulak alanlarda yapılan araştırmalarda ilde bulunan 3 adet kentsel atıksu arıtma tesisin çalışır durumda olmadığı görülmüştür. Bu tesislerden Yerköy atıksu arıtma tesisinin mevzuat kapsamında alması gereken izinleri almadığından çalışamadığı, Şefaatli atıksu arıtma tesisinin yıllardır çalışmadığından dolayı atıl durumda olduğu, Saraykent atıksu arıtma tesisinin ise tesise gerçekleştirilen saldırı sonucunda birçok ekipmanın zarar görmesinden ve adli sürecinin devam etmesinden dolayı çalıştırılamadığı tespit edilmiştir.

Çalışmayan tesisler haricinde kalan tesislerde yapılan incelemelerde farklı işletme problemlerinin olduğu görülmüştür. Bu işletme bu problemleri ızgaralarda, kum tutucu havuzlarda, ön çökeltme havuzlarında, havalandırma havuzlarında, anaerobik havuzlarda, son çökeltme havuzlarında yada çamur susuzlaştırma ünitelerinde olabilmektedir. Bu işletme problemleri ve bu işletme problemlere yönelik belirlen çözüm önerileri şu şekildedir;

Izgaralarda Koku oluşumu: Izgaralarda biriken malzemelerden dolayı koku oluşumu gözlenmiştir. Izgaralarda biriken malzemeler daha sık temizlenmesiyle koku oluşumunun önleneceği önerilmiştir.

Izgaralar arasından katı maddelerin geçmesi: Izgaralardaki çubuklar arasından katı maddelerin kaçmasının sebebinin su hızın yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Suyun akış hızının ızgaralarda düşürülmesi önerilmiştir.

Izgarada bulunan halatların kopması: Tırmıkların bağlı olduğu halatların kopmasının sebebinin tırmığa gelen sert malzemelerin sıkışması olduğu düşünülmektedir. Tırmığın düzenli olarak kontrol edilmesi önerilmiştir.

Kum Tutucu Motorlarında Sürekli Arıza Problemi: Kum tutucu motorunda yaşanan sık arızalanmanın motora kum gelmesinden olduğu düşünülmektedir ve motorların düzenli olarak temizlenmesi önerilmiştir.

Ön Çökeltme havuzunda sıyırıcıda yaşanan problemleri: Çamur sıyırıcıların üzerine fazla yük gelmesinden problemler ortaya çıkabilmektedir. Bu problemlerde havuz boşaltılıp sıyırıcılar kontrol edilmeli, sökülüp temizlenmeli, yıpranan parçalar yenileriyle değiştirilmelidir.

Ön Çöktürme Havuzunda köpüğün havuzdan taşması problemi: Ön çökeltme havuzunda yaşanan bu problemin sıyırıcıların istenen düzeyde çalışmadığından oluştuğu düşünülmektedir. Problemin çözümü için sıyırıcıların kontrol edilmesi ve düzenli olarak çalıştırılması gerektiği önerilmiştir.

Havalandırma havuzunda beyaz köpük oluşumu: Havalandırma havuzunda bazen istenmeyen düzeyde beyaz köpük oluştuğu görülmektedir. İstenmeyen düzeyde beyaz köpük oluşmasının sebebinin aşırı yükleme yapılmasından olabileceği düşünülmektedir. Tesise aşırı yükleme yapılmaması ve düzenli kontrol edilmesi gerektiği önerilmiştir.

Blowerların çok sık arızalanması: Blowerların sık arızalanmasının nedeninin blowerların çok yıpranması ve bakımlarının düzenli olarak yapılmadığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Blowerların bakımlarının düzenli yapılması yada blowerlar çok yıprandıysa yenisiyle değiştirilmesi önerilmiştir.

Isı Eşanjörlerinde Tıkanma Problemi: İstenilen sıcaklığın sağlanmasında kullanılan eşanjörlerin plakalarının tıkanması suyun ısıtılmasını engel olmaktadır. Eşanjörlerdeki tıkanma olayının eşanjör plakalarında biriken katı malzemelerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Problemin çözüm olarak ısı eşanjörlerinin düzenli olarak kontrol edilmesi ve basınçlı su kullanarak yıkanması önerilmiştir.

Anaerobik tanklarda uçucu yağ asitlerinin artması: Anaerobik tanklarda uçucu yağ asitlerinin artmasının tesise aşırı yüklemeden kaynaklanacağı düşünülmektedir. Çözüm olarak yüklemenin azaltılması önerilmiştir.

Anaerobik tanklarda bakteri sayısının azalması: Şeker fabrikaları yılın çoğu ayında çalışmadığından bakteri sayısının azalmaların olduğu belirtilmiştir. Bu problemin en yakın tesisten bakteri getirilerek çözüleceği belirtilmiştir.

Son çökeltme havuzlarında sıyırıcı tekerleklerinin çabuk yıpranması problemi: Son çökeltme havuzlarında sıyırıcı tekerlerinin çabuk yıpranması problemi, köprüye gelen yükün fazla olmasından yada tekerin hareket ettiği yüzeyin dengeli olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Problemin çözümü için köprüye gelen yükün azaltılması yada tekerlerin hareket ettiği yüzeyin kontrol edilerek gerekli çalışmanın yapılması önerilmiştir.

Çıkan çamurun yeterince yoğun olmaması: Susuzlaştırmadan çıkan çamurun yeterince yoğun olmasının çamura katılan polimer miktarının yanlış ayarlanmasından yada bantın hızlı çalışmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Problemin çözümü için polimer miktarının kontrol edilmesi ve bandın çalışma hızının düşürülmesi önerilmiştir.

Belt filtre bandının çabuk eskimesi: Çamur susuzlaştırmada kullanılan belt fitre bandının çabuk eskimesinin bandın yanlış hizalanması yada bandın altına çamur birikmesinden tamburun dengeli çalışamamasının yol açtığı düşünülmektedir. Problemin giderilmesi için bandın ve bandın altının kontrol edilmesi ve temizlenmesi, tamburun kontrol edilmesi ve ayarlanmasıyla giderileceği önerilmiştir.

Sık elektrik kesintisi: Bazı tesislerde elektriklerin çok sık kesildiği belirtilmiştir. Belirtilen problemin tesislere jeneratör alınarak giderileceği önerilmiştir.

Donma problemi: Bölgenin iklim koşullarından kaynaklı olarak tesisteki bazı malzemelerin donduğu belirtilmiştir. Bu malzemelerin donmasının önlenmesi için malzemenin etrafına yalıtım yapılması önerilmiştir.

Yapay Sulak Alanlarda ise problemlerin;

Yozgat ilinde bulunan yapay sulak alanlarda karşılaşılan problemler;

1- Bölgenin iklim koşullarından dolayı bitkilerin çabuk çürümesi,

2- Tesislerin etrafında tel örgü olmadığından içeri hayvanların girmesi ve bitkileri yemesi,

3- Tesislere gidilebilecek yollarının olmaması,

4- Giriş çıkış borularının doğru seçilmemesinden dolayı borularda kırılmalar ve tıkanmaların olması,

5- Tesislerde eğiminin dengeli verilmemesinden farklı bölgelerde su birikintilerinin oluşması,

6- Çıkış yapılarının doğru olmamasından dolayı içerdeki su düzeyinin ayarlanamaması,

7- Tesisleri kendi imkânları yapan belediyelerin projeye uygun tesis yapmamış olması,

8- Tesislerde personelinin bulunmaması,

9- Tesislerin bakımlarının yapılmaması,

10- Foseptiklerin düzenli temizlenmemesi,

11- Zararlı otlanmaya karşı gerekli mücadelenin yapılmaması,

Şeklinde olduğu görüşmüştür. Yapay sulak alanlarda belirtilen işletme problemlerinin giderilmesi için tesislerdeki bitkilerin kontrol edilmesi ve öldüyse yeniden ekilmesi, tesisin etrafının tel örgüyle kapatılması, tesisin borulamasının kontrol edilerek, tıkanmaların, kırılmaların olduğu yerlerin tamir edilesi, temizlenmesi, tesis için gerekli işletme personelinin bulundurulması, tesise ulaşım için gereken yolların açılması gerektiği önerilmektedir.

Ayrıca 10 adet atıksu arıtma tesisinden alınan numune sonuçlarına bakıldığında, tesislerde bazı işletme problemleri olmasına karşın, tabi oldukları deşarj kriterlerini sağladıkları görülmüştür.

SONUÇ

Yozgat İli'nde bulunan 5 adet kentsel atıksu arıtma tesisi, 5 adet endüstriyel atıksu arıtma tesisi ve 30 adet yapay sulak alanda işletme problemleri incelenmiş, 10 adet atıksu arıtma tesisinden numuneler alınmıştır. Yapılan incelemeler neticesinde tesislerde çeşitli işletme problemleri tespit edilmiştir ve bu problemler için çözüm önerileri sunulmuştur. Yine bu tesislerden alınan numuneler Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde bulunan deşarj kriterli çerçevesinde değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmelerde tesislerin genelinde bazı işletme problemleri olmasına karşın tesislerin çıkış suyunun Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde belirtilen deşarj kriterlerini sağladığı görülmüştür. Kentsel ve endüstriyel atıksu arıtma tesislerinde işletme esnasında; ızgaralarda, Kum tutuculardа, ön çökeltme havuzlarında havalandırma havuzlarında, son çökeltme havuzlarında, çamur susuzlaştırma ünitesinde, tesis operatörününün olmaması, ekipmanların düzenli kontrol ve bakımlarının yapılmaması bitkilerin bakımının düzenli yapılmamasından kaynaklı, yapay sulak alanlarda; tesislerin etrafının tel örgüyle çevrili olmaması ve hayvanların tesise girmesi, doğru bitkilerin ekilmemesi, fosseptik kontrol ve bakımlarının düzenli yapılmamasından kaynaklı problemler tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

-Su ve Yaşam, 2012. Ankara, 18.

-Samsunlu, A., 2011. Atıksuların arıtılması, Birsen Yayınevi, İstanbul.

-Yıldız, S., Namal, O.Ö. ve Çekim, M., 2013. Atık su arıtma teknolojilerindeki tarihsel gelişimler, Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Sivas

VAN EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ'NE BAŞVURAN 18-35 YAŞ ARALIĞINDAKİ BÖLGE KADINLARININ SON 5 YILLIK D VİTAMİNİ DÜZEYİNİN SAPTANMASI

Ümit GÜNEŞ
(Sağlık Memuru) Van Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Bölge KBRN (Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik ve Nükleer) Koordinatörü
Prof. Dr. Nihat MERT
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı
Dr. Keziban EVLİYAOĞLU
Van Edremit Hilmi Irak Ortaokulu
Prof. Dr. Handan MERT
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı
Uzman Dr. Mehmet Murat AKIN
Memorial Diyarbakır Hastahanesi Onkoloji Merkezi

ÖZET

Sunulan bu tez ile Van ilinde, beş yıllık bir sürede, çeşitli sağlık nedenleriyle Van Eğitim ve Araştırma Hastanesi'ne gelen bayan hastaların, Vitamin D düzeyleri başta olmak üzere aynı zamanda Vitamin D düzeyleri ile bağlantılı olan Ca, Mg ve K düzeylerini saptamak amaçlanmıştır. Çalışmanın insan materyalini 2012-2016 yılları arasında Van Eğitim ve Araştırma Hastanesi'ne başvuran ve serum D vitamin analizleri yapılmış olan 18-35 yaş aralığındaki bayan hastalar oluşturmuştur. Her yıl için 20, toplamda 100 hasta, gerekli izinleri alınıp araştırmaya dâhil edildi. İstenen 2012-2015 yıllları arasındaki analiz sonuçları arşivden alınırken, 2016 yılında ise yine 20 bayanın kan örnekleri bizzat alınıp, D vitamini, kalsiyum, potasyum ve magnezyum değerleri tayin edildi. Roche marka Cobas otoanalizörü kullanılarak analizler yapıldı. 2012 yılından 2016 yılına kadarki 5 yıllık süre zarfında bu parametrelerin ortalama yıllık değerleri sırasıyla Vitamin D için 7.88±8.23 11.90±10.88 – 10.67±10.39 – 12.68±13.76 – 15.98±15.72 ng/ml. Kalsiyum için 9.33±0.96 – 9.64±0.54 – 9.38±1.03 – 8.84±1.03 – 9.53±0.62 mg/dl. Magnezyum için 2.05±0.20 – 2.12±0.17 -2.03±0.14 – 1.93±0.22 – 2.00±0.26 mg/dl iken Potasyum için 4.11±0.34 – 4.22±0.43 – 4.03±0.44 – 4.10±0.47 – 4.18±0.36 mmol/L olarak saptandı. Çeşitli tıp otoriteleri tarafından, 50 nmol /l (20-30 ng/ml) den fazla serum Vitamin D düzeyi yeterli olarak kabul edildiğinden, klinik D vitamini eksikliğinde düzeyin 25 nmol/ l (10ng/ml)' den düşük olduğu ortaya çıkmaktadır. Van ilinde, 5 yılda üzerinde inceleme yapılan kadınlarda saptanan tüm Vitamin D düzeylerinin eksiklik sınırları içinde olduğu bulunmuştur. Bölge genelinde gerek dini gerek geleneksel ve yöresel sebeplerle giyim şeklinin kapalı olması, gün ışığından faydalanma

süresinin azlığı ve yetersiz beslenme Vitamin D düzeyinin eksiklik nedenleri olabilir. Diğer parametrelerde ciddi bir eksiklik tesbit edilmemiştir. Sonuç olarak Van ilinde yıllara dayanan bir çalışma olarak bu eser önem arzetmektedir. Bölgesel çalışmalara ağırlık verilerek daha detaylı Vitamin D seviye tespit çalışmalarının yapılması, genç-yaşlı nüfusta saptanacak eksik vitamin değerlerine karşı özellikle temel bazı gıdalara çeşitli kuruluşlar nezdinde, belirlenecek oranlarda takviye yapılması önerilmelidir.

Anahtar Kelimeler: D Vitamini, Kadın, Kolekalsiferol, Kalsiyum, Magnezyum.

Bu çalışma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Başkanlığı tarafından TYL-2017-5883 nolu proje olarak desteklenmiştir.

GİRİŞ

D vitamini eksikliği birçok durumda, bireylerin yeterince güneş ışığı alamaması ve D vitamini yönünden zengin gıdaları yememesi sonucunda ortaya çıkar (Prentice 2008). D vitamini eksikliği küresel bir sorundur ve iskelet ve kas gelişimi yanında farklı bağışıklık işlevlerinde de rol oynayan önemli bir faktör olarak bilinir (Prentice 2008; El-Hac Fuleihan 2009). Son zamanlarda D vitamini eksikliğinin ortak semptomlara neden olabileceğini kanıtlamak için çalışmalar yapılmıştır. Toplumda rastlanılan baş ağrısı ve yorgunluk gibi bilinmeyen etiyolojilerin, yaygın semptomların nonspesifik etyolojilerinin D vitamini eksikliğiyle ilişkilerini öğrenmek için de daha fazla araştırma yapılmalıdır (Knutsen ve ark., 2010). Nitekim Orta Doğu popülasyonu arasında D vitamini eksikliği nedeniyle spesifik olmayan kas ağrılarının yaygınlığının ortaya çıktığı belirtilmiştir (Badsha ve ark., 2009).

Ortadoğu'daki kadınlar, erkeklerden daha yüksek oranda D vitamini eksikliği oranına sahiptir. Serum D vitamini seviyesi, cilt pigmentasyonu, sınırlı zamanlarda güneşle temas ve düşük Vitamin D gıda kaynaklarının alınması gibi bazı ortak nedenlerden dolayı düşüktür ve yıl boyunca değişmez (Knutsen ve ark., 2010). D vitamini statüsü üzerine yapılan bir araştırmada, Orta Doğu halkları, Afrikalılar ve Güney Asyalılar gibi bazı etnik gruplarda serum D vitamini seviyesinin % 83 oranında düşük olduğu; konservatif kıyafetler giyen kızlardaki D vitamini düzeyinin, banliyö ve kentsel alanlarda yaşayan kadınlar ile kıyaslandığında 12 nmol- 30 nmol / L seviyelerinde olduğu bildirilmiştir (El-Hajj Fuleihan 2009).

Son yıllarda D vitamininin çok fonksiyonlu olduğuna odaklanılmıştır. D vitamini eksikliğinin osteoporoz, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, kanser, otoimmün hastalıklar ve depresyon gibi hastalıkların oluşmasını engelleyecek; sağlık ve özellikle kronik yaşam tarzı ile ilgili hastalıklar bağlamında tedaviye katkı sağlayan önemli bir vitamin olduğu görülmektedir.

Sunulan bu tez ile Van ilinde, beş yıllık bir sürede, çeşitli sağlık nedenleriyle Van Eğitim ve Araştırma Hastanesi'ne gelen bayan hastaların, Vitamin D düzeyleri başta olmak üzere aynı zamanda Vitamin D düzeyleri ile bağlantılı olan Ca, Mg ve K düzeylerini saptamak ve Van ilindeki düzeyler konusunda fikir sahibi olunması amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmanın insan materyalini, 2012-2016 yılları arasında Van Eğitim ve Araştırma Hastanesi'ne başvuran ve serum D vitamin analizleri yapılmış olan 18-35 yaş aralığındaki bayan hastalar oluşturdu. Van SBÜ Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nin 2016/7 21.07.2016 Klinik Araştırmalar Etik Kurul'un kararı alınarak çalışmaya başlandı. Bu amaçla Dahiliye - Hematoloji - Ortopedi - Fizik Tedavi - Kadın Doğum - Gastroenteroloj kliniklerine farklı hastalıkları olduğu için başvuran, her yıl için 20, toplamda 100 hasta için gerekli izinler alınıp bu hastalar araştırmaya dâhil edildi. İstenen 2012-2015 yılları arasındaki analiz sonuçları arşivden alınırken, 2016 yılında ise yine 20 bayanın kan örnekleri bizzat alınıp, D vitamini, kalsiyum, potasyum ve magnezyum değerleri tayin edildi. Kan örnekleri aç karna ve sabah saat 8-10 arasında, ilgili kliniğin gözetiminde alınıp analizler için biyokimya laboratuvarına götürüldü. Roche marka Cobas otoanalizötörünün farklı seri numaralı aletlerinde analizler gerçekleştirildi.

BULGULAR

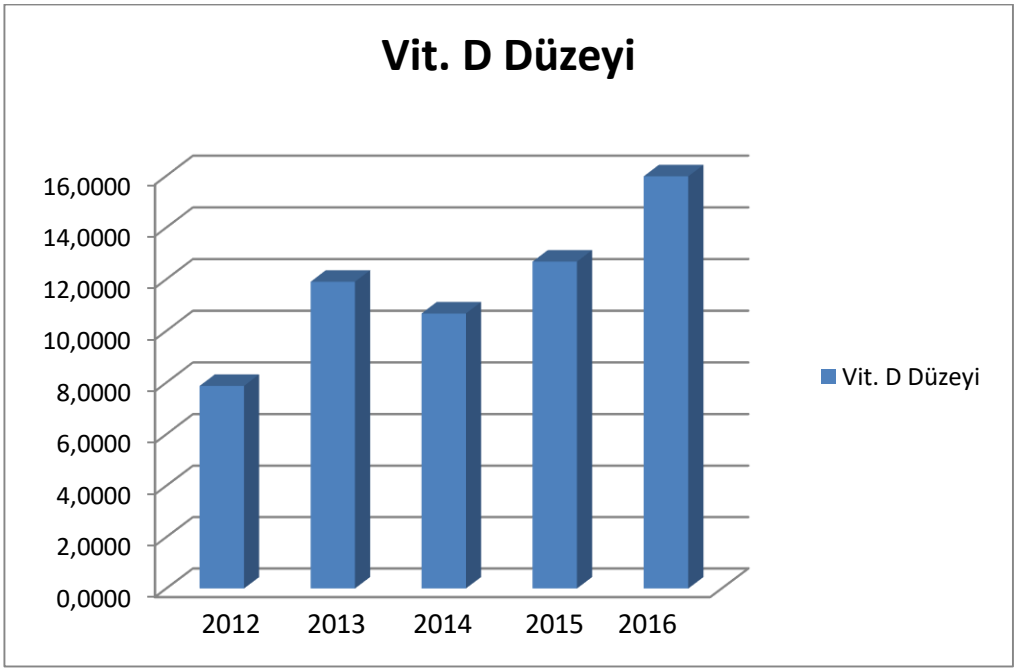
Van SBÜ Eğitim ve Araştırma Hastanesi'ne farklı yıllarda başvuran bayan hastalara ait bazı biyokimyasal parametrelerin sonuçları, tablo 1' de sırasıyla gösterildi.

Tablo 1. Van ilinde yaşayan ve araştırmada kullanılan bayanlara ait biyokimyasal parametreler.

Parametreler						
Yıl	**n**	**Vit. D ng/mL**	**Kalsiyum mg/dL**	**Magnezyum mg/dL**	**Potasyum mmol/L**	**Yaş**
2012	20	7.88±8.23	9.33±0.96	2.05±0.20	4.11±0.34	35.7
2013	20	11.90±10.88	9.64±0.54	2.12±0.17	4.22±0.43	36.8
2014	20	10.67±10.39	9.38±1.03	2.03±0.14	4.03±0.44	38.75
2015	20	12.68±13.76	8.84±1.03	1.93±0.22	4.10±0.47	35.55
2016	20	15.98±15.72	9.53±0.62	2.00±0.26	4.18±0.36	33.55

Vitamin D düzeyleri incelendiğinde en yüksek ortalama 2016 yılında kan analizleri yapılan bayanlarda gözlendi (15,98 ng/mL). Bunu sırasıyla 2015, 2013, 2014 ve 2012 yılları izledi. Yıllar arasında diğer

istatistikî analizler denekler farklı hastalık ve yaşlarda olacağı için yapılmadı. Yıllara göre Vitamin D düzeyleri aşağıdaki tabloda gösterildi.



Vitamin D düzeylerinin yıllara göre ortalama değerleri n(yıl) = 20.

SONUÇ

D vitamini seviyesi, özellikle güneş ışığına maruz kalma azlığı, derinin D vitamini üretim kapasitesinin azalması ve diyetteki Vitamin D alımının azalması sonucu olarak yaşla birlikte azalır. Avrupa ülkelerinde 824 yaşlı kişide kışın serum 25-hidroksivitamin D (25 (OH) D) konsantrasyonları ölçülmüş, erkeklerin % 36'sında ve kadınların % 47'sinde 25 (OH) D konsantrasyonları 30 nmol/L'nin altında bulunmuştur. D vitamini takviyeleri ve/veya güneş lambaları kullanıcıları, sigara kullananlardan (medyan 31 nmol/L) 25 (OH) D (medyan 54 nmol/L) daha yüksektir. Şaşırtıcı bir şekilde, güney Avrupa ülkelerinde en düşük ortalama 25 (OH) D konsantrasyonu olarak görülmüştür. Güneşte geçirilen günlük yaşam aktivitelerinin az zamanlı olması ve uzun kollu giysiler giymekle ilgili sorunlar, kış mevsimindeki düşük serum 25 (OH) D konsantrasyonlarının güçlü bir göstergesidir (Vander Meer ve ark., 2006).

Yaşam tarzı özellikleri ve fizyolojik faktörler, yaşlı insanlarda D vitamini eksikliği, güneş ışığını az miktarda alma, cildin Vitamin D kapasitesi oluşturamaması ve gıdalardan düşük Vitamin D alımı 25 (OH) D konsatrasyonunun düşük olmasının başlıca sorumlu faktörleridir. (MacLaughlin ve Holick 1985; Webb ve ark., 1990; Salamone ve ark., 1994). Plazma veya serum 25-hidroksivitamin D (25 (OH) D), Vitamin D durumunun en sık kullanılan indeksidir. Düşük 25 (OH) D konsantrasyonları, serum paratiroid hormonu (PTH) konsantrasyonunu artırabilir, kemikten kalsiyum emilimine neden

olabilir ve osteoporoz sürecini artırabilir (Villareal ve ark., 1991). 25 (OH) D konsantrasyonları güneş ışığına maruz kalma saatleri ve yoğunluğundan etkilenir, bu tür düşük konsantrasyonlar coğrafi konumdan (bölge, rakımdan) dolayı olabilir. 25 (OH) D üzerinde yapılan bazı çalışmalarda birkaç istisna dışında, ortalama konsantrasyon ve enlem arasında ters bir ilişki gösterilmiştir (McKenna ve ark., 1985).

D vitamini durumu güneş ışığına maruz kalma, cilt pigmentasyonu, giyim tarzı, güneş kremi kullanımı, beslenme ve D vitamini takviyeleri ile belirlenir. Serum 25 (OH) D'nin küçük bir kısmı besinlerle, özellikle yağlı balıktan gelir. Güneş ışınlarına maruz kalma daha az olduğunda diyet alımı daha önemlidir.

D vitamini insan vücudundaki kemik mineralizasyonu ve diğer metabolik süreçlerde Ca ve fosfat homeostasis ve iskelet gelişmesi gibi fizyolojik olaylarda önemli bir rol oynamaktadır (Haroon ve Regan 2010; Tsiaras ve Weinstock 2011). Örneğin, vitamin D eksikliği, çocuklarda raşitizasyona, iskelet anormalliklerine, boy kısalıklara ve gelişme gecikmesine neden olur (Holick, 2004). Yetişkinlerde düşük D vitamini değerleri osteomalazi, osteopeni, osteoporoz ve daha sonraki kırık riskiyle ilişkilidir (Tsiaras ve Weinstock, 2011). Kas-iskelet sağlığı üzerindeki olumlu etkilere ek olarak gözlemsel çalışmalar, düşük 25-hidroksivitamin D (25 (OH) D) değerlerinin kanser, enfeksiyonlar, otoimmün hastalıklar ve KVH da dâhil olmak üzere çeşitli ekstraskeletal hastalıkların artmış riski ile ilişkili olduğunu ileri sürmüştür (Pilz ve ark., 2012). Küresel yaşlanan nüfusun düşük 25 (OH) D düzeyleri (Mithal ve ark., 2009) Osteoporotik kalça kırıklarında 1990 yılından sonra yaklaşık dört kat artmıştır. Bu sonuca göre diğer kronik hastalıklara yol açma riski sebebiyle halk sağlığı için büyük önem taşımakta olduğu anlaşılmaktadır (Holick ve ark., 2009). D vitamini durumu, geleneksel olarak, dolaşımdaki 25 (OH) D testleri ile ölçülür ve testler D vitamini eksikliğini göstermek için kullanılıyor olsa da, Vitamin D'nin insanlarda yeterli depolarını tanımlama eşiği kesin olarak belirlenememiştir (Ross ve ark., 2011). Sunulan bu çalışmada Vitamin D düzeyleri için belirlenen referans aralığı 10-47 ng/mL olup, 5 yıllık bir sürede taranan Vitamin D düzeyleri 2012 yılında en düşük olarak saptanırken yıllara paralel olarak bu düzey yükselme göstermiştir. Yalnız 2016 yılında saptanan 15.98 ng/ml lik değer bile dünya standartlarında kabul edilen 20-25 ng/ml değerinin altındadır. Gerek hastalık nedeniyle ve gerekse sosyo-ekonomik nedenler dolayısıyla Van ilinde Vitamin D eksikliği söz konusudur. Daha önce de belirtildiği gibi kültürel ve dini değerler nedeniyle bayanların evde oturmaları veya çok kapalı giysilerle güneş ışığından yeterli düzeyde yararlanamamaları bu sonucu doğurmuş olabilir. Ekonomik nedenlerle dengeli ve düzenli beslenememe, Vitamin D yönünden eksik beslenme ve bu eksikliği gidermek için Vitamin D takviyesi almama yine bu tezde saptanan düşük düzeyin sebeplerinin açıklaması olabilir. Dünyanın çeşitli

ülkelerinde Vitamin D eksikliğine karşı margarin ve diğer bazı gıdalara Vitamin D takviyesi yapılması ciddi olarak kurum ve kuruluşlarca ele alınmalıdır.

Zira araştırmada incelenen diğer parametrelerden Ca, K, ve Mg düzeyleri, araştırmanın yapıldığı 5 yıllık sürede kişilerde farklı hastalıklar olmasına rağmen normal sınırlar içinde bulunmuş olup tez için planlanan kurgunun doğru olduğu ve yörede ciddi düzeyde Vitamin D eksikliği olduğu gerçeğini desteklemektedir. Araştırmada saptanan düşük Vitamin D düzeyleri diğer parametreler üzerinde fazla sert etki yapmazken bazı hastalıkların hazırlanmasında yardımcı etiyolojik faktör olarak görülmektedir. Sonuç olarak Van ilinde yıllara dayanan bir çalışma olarak bu eser önem arzetmektedir. Bundan sonraki çalışmalarda detaylı Vitamin D seviye tespit çalışmalarının yapılması ve bunun nedenlerinin ilave çalışmalar ile desteklenmesi; bölgesel çalışmalara ağırlık verilerek genç-yaşlı nüfusta saptanacak eksik vitamin değerlerine karşı özellikle temel bazı gıdalara çeşitli kuruluşlar nezdinde, belirlenecek oranlarda takviye yapılması önerilmelidir. Yani eksiklik sebeplerini önleyici tedbirler daha da niceliklendirilmelidir. D vitamini ile beslenmenin zenginleştirmesi veya vitamin takviyesi ile özellikle kış aylarında Vitamin D seviyesinin istenilen oranlara getirilmesi sağlanabilir.

KAYNAKLAR

El-Hajj Fuleihan, Ghada (2009). Vitamin D deficiency in the Middle East and its health consequences for children and adults. *Clin Rev Miner Metab*, 7,1, 77-93.

Haroon M & Regan MJ (2010). Vitamin D deficiency, the time to ignore it has passed. *Int J Rheum Dis*, 13, 318–323.

Holick MF (2004). Sunlight and vitamin D for bone health and prevention of autoimmune diseases, cancers, and cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr*, 80, 1678–1688.

Holick MF (2009). Vitamin D status: measurement, interpretation, and clinical application. *Ann Endocrinol*, 19, 73–78.

Knutsen K V, Brekke M, Gjelstad S, Lagerløv P (2010). Vitamin D status in patients with musculoskeletal pain, fatigue and headache, a cross-sectional descriptive study in a multi-ethnic general practice in Norway. *Scand J Prim Health Care*, 28,3, 166-171.

MacLaughlin J, Holick MF (1985). Aging decreases the capacity of the human skin to produce vitamin D3. *J Clin Invest*, 76, 1536-1538.

McKenna MJ, Freaney R, Meade A, Muldowney FP (1985). Hypovitaminosis D and elevated serum alkaline phosphatase in elderly Irish people. *Am J Clin Nutr*, 41, 101-109.

Pilz S, Kienreich K, Tomaschitz A, Lerchbaum E, Meinitzer A, März W, Zittermann A, Dekker JM (2012). Vitamin D and cardiovascular disease, update and outlook. *Scand J Clin Lab Invest Suppl*, 72, 83–91.

Prentice A (2008). Vitamin D deficiency, a global perspective. *Nutr Rev*, 66, 153–164.

Ross AC, Manson JE, Abrams SA, Aloia JF, Brannon PM, Clinton SK (2011). The 2011 report on dietary reference intakes for calcium and vitamin D from the Institute of Medicine, what clinicians need to know. *J Clin Endocrinol Metab*, 96, 53–58.

Salamone LM, Dallal GE, Zantos D, Makrauer F, Dawson-Hughes B (1994). Contributions of vitamin D intake and seasonal sunlight exposure to plasma 25-hydroxyvitamin D concentration in elderly women. *Am J Clin Nutr*, 58, 80-86.

Tsiaras WG, Weinstock MA (2011). Factors influencing vitamin D status. *Acta Derm Venereol*, 91, 115–124.

Van der Meer, I, Karamali, N.S, Boeke, A.J (2006) High prevalence of vitamin D deficiency in pregnant non-Western women in The Hague, Netherlands, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 84, 350–353.

Villareal DT, Civitelli R, Chines A, Avioli LV (1991). Subclinical vitamin D deficiency in post-menopausal women with low vertebral bone mass. *J Clin Endocrinol Metab*, 72, 628-634.

Webb AR, Pilbeam C, Hanafin N, Holick MF (1990). An evaulation of the relative contributions of exposure to sunlight and of diet to the circulating concentrations of 25-hydroxyvitamin D in an elderly nursing home population in Boston. *Am J Clin Nutr*, 51, 1075-1081.

INVESTIGATION OF DIFFERENT DRYING METHODS AND COMPARISON OF THE EFFECT OF DRYING PARAMETERS ON PRODUCTS

Asst. Prof. Dr. Neşe BUDAK ZİYADANOĞULLARI
Batman University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Mechanical Engineering
Zozan BASKIN
(Master Student) Batman University, Graduate School of Natural and Applied Sciences,Department of Mechanical Engineering
Necip DONGAZ
(Master Student) Batman University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Mechanical Engineering

ÖZET

Gıda ürünleri çevresel faktörlerin etkisiyle bir süre sonra renk, koku, şekil, tat ve besin değeriaçısından bozulmaya uğrar. Bu bozulmaların önüne geçmek için birçok yöntem kullanılmaktadır.Bu yöntemler arasında en yaygın kullanılan kurutmadır ve en eski geleneksel metot ise açık havada kurutmadır.Sıcaklık uygulamaları, farklı kurutma teknolojileri ve tasarımlarının kombinasyonları ile geleneksel açık havada kurutma yöntemiyle büyük oranda zarar gören vitaminler ve minerallerin yüksek korunumları sağlanabilmektedir.Ayrıca fosil yakıt kullanılarak yapılan kurutma çalışmalarındaki yüksek maliyetli enerji gereksinimi ve ortaya çıkan çevre kirliliğinin de önüne geçilebilmektedir.Bu derleme çalışmadakurutma teknolojilerindeki gelişmelerle ortaya çıkan; solar kurutucular, hava üflemeli kurutucular, vakum kurutucular, mikrodalgalı kurutucular, dondurarak kurutma yapan sistemler vb. ile yapılan ürün kurutma çalışmaları, deneysel sonuçlardaki gelişmeler, kurutma sonrasında üründeki değişiklikler ve enerji tüketimi araştırılmıştır.Yaygın olarak kullanılan mevcut teknolojilerin kurutma işlemi sonrasındaki ürün kalitesi ve enerji verimliliğineyönelik çalışmalar geliştirmelidir.
Anahtar Kelimeler: Kurutma Yöntemleri, Kuruma Süresi, Enerji Tüketimi.

ABSTRACT

Foods are decayed in terms of color, smell, shape, taste and nutritional value after a period of time due to environmental effects. Many methods are used to prevent these distortions. Among these methods, the most commonly used drying is the oldest traditional method and outdoor drying. With the combination of temperature applications, different drying technologies and designs, high conservation of vitamins and minerals, which are largely damaged by traditional outdoor drying, can be achieved. In addition, high cost energy requirements and resulting environmental pollution in drying operations using fossil fuel can be prevented. In this review study; solar dryers, air blow dryers, vacuum dryers, microwave dryers, freeze drying systems and so on. The product drying studies, the improvements in experimental results, the changes in the product after drying and energy costs were investigated. Efforts to reduce product quality and costs after drying of existing technologies commonly used should be further explored and developed.
Keywords: Drying Technologies, Energy Consumption, Product Quality

1. Introduction

Drying, one of the methods utilized since ancient times, is kind of making the food more durable by lowering the water level on it to a certain level. The motive for this process is to preserve the food for a certain period of time, delaying the expiry date through reducing the moisture level contained in the food. Furthermore, drying will result in some radical conveniences, such as obtaining cost effective shipping and delivery options with lowered size and weight, also minimizing the chemical reactions over food to happen over time. (Sonmete etc.,2016, Thirugnanasambandham and Sivakumar, 2016, Nguyen etc., 2018).

Various pre-treatments are applied for drying the products. (Cemeroğlu, 2004). Some of those; immersion of food materials in chemical solutions such as hot water or sulfur, scalding of biological materials, salting, application of alkaline solutions, etc. (Yokuş, 2014, Doymas and Pala, 2002). The corn hives were soaked in 4% K_2CO_3 and 2% ethyl oleate solution for 1 minute and then the drying times of the pre-treated and untreated samples were compared with the samples dried in the drying chamber at 55, 65 and 75 temperatures. The drying time of the pretreated samples increased and the corn treated with ethyl oleate solution appeared to be brighter and yellow, and the drying time increased by 25.6%. (Doymaz and Pala, 2003). Venkatachalapathy and Raghavan (1999), dried 2% ethyl oleate and 0.5% NaOH solution by drying the pre-treated strawberry samples. Better results were obtained in pre-treated samples. Karaaslan et al, (2016) after removing the onions and chopped 1-3 mm thick and then let it wait in salt water. While rehydration capacity of onion dried onions before pretreatment was 5.07 ± 0,20, rehydration capacity of onion dried onions increased by 5.36 ± 0.40. The drying process can be carried out by applying different techniques and the most commonly used is the one that is dried in the open air under the sun. However, this technique reduces the quality of the product to be exposed to sun, dust and wind. (Kuman et al., 2007). In addition, the fact that drying is not possible anytime and anywhere by taking advantage of solar heat and taking a long time has encouraged the preference of artificial drying systems to dry in the sun and the development of different drying methods. This shows the importance of the term energy in the food industry. Despite their diversity, the life span of fossil energy sources is limited and does not exceed a hundred years. (Michaelides , 2012). On the other hand, the use of fossil energy sources has been shown to be a very important factor in terms of air pollution and undesirable air events in the world. (Herzog et al., 2001). Increasing health, social and economic problems of environmental pollutants and greenhouse gas emissions from fossil fuels have increased the desire to use renewable and clean energy sources. (Gaufam et al., 2017). For these reasons, researchers have built their studies on the main factors of low energy consumption, high product quality and time efficiency. With the advances in drying technologies; different drying methods such as solar dryers, air-blow dryers, vacuum dryers, microwave dryers, freeze drying systems

have been developed. Many studies have been conducted in the literature on energy efficiency with different products and different drying technologies. Eunice et al, (2019), experimentally evaluated the drying kinetics of beef in a solar tunnel dryer and, thanks to the dryer, achieved a higher drying rate than meat dried in the sun. Mehran et al, (2019) experimentally studied the solar water heater and infrared lamp and solar fluidized bed dryer to dry paddy grains and reached energy efficiency of 1,163 kWh in natural gas and 0.314 kWh in sunlight. Bahammou et al, (2019) evaluated sardine wastes by physical processes under natural and forced convective solar energy drying, and found that total energy consumption tended to decrease in increasing temperature, and to increase in the increasing air flow.

Significant improvements in drying efficiency are achieved by the combination of several energy sources in a single drying process. In his study conducted by İzli in 2016, has found that apricot dried by the combination of convective, microwave and microwave - convective drying dried apricots in a shorter time than microwave and convective drying only. Gallali et al, (2000) examined some chemical properties such as ash content, moisture, sourness, total sugar reduction and vitamin C in the grapes, figs, tomatoes and onions dried in a natural and solar energy drying system. They stated that dried products are more suitable for all quality characteristics examined compared to natural drying. In another study, drying of pineapple was done by using microwave, hot air and microwave-hot air combination. Drying was carried out in a shorter time with the combination of microwave and hot air. (Sarı et al, 2014). Taşova et al, (2019) used oven and microwave dryer for drying the rosehip fruit. The longest drying time was 7.5 hours at 50 ^{0}C, the shortest drying time was 9 minutes and 900W drying power. Maskan (2001) has found that drying with hot air has less negative effect on the color of kiwi fruit than microwave drying. Mitra (2012) on a commercial scale, the most preferred method of onion drying in their study stated that convective drying. They explained the reason why the installation cost was considerably lower than other methods. Microwave and hot air drying method Karaaslan (2012) prepared apricots and cherries in the study. At the end of the drying studies, they stated that the products do not lose their color, smell and taste. In this study, drying methods used in experimental and theoretical studies are examined, comparing the effects on different products.

2. Drying Methods and Comparison

With the advances in drying technologies, different drying methods such as solar dryers, air-blow dryers, vacuum dryers, microwave dryers, freeze drying systems, have been developed. Drying methods for different needs in different fields are currently under development.

One of these methods, solar drying systems has been researched widely for the last 60 years. The drying systems developed with solar energy, which is in the first place among renewable energies, are

important in terms of energy efficiency. With regard to solar energy systems, various systems are recommended in terms of the collection, storage and utilization efficiency of products. In solar drying, the sunshine duration and radiation intensity of the drying area are important parameters. (Ceylan et al, 2006).

There are two methods to dry, using solar drying;

1- Drying with solar collector thermal box
2- Drying with solar heated air (Greenhouse type drying)

In the first type of drying, drying boxes with collector are used to absorb incoming solar energy. The energy collected here is transferred to the material to be used with air or water. In the greenhouse type drying method, the drying area is covered with a transparent cover. The sun rays passing through the formed transparent layer are absorbed by the building elements and conveyed to the materials to be dried with the help of air. Sometimes fans can also be used to make this process easier and faster. The increasing air temperature rises the amount of moisture that can be transported. Where the air is 20 ^{o}C, 17 g / m^3 water vapor can be retained; while it is is 83 g / m^3 at 50 ^{o}C.

Solar energy dryers can eliminate the negative effects of natural drying in addition to energy efficiency. In these systems, instead of direct solar energy effect, the circulating air is heated or the water to be used for heating is evaporated. Temperature control is not easy in direct solar dryers. However, the cost is low. Despite being more expensive, temperature control is easy in direct solar dryers. (Ferelan 1989; Eskibalcı and Işıktaş 2017).

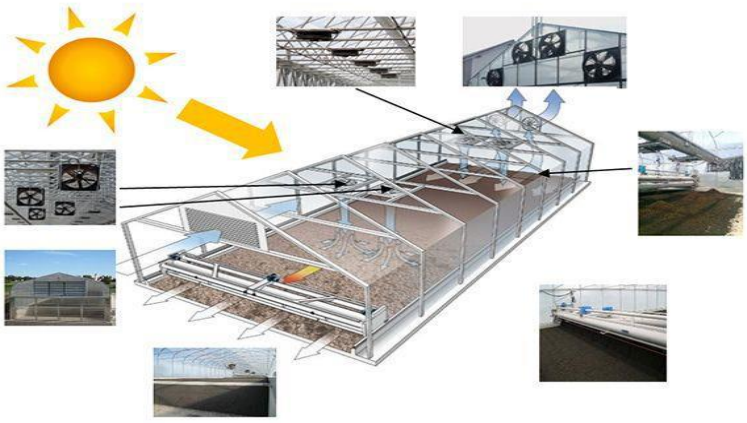


Figure 1. Solar Drying System Sample (URL 1)

In vacuum dryers, the principle of reducing the boiling point of water at low atmospheric

pressures is used. Thus, evaporation occurs faster and at lower temperatures. The pressure is reduced by a vacuum pump in a strength cabinet and the product is dried by the transfer system formed by the heater fan. Drying is carried out at 100-150 ^{o}C. Drying time is shorter. (Erbay and Küçüköner, 2008). As the ovens used in vacuum drying operate at low pressures, they allow the products to be dried at low temperatures. As a heat source for the owens, microvawe is employed. (Leiker et al, 2004).

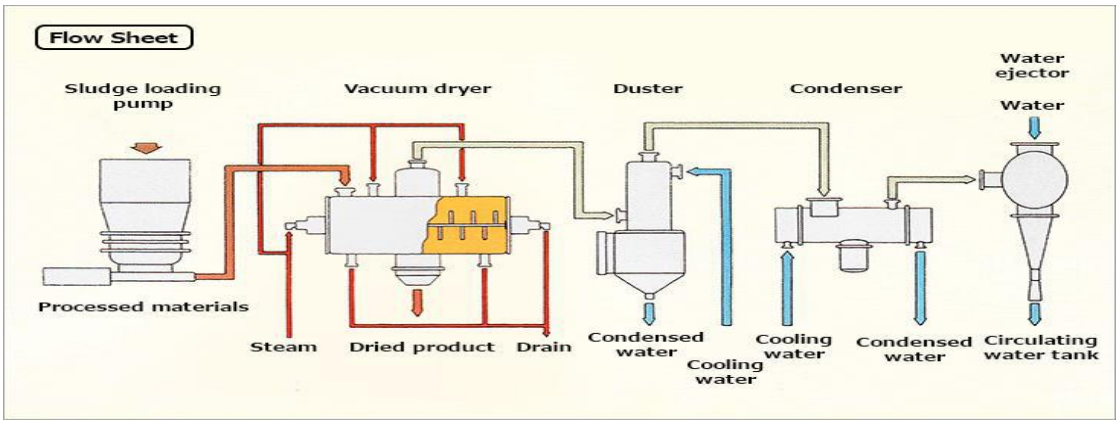


Figure 2. Vacuum Drying System Sample (URL 2)

The basic principle of freeze-drying is sublimation, which allows the transition from solid to gas. As with evaporation, sublimation occurs when the necessary energy is supplied. With shock driers, this can be carried out at lower pressures and temperatures. The properties of the freeze-dried materials can be fully preserved. Thanks to this feature, it is widely used in food and pharmaceutical sectors. However, drying costs are high and can only be used at low capacities. In the first stage the materials are frozen, which are dried in the second stage. (Ratti, 2001; Sadıkoğlu and Özdemir, 2003; Yöney, 2005).

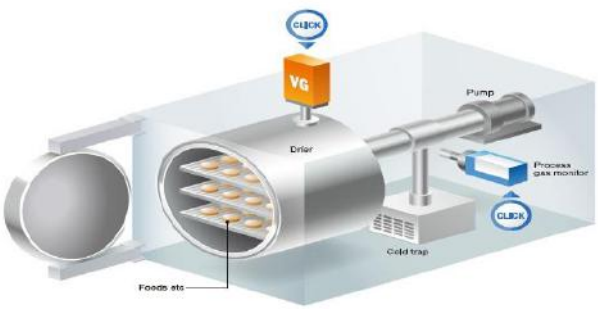


Figure 3. Freeze Drying System Sample (URL 3)

In microwave drying, continuous or intermittent oscillating waves are created using magnetron and klistron. In general, household types use frequencies of 2.45 GHz or 915 MHz. The efficiency of microwave drying systems varies depending on the physical and thermal properties of the dried material, dielectric properties, amplicator dimensions, magnetron power and frequency. (Gölcü and Şen, 2014).

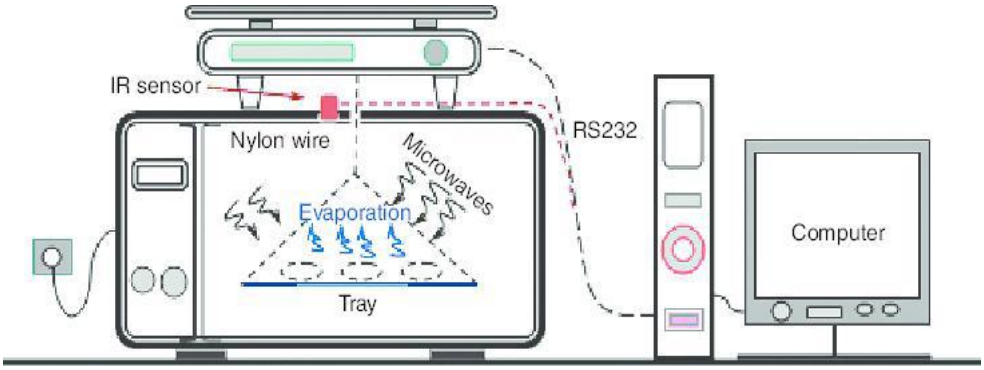


Figure 4. Microwave Drying System Sample (URL 4)

In fluid bed dryers, the material to be dried is sieved to ensure that the product is in the form of spherical or cylindrical particles. During this time, the particulate material becomes fluidized and the moisture is removed by a drying gas. (Bayrock and Ingledew,1997). Gas velocity is very important in this method. It is still possible to dry the materials without any drawbacks at large temperature differences. In addition, drying process can be completed in a short time. (Güngör and Özbalta, 1997)

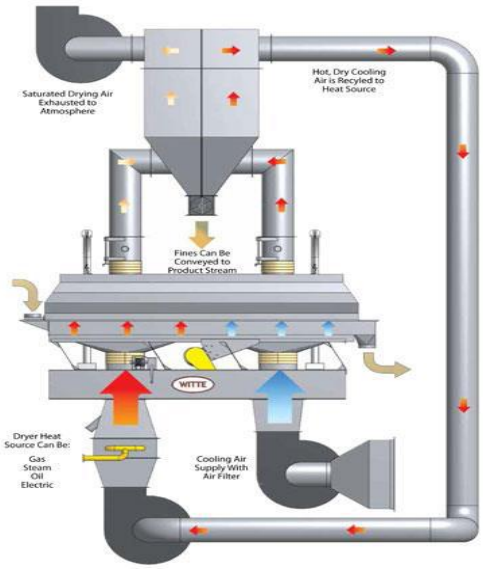


Figure 5. Fluidized Bed Drying System Sample (URL 5)

In heat pump dryers, the heat pump which can operate at low temperatures provides a great advantage. It is a system with high performance coefficient. Drying process at low temperatures significantly improves product quality. The heat pump of conventional air-heated dryers increases efficiency and provides economical drying. The dehumidifiers used in the system provide latent heat gain at low temperatures, transferring air, being low cost and cause minimum environmental pollution. (Vijaya et al, 2006).

Advantages of heat pump dryers; (Britnell et al, 1994)

1) Product quality is high thank to its ability to dry at low temperatures.
2) High energy efficiency is achieved.
3) The drying rate is not affected by the drying conditions.

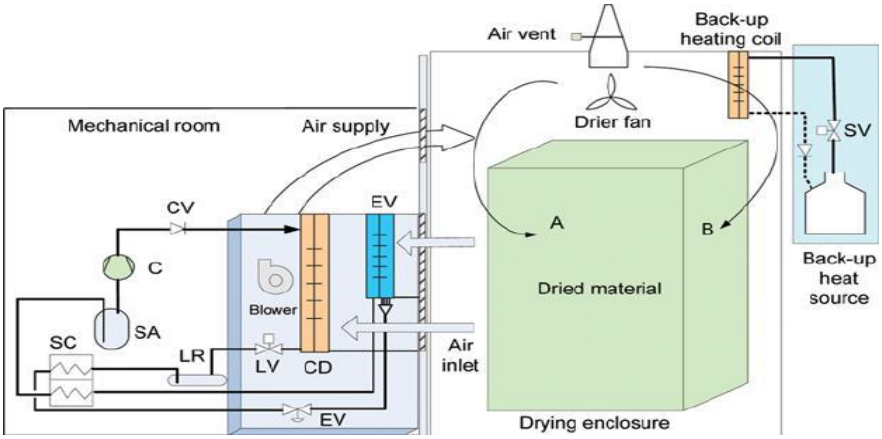


Figure 6. Heat Pump Drying System Sample (URL 6)

In infrared drying, heating is usually carried out at a wavelength of 0.5-100 µm. It is widely used in heating, drying and surface pasteurization of foodstuffs. This method is preferred over other dryers thanks to its heat transfer property, direct penetration into the material and rapid process control. Initial installation and operating costs are low. It is not affected by seasonal changes and does not harm the environment. (Aktaş et al, 2013)

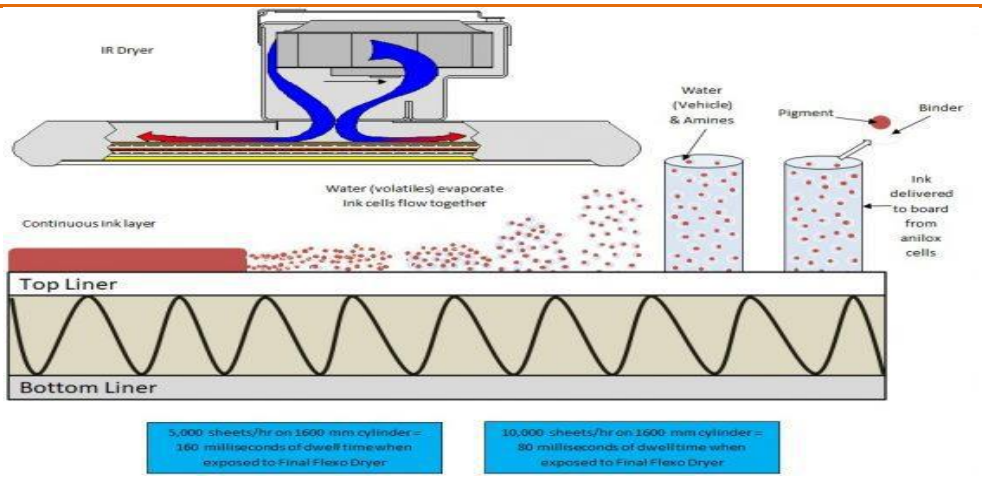


Figure 7. Infrared Drying System Sample (URL 7)

Some of the studies for different drying methods and products made in recent years are summarized in Table 1.

Tablo 1. Literature summary of some drying studies

Product	System Type	Process Parameters	Results	References
Grains of nuts	Heat pump supported	40 ºC, %25 relative humidity, 0,38 m/s air velocity %35 moisture content %5 moisture content 30 hours	With the help of heat pump assisted hazelnut drying, quality product has been produced in suitable drying time with minimum energy consumption and no degradation has been seen in the product.	(Ceylan et al, 2008)
Pineapple	Microwave Hot air Microwave hot	180,300,540,720,900 w in power 129,34,31,27,22 minute 100,150 ve 200 ºC temperatures 229,145 ve 104 minute 180w 100 ºC and 65 minute and 540w 200 ºC de 21 minute	Drying times decreased with increasing microwave power and temperature.	(Sarı et al, 2014)

Rosehip Grains	Oven Microwave	50 ºC, 16.5 hour and 70 ºC, 7 hour 360w 27 minute and 90 w, 9 minute	Suitable temperature and strength value of rosehip fruits in terms of drying time, color and vitamin C values (720w, 70 C)	(Taşova et al, 2019)
Apricot	Convective Microwave Microwave and Convective	50 ºC, 610 minute and 75 C, 300 minute 90w, 590 minute and 160w, 210 minute 90w, 50 ºC, 320 minute ad 160w, 75 C, 120 minute	High temperature and power amount were determined as the most important factor in the drying process.	(İzli, 2016)
Apple Slices	Heat pump	40 ºC, %15,9 relative humidity, 1,5 m/s 4,55 g sv/g, 0,13 g sv/g, 11 hours	Agricultural products must be dried in order to be able to transfer them fresh from one region to another and not lose their nutritional value.	(Aktaş et al, 2019)
Carrot Slices	Heat pump	40 ºC, %11,3 relative humidity, 1,5 m/s 7,19 g sv/g, 0,098 g sv/g, 9 hours		
Slices of kiwi fruit	Hot air Vacuum	50, 60, and 70ºC heat 3 kPa vacuum pressure	Vacuum drying is more suitable to prevent L-absorbic acid	Orikasa etc. (2014)
Slices of green pepper	Hot air Microwave Ultrasound	2 m / s air flow rate, Average air heat 54ºC 100W microwave power 100 and 200W ultrasound power	Hybrid drying significantly reduced drying time, reduced energy consumption and positively influenced quality factors.	Szadzinskavd. (2017)
Date	Infrared	60,70 and 80 ºC heats 310,170 and 160 minute Drying time	As the temperature decreases, drying time increases.	Taşkın et al. (2017)

Dill Leaves	Microwave	30.40 and 50 seconds at 360 W power range. operation, drying times 20.5,13 and 11 min 30.40 and 50 sec at 540 W power level, drying times 8.7 and 6.5 min	The minimum color difference was seen in 50 seconds at 360 W power.	Polatçı et al. (2017)

3. Drying Theory

The moisture content of agricultural products is considered as the weight of water retained in the body. The amount of water is defined as a percentage. In the determination of moisture content, two definitions are used as wet base and dry base. (ASAE; 1983).

Moisture based on wet base is defined as the ratio of water weight in the product to the total weight of the product.

$$\%M_{y.b} = \frac{W_s}{W_s + W_k}.100$$

(Equation 1.)

Humidity relative to dry base is the ratio of water weight to dry weight of the product.

$$\%M_{k.b} = \frac{W_s}{W_k}.100$$

(Equation 2.)

In these equations,

W_s : Water weight (gr)

W_k : Dry weight of product (g)

% $M_{y.b}$: Humidity relative to wet base (%)

% $M_{k.b}$: Moisture content (%) relative to dry base. The moisture content determined by dry and wet base can be converted to each other with the following equations.

$$\%M_{k.b} = \frac{M_{y.b}}{100 - M_{y.b}}.100$$

(Equation 3.)

The moisture content determined by wet base is generally used in product purchases and sales, and the values determined by dry base are used in drying operations.

The product will lose moisture during drying and its weight will decrease. Weight reduction due to moisture loss can be calculated with the following equations. (Yağcıoğlu, 1999).

If the first weight of the product is known,

$$W = W_1 \frac{M_1 - M_2}{100 - M_2}$$ (Equation 4.)

If the final weight of the product is known,

$$W = W_2 \frac{M_1 - M_2}{100 - M_1}$$ (Equation 5.)

In these equations,

W : Weight loss (gr)

W_1 : Initial weight (gr)

W_2 : Final weight (g)

M_1 : Moisture before drying (%)

M_2 : Moisture after drying (%).

4. Conclusion

Different drying systems are being tried to create efficient drying processes. The widespread use of solar energy in drying systems reduces energy costs. When the time spent in drying products are compared with drying methods, it's reduced by combination of drying systems. At the same time, positive results were obtained in terms of color, rehydration properties and drying characteristics of the products with drying systems. Temperature and microwave forces were found to be effective in decreasing the drying time and changing the quality values. Rehydration capacity increased in pre-treatment and drying was achieved in a shorter time. Drying of wet products kept in cold storage using technical methods will solve the problem of storage in the warehouses. Development of drying technologies is very important in terms of increased product quality and energy efficiency.

References

Aktaş, M., İlbaş, M., Yalçın, A., Şahin, M., 2013, Kızıl Ötesi Bir Kurutucuda Kuruma Davranışlarının Deneysel İncelenmesi. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 28, No 4, 767-775.

Aktaş, M., Çağatay, K., (2013), Güneş Enerjisi ve Isı Pompalı Kurutucuda Dilimlenmiş Kivi Kurutulması, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi , 28 (4), 733-741.

Aktaş, M., Koşan, M., Çatalbaş, C., Gök, M., (2019), Dilimlenmiş Elma ve Havucun Isı Pompası Tekniği ile Kurutulması:Performans analizi, Politeknik dergisi , 22 (3), 523-529.

Aktaş, M., Menlik, T., Boran, K., Aktekeli, B. Aktekeli, Z., (2014), Isı Pompalı Kurutucuda Portakal Kabuğu Kurutulması, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2 (2), 229-238.

Aktaş, M., Şevik, S., Doğan, H. ve Öztürk, M., (2012), Fotovoltaik ve Termal Güneş Enerjili Sürekli Bir Kurutucuda Domates Kurutulması, Tarım Bilimleri Dergisi , 18, 287-298.

ASAE, Moisture Measurement-Peanuts. ASAE Standard of ASAE S.410.1. Agricultural Engineering Yearbook of Standards, 329-331,1983.

Bahammou, Y., Lamsyehe H., Kouhila, M., Lamharrar, A., Idlimam, A., Abdenouri, N., (2019), Valorization Of Co-Products Of Sardine Waste by Physical Treatment Under Natural and Forced Convection Solar Drying, Renewable Energy, 142, 110-122.

Cemeroğlu B., 2004, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Bizim Grup Basımevi, 2(78), 975 - 985.

Ceylan, İ., Aktaş, M., Doğan, H., 2006, Güneş enerjili kurutma fırınında elma kurutulması. Politeknik Dergisi, 9(4), 289-294.

Ceylan, İ., Aktaş, M., (2008), Isı Pompası Destekli Bir Kurutucuda Fındık Kurutulması, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi , 23 (1), 215-222.

Erbay, B., Küçüköner, E., (2008), Gıda Endüstrisinde Kullanılan Farklı Kurutma Sistemleri, 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, Erzurum.

Eskibalcı, M.F., Işıktaş, O.V., 2017, Üleksitin kurutulmasında farklı ısıtıcıların verimliliğinin incelenmesi. Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü dergisi, 10(1), 11-22.

Eunice, A., M., Okoth, M., W., Kunyanga, C., N., Rugiri, M., N., 2019. Experimental evaluation of beef drying kinetics in a solar tunnel dryer, Rnewable Eergy 139(2019), 235-241.

Ferelan, A.E., 1989, Endüstriyel kurutma sistemleri yüksek lisans tezi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Gallali Y M, Abujnah Y S & Bannani F K (2000). Preservation of fruits and vegetables using solar dryer: A comparative study of natural and solar drying. Renewable Energy 19: 203-212.

Gautam, A., Chameli, S., Kumar, A., Singh, S., (2017), A Review on Technical İmprovments, Economic Feasibility and World Senario of Solar Water Heating Systems. Renew. Sustain. Energy Rev. 68, 541-562.

Gölcü, M., Şen, F., 2014, Mikrodalga ile ıslak viyolün kurutulabilirliğinin deneysel olarak incelenmesi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 4(20), 111-115.
Güngör, A., Özbalta, N., 1997. Endüstriyel kurutma sistemleri. III. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı, İzmir, (2), 737-747.

Güngör A., (2013), Sebze ve Meyve Kurutmada Kullanılan Kurutucular ve Kurutma Teknolojileri, 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi 17/20 Nisan ,İzmir

Herzog, A., Lipman, T., Kommen, D., (2001), Renewable Energy Sources , Encyclopedin of Life Support Systems (EOLSS). Perspectives and Overview of Life Support Systems and Sustainable Development 2001.

Heybeli, N., Ertekin, C., (2007), Elma Dilimlerinin İnce Tabaka Halinde Kuruma Karakteristiği, Tarım Makinaları Bilim Dergisi , 3 (3), 179-187.

İçmez A. O., (2014), Dondurarak Kurutma Sistemlerinde Kurutma Parametrelerinin Deneysel İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü .

İzli N., (2016), Kayısının (Prunus armeniaca L.) Konvektif, Mikrodalga ve Mikrodalga-Konvektif Yöntemleriyle Kurutulması ve Matematiksel Modellenmesi , Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi , 31, 375-384.

Karaaslan, M., Yıldırım, A., Vardin, H., (2016), Farklı Kurutma Teknikleri ve Ön İşlem Uygulamaları ile Kurutulmuş Soğanların Rehidrasyon Kapasitelerinin Artırılması, Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi , 20(3), 192-203.

Karaaslan S., (2012), Meyve ve Sebzelerin Mikrodalga Destekli Kurutma Sistemleri ile Kurutulması, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakaültesi Dergisi , 7 (2), 123-129.

Karabacak, A. Ö., Sinir, G. Ö., Suna, S., (2015), Mikrodalga ve Mikrodalga Destekli Kurutmanın Çeşitli Meyve ve Sebzelerin Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi , 29 (2), 125-135.

Kovacı, T., Dikmen, E., Şahin, A. Ş., (2018), Kurutma Sistemleri, Enerji Tüketimlerileri ve Ürün Kalitesine Etkileri ve Örnek Sistem Tasarımı, Teknik Bilimleri Dergisi , 8 (2), 25-39.

Leiker, M., Adamska, M.A., Giittel, R., Mollekopf, N., 2004, Vacuum microwave drying of beech: property profils and energy efficiency. Proceedings of Cost E15 Intl. Conf. Wood drying, Athens, Greece, 128-197.

Mehran, S., Nikion, M., Ghazi, M., Zareiforoush, H., Bagheri, I., (2019), Experimental İnvestigation and Energy Analyis Of a Solar-Assisted Fluidized-Bed Dryer İncluding Solar Water Heater and Solar-Powered İnfrared Lamp For Paddy Grains Drying , Solar Energy, 190, 167-184.

Meva, E. A., Okoth, M. W., Kunyanga, C. N., Rugiri, M. N., (2019), Experimental Evaluation of Beef Drying Kinetics İn a Solar Tunnel Dryer, Renewable Energy, 139, 235-241.

Michaelides, E.E.S., (2012), Alternative Energy Sources, Springer Science and Business Media .

Orikasa, T., Koide, S., Okamoto, S., Imaizumi, T., Muramatsu, Y., Takeda, J.-i., Shiina, T. ve Tagawa, 2014, Impacts of hot air and vacuum drying on the quality attributes of kiwifruit slices. Journal of Food Engineering, 125 (2014), 51-58.

Özler, S., Ergüneş, G., Tarhan, S., 2016, Mısırda Farklı Ön İşlemlerin Kuruma Hızına Etkisi, OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(2), 160-166.

Polatçı, H., Taşova, M., 2017, Mikrodalga Yöntemi İle Kurutulan Dereotu Yapraklarının (Anethum Graveolens L.) Kurutma Kinetiği ve Renk Değerlerinin Belirlenmesi, Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 6, 42-51.

Ratti, C., 2001, Hot air and freze drying of high value foods; a review. Journel of Food Engineering, 49, 4, 311-319.

Sadıkoğlu, H., Özdemir, M., 2003, Dondurarak kurutma teknolojisi ve evreleri. Gıda 28(6), 643-649.

Sarı, M., Karaaslan, S., (2014), Ananasın Mikrodalga İle Kurutulması ve Uygun Kuruma Modelinin Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi , 9 (1), 42-50.

Sezer S., (2017), Soğan Dilimlerinin Çeşitli Yöntemlerle Kurutma Karakteristiklerinin ve Kurutma Esnasında Meydana Gelen Değişimlerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü .

Szadzinska, J., Lechtanska, J., Kowalski, S. J. ve Stasiak, M. 2017, The effect of high power airborne ultrasound and microwaves on convective drying effectiveness and quality of green pepper. Ultrason Sonochem, 34 (2017), 531-539.

Taşkın, O., İzli, N., 2017, Kızılötesi Kurutucu İle Hurmanın Kurutulması ve Matematiksel Modellenmesi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34, 10-15.

Taşova, M., Ergüneş, G., Gerçekçioğlu, R., Karagül, Ş., (2019), Konvektif ve Mikrodalga Yöntemlerle Kurutulan Kuşburnu (RosamontanaChaixsubsp. woronovii (Lonacz) Ö. Nilsson) Meyvelerinde Kalite Değişimleri, Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi , 34, 312-318.

Yağcıoğlu, A., 1999, Tarım Ürünleri Kurutma Tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları, 536.

Yıldız D., (2019), Balkabağı Dilimlerinin Farklı Kurutma Yöntemleri ile Kurutulmasında Ön İşlem Olarak Ultrases Destekli Ozmotik Kurutma Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü .

Yokuş B., (2014), Farklı Ön İşlemlerin ve Uygulanan Farklı Kurutma Yöntemlerinin Elmada Toplam Fenol Miktarı ve Antioksidan Aktivite Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali

Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yöney, T., 2005, Gıdaları dondurarak kurutup saklamak nasıl çalışır? Bilim-Teknik Dergisi, S.101.

URL 1 : https://www.arasyaatiksu.com.tr/HUBER-Solar-Aktif-Kurutucu-SRT-i47

URL 2 : http://www.yamato-sanko.co.jp/english/products/vacuum_dryer/

URL 3 : https://www.horiba.com/us/en/semiconductor/applications/freeze-dry/

URL 4 : https://www.researchgate.net/figure/Diagram-of-microwave-drying-system_fig1_261705945

URL 5 : https://www.process-heating.com/articles/91917-clearing-the-airstream-myths-and-misconceptions-about-fluid-bed-drying

URL 6 : https://www.researchgate.net/figure/Schematics-of-a-compact-drying-heat-pump-system-7-8-A-and-B-senses-of-drier-fan_fig1_272001495

URL 7 : http://www.revolutionind.com.au/article/benefits-of-infrared-ir-drying-in-a-brown-box-plant/

SOME RELATIONS OF RESOLVENT ENERGY

Dr. Öğr. Üyesi Gülistan KAYA GÖK
Hakkari Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü
Öğr. Gör. Dr. Seda EREN
Tarsus Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Finans, Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü

ABSTRACT

In this paper, we find some upper bounds for the resolvent energy of a graph in terms of its degrees, its edges and its vertices. Also, we obtain some inequalities for the resolvent energy using some defining relations.
Keywords: Bounds, resolvent energy.

1.INTRODUCTION

Let G be simple, connected graph on the vertex set $V(G) = \{1,2,\dots,n\}$ and the edge set $E(G)$, $|E(G)| = m$. If two vertices v_i and v_j of G are adjacent then we use the notation $v_i \sim v_j$. For $v_i \in V(G)$, the degree of the vertex v_i denoted by d_i is the number of the vertices adjacent to v_i. The maximum and minimum vertex degrees are denoted by Δ and δ, respectively. $A(G)$ is the adjacency matrix of G and $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ are its eigenvalues. λ_1 is called the spectral Radius of the graph G. The energy of a graph G denoted by E(G) introduced as $E = E(G) = \sum_{i=1}^{n} |\lambda_i|$.

Let M be a square matrix of order n. The resolvent matrix $R_M(z)$ of M is defined as

$$R_M(z) = (zI_n - M)^{-1}$$

where I_n is the unit matrix of order n and z a complex variable. Let G be a graph on n vertices with eigenvalues $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$. The resolvent matrix of $A(G)$ is

$$R_A(z) = (zI_n - A)^{-1}$$

and its eigenvalues are $\frac{1}{z-\lambda_i}$, $i = 1,2,\dots,n$. (in [4]) Its resolvent energy is

$$ER(G) = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{n - \lambda_i}.$$

2.PRELIMINARIES

In this section we give some lemmas that will be used to prove our main results.

Lemma 2.1 [8]: Let $a_i, b_i \in R$ and a, b, A, B real constants with $i = 1,2,\dots,n$, $0 < a \le a_i \le A$ and $0 < b \le b_i \le B$. Then,

$$\left| n\sum_{i=1}^{n} a_i b_i - \sum_{i=1}^{n} a_i \sum_{i=1}^{n} b_i \right| \leq K(n)(A-a)(B-b)$$

Lemma 2.2 [8]: Let $q = (q_i)$ be a sequence, $q \in R^+$ and $a = (a_i)$, $b = (b_i) \in R^+$. Then,

$$\sum_{i=1}^{n} q_i \sum_{i=1}^{n} q_i\, a_i b_i \geq \sum_{i=1}^{n} q_i\, a_i \sum_{i=1}^{n} q_i\, b_i$$

.
(See [1,2,3,5,6,7] for more details deal with this topic.)

3.MAIN RESULTS

In this section we obtain some bounds for the resolvent energy of graphs by the help of its vertices, its edges and its degrees.

Theorem 3.1: Let G be a graph with m edges and n notes. Then,

$$ER(G) \leq \frac{n^2 + 2\sqrt{n^3(n^3+2m)}}{n^3+2m}.$$

Proof: Using the Minkowsi and Bernoully, we have

$$\left(\sum_{i=1}^{n}\left(\left(\frac{1}{n-\lambda_i}\right)+1\right)^2\right)^{1/2} \leq \left(\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{1}{n-\lambda_i}\right)^2\right)^{1/2} + \left(\sum_{i=1}^{n} 1\right)^{1/2}.$$

Straightforward calculation yields

$$\sum_{i=1}^{n} 1 + 2\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{n-\lambda_i} \leq \left(\sqrt{\frac{n^2}{\sum_{i=1}^{n} n^2 + {\lambda_i}^2}} + \sqrt{n}\right)^2.$$

Since $\sum_{i=1}^{n} \lambda_i = 0$ and $\sum_{i=1}^{n} {\lambda_i}^2 = 2m$ then

$$n + 2ER(G) \leq \frac{n^2}{n^3+2m} + n + 2\sqrt{\frac{n^3}{n^3+2m}}.$$

Thus, we get

$$ER(G) \leq \frac{n^2}{2(n^3+2m)} + \sqrt{\frac{n^2}{n^3+2m}}$$

Hence,

$$ER(G) \leq \frac{n^2 + 2\sqrt{n^3(n^3+2m)}}{n^3+2m}.$$

Theorem 3.2: Let G be a graph with its eigenvalues λ_i, $i = 1,2,\dots,n$. Then,

$$ER(G) \geq \sqrt{\frac{n^3}{n^3+2m}}.$$

Proof: Let $q_i = \frac{1}{n-\lambda_i}$, $a_i = \frac{1}{n-\lambda_i}$ and $b_i = n - \lambda_i$. Applying Lemma 2.2,

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{n-\lambda_i} \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{n-\lambda_i} . (n-\lambda_i) . \frac{1}{n-\lambda_i} \geq \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{1}{n-\lambda_i}\right)^2 \sum_{i=1}^{n} 1.$$

It seen that

$$(\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{n-\lambda_i})^2 \geq n. \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{1}{n-\lambda_i}\right)^2.$$

Thus, we obtain,

$$ER(G)^2 \geq n . \frac{n^2}{\sum_{i=1}^{n} n^2 + {\lambda_i}^2}.$$

It is implies that

$$ER(G) \geq \sqrt{\frac{n^3}{n^3+2m}}.$$

Theorem 3.3: Let G be a graph with the maximum degree Δ and minimum degree δ. Then,

$$ER(G) \leq \sqrt{\frac{k(n)}{n-1}} . \frac{(\Delta-\delta)}{(n-\Delta)(n-\delta)}.$$

where $k(n)$ is the fixed number.

Proof: Let $a = \frac{1}{n-\lambda_n}$, $a_i = \frac{1}{n-\lambda_i}$ and $A = \frac{1}{n-\Delta}$. Let also, $b = \frac{1}{n-\lambda_n}$, $b_i = \frac{1}{n-\lambda_i}$ and $B = \frac{1}{n-\delta}$. By the Lemma 2.1,

$$\left| n . \sum_{i=1}^{n} (\frac{1}{n-\lambda_i})^2 - (\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{n-\lambda_i})^2 \right| \leq k(n). \left(\frac{1}{n-\Delta} - \frac{1}{n-\delta}\right).$$

Therefore,

$$(n-1) . (\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{n-\lambda_i})^2 \leq k(n) \left(\frac{\Delta-\delta}{(n-\Delta)(n-\delta)}\right)^2.$$

It is resulted that

$$ER(G)^2 \leq \frac{k(n)}{(n-1)} \left(\frac{\Delta-\delta}{(n-\Delta)(n-\delta)}\right)^2.$$

Hence,

$$ER(G) \leq \sqrt{\frac{k(n)}{n-1}} \cdot \frac{(\Delta - \delta)}{(n-\Delta)(n-\delta)}.$$

Corollary 3.1: Let G be a graph and let $\bar{G}$ be a complement of G then,

$$ER(\bar{G}) \leq \frac{n^2 + 2\sqrt{n^3(n^3 + n(n-1) - 2m)}}{n^3 + n(n-1) - 2m}$$

İspat: It is known that , $2m + 2\bar{m} = n(n-1)$ then $\bar{m} = \frac{n(n-1)}{2} - m$.

By the Theorem 3.1,

$$ER(\bar{G}) \leq \frac{n^2 + 2\sqrt{n^3(n^3 + 2\bar{m})}}{n^3 + 2\bar{m}}.$$

Hence,

$$ER(\bar{G}) \leq \frac{n^2 + 2\sqrt{n^3(n^3 + n(n-1) - 2m)}}{n^3 + n(n-1) - 2m}.$$

Corollary 3.2: If G is a graph with m edges and n vertices then,

$$ER(\bar{G}) \leq \sqrt{\frac{n^3}{n^3 + n(n-1) - 2m}}.$$

The proof of Corollary 3.2 can be done in a similar way to Corollary 3.1.

CONCLUSION

Resolvability is very useful in the study of Mathematics, Chemistry and Physcis. Different bounds is formed in this paper. These bounds contribute many fields os science.

REFERENCES

[1] Bapat, R.B. Graphs and Matrices, Indian Statistical Institute, New Delhi 110016, India.

[2] Das, K.C., Güngör, A.D., and Cevik, A.S., On Kirchhoff Index and Resistance-Distance Energy of a Graph, MATCH Commun.Math. Comput. Chem., 67 (2012), 541-556.

[3] Das. K. C., Mojallal, S.A., Gutman, I., Improving McClelland's lower bound for energy, MATCH Commun. Math. Comput. Chem. 70 (2013) 663-668.

[4] Gutman, I., Furtula, B., Zogi*acutec*, E., Glogi*acutec*, E., Resolvent Energy of Graphs, MATCH Commun. Math. Comput. Chem. 75 (2016) 279-290.

[5] Jose, M.R., Jose, M.S., New Results on the Harmonic Index and Its Generalizations, MATCH Commun. Math. Com-put. Chem. 78, (2017) 387-404.

[6] Lupaş, A., A remark on the Schweitzer and Kantorovich Inequalities, Publikacije Elektrotehnickog Fakulteta, Serija Matematika i Fizika, 381-409 (1972), 13-15.

[7] Mitrinovi*acutec*, D.S., Vasi*acutec*, P., Analytic Inequalities, Springer, Berlin, (1970).

[8] Milovanovic, I. Z., Milovanovic, E. I., Matejic, M., Some Inequalities for General Sum-Connectivity Index, MATCH Commun.Math. Comput. Chem., 79 (2018), 477 489.

SOME INEQUALITIES FOR ATOM-BOND CONNECTIVITY INDEX

Dr. Öğr. Üyesi Gülistan KAYA GÖK
Hakkari Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü
Doç. Dr. Şerife BÜYÜKKÖSE
Gazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümü

ABSTRACT

In this presentation, we give some inequalities for general atom bond connectivity index of G. Also, we find some conclusions using Reformulated Zagreb index, Modified Second Zagreb index and Randic index.

Keywords: Bounds, atom bond connectivity index.

1.INTRODUCTION AND PRELIMINARIES

The Atom-bond connectivity (ABC) index of G is a topolojical index that is defined as [1,4,7]

$$\sum_{v_iv_j\in E(G)}\sqrt{\frac{d_i+d_j-2}{d_id_j}}.$$

The general Atom-bond connectivity (ABC) index of G is represented by

$$ABC_\alpha(G)=\sum_{v_iv_j\in E(G)}\left(\frac{d_i+d_j-2}{d_id_j}\right)^\alpha.$$

The Randic index of G is described as [2,13],

$$\sum_{v_iv_j\in E(G)}\frac{1}{\sqrt{d_id_j}}.$$

The Reformulated Zagreb index of G is specified that [5],

$$RZ(G)=\sum_{v_iv_j\in E(G),}(d_G(i)+d_G(j)-2)^2.$$

The Modified second Zagreb index of G is specified that [8],

$$M_2^*(G)=\sum_{v_iv_j\in E(G),}\frac{1}{d_id_j}.$$

(See [3,6] for more details deal with this topic.)

Lemma 1.1 [9]: If $a_i, b_i \in R^+$, $1\le i\le n$, then

$$\sum_{i=1}^{n} {a_i}^2 \sum_{i=1}^{n} {b_i}^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} a_i\, b_i\right)^2 \leq \frac{n^2}{4}(M_1M_2 - m_1m_2)^2$$

where $M_1 = max_{1\leq i\leq n}a_i$, $M_2 = max_{1\leq i\leq n}b_i$, $m_1 = min_{1\leq i\leq n}a_i$, $m_2 = min_{1\leq i\leq n}b_i$.

Firstly, we plan some definitions and lemmas for use in next section. Secondly, we find some different relations concepting the vertices, the edges, the degrees and some special indices.

2.MAIN RESULTS

In this section, we obtain different bounds for Atom-bond connectivity index and general Atom-bond connectivity index.

Theorem 2.1: Let G be a simple, connected graph with the maximum degree Δ and minumum degree δ. Then,

$$ABC(G) \geq \sqrt{\left(RZ(G)M_2^*(G)\right)^2 \frac{n^2(\Delta-\delta)(\Delta+\delta+1)}{4\Delta\delta}}.$$

Proof: Let $a_i = du + dv - 2$, $b_i = \frac{1}{dudv}$, $M_1 = 2\Delta - 2$, $M_2 = \frac{1}{2\delta}$, $m_i = 2\delta - 2$ and $m_2 = \frac{1}{2\Delta}$. By the help of Lemma 1.1, we obtain

$$\sum_{uv\in E(G)} (du+dv-2)^2 \sum_{uv\in E(G)} (\frac{1}{dudv})^2 - (\sum_{uv\in E(G)} \frac{du+dv-2}{dudv})^2 \leq \frac{n^2}{4}\left(\frac{2\Delta-2}{2\delta} - \frac{2\delta-2}{2\Delta}\right).$$

By the definition of given indices,

$$RZ(G)^2.({M_2}^*(G))^2 - \left(ABC(G)\right)^2 \leq \frac{n^2}{4}\left(\frac{\Delta-1}{\delta} - \frac{\delta-1}{\Delta}\right).$$

The inequality gets

$$(RZ(G).{M_2}^*(G))^2 - \frac{n^2}{4}.\left(\frac{\Delta^2-\Delta-\delta^2+\delta}{\delta.\Delta}\right) \leq \left(ABC(G)\right)^2.$$

Hence,

$$ABC(G) \geq \sqrt{\left(RZ(G).{M_2}^*(G)\right)^2 - \frac{n^2.(\Delta-\delta)(\Delta+\delta+1)}{4\delta\Delta}}.$$

Theorem 2.2: Let G be a nontrivial connected graph with m edges and minimum degree δ and maximum degree Δ. Then,

$$\sqrt{\frac{\delta}{\Delta}}R_1(G) + (\delta-2)R_\alpha(G) \leq ABC_1(G).$$

Proof: Note that, $\left(\sqrt{du}-\sqrt{\delta}\right)\left(\sqrt{\Delta}-\sqrt{dv}\right) \geq 0$. Therefore,

$$\sqrt{\Delta}\left(\sqrt{du}+\sqrt{dv}\right) \geq \sqrt{\Delta}\sqrt{du}+\sqrt{\delta}\sqrt{dv}$$

$$\geq \sqrt{dudv}+\sqrt{\Delta\delta}.$$

Since $\sqrt{dw} \leq dw/\sqrt{\delta}$ for every vertex $w \in V(G)$, then

$$\sqrt{dudv}+\sqrt{\Delta\delta} \leq \sqrt{\frac{\Delta}{\delta}}(du+dv-2+2).$$

It is implies that

$$\sqrt{dudv}+\sqrt{\Delta\delta} \leq \sqrt{\frac{\Delta}{\delta}}(du+dv-2)+2\sqrt{\frac{\Delta}{\delta}}.$$

Also, we find

$$\frac{1}{\sqrt{dudv}}+\frac{\sqrt{\Delta\delta}-\frac{2\sqrt{\Delta}}{\sqrt{\delta}}}{dudv} \leq \sqrt{\frac{\Delta}{\delta}}.\left(\frac{du+dv-2}{dudv}\right).$$

That is;

$$\sqrt{\frac{\delta}{\Delta}}\frac{1}{\sqrt{dudv}}+(\delta-2)\frac{1}{dudv} \leq \left(\frac{du+dv-2}{dudv}\right).$$

Hence,

$$\sqrt{\frac{\delta}{\Delta}}R_1(G)+(\delta-2)R_\alpha(G) \leq ABC_1(G).$$

Theorem 2.3: Let G be a nontrivial connected graph with m edges and $\alpha \geq 1$. Then,

$$(m-m^{1/\alpha}+\alpha\, ABC(G))^\alpha \leq \left(ABC_\alpha(G)\right)^{1/\alpha}.$$

Proof: Minkowski inequality gives

$$\left(\sum_{uv\in E(G)}\left(\frac{du+dv-2}{dudv}+1\right)^\alpha\right)^{1/\alpha} \leq \left(\sum_{uv\in E(G)}\left(\frac{du+dv-2}{dudv}\right)^\alpha\right)^{1/\alpha}+\left(\sum_{uv\in E(G)}1\right)^{1/\alpha}.$$

Bernoulli inequality is $(1+x)^\alpha \geq (1+\alpha x)$ for $x \geq -1$.

$$\sum_{uv\in E(G)} 1+\alpha \sum_{uv\in E(G)} \frac{du+dv-2}{dudv} \leq \left(ABC_\alpha(G)\right)^{1/\alpha} + m^{1/\alpha}.$$

The inequality has

$$(m+\alpha\, ABC(G))^{1/\alpha} \leq \left(ABC_\alpha(G)\right)^{1/\alpha} + m^{1/\alpha}.$$

Hence,

$$(m - m^{1/\alpha} + \alpha\, ABC(G))^{\alpha} \leq \left(ABC_\alpha(G)\right)^{1/\alpha}.$$

Theorem 2.4: Let G be a nontrivial connected graph with n vertices and $\alpha > 1$. Then,

$$ABC_\alpha(G) + 2R_\alpha(G) \geq n^\alpha.$$

Proof: It is known that $n = \sum_{v\in V(G)} \frac{du}{du} = \sum_{uv\in E(G)} \left(\frac{1}{du} + \frac{1}{dv}\right) = \sum_{uv\in E(G)} \frac{du+dv-2}{dudv} + \sum_{uv\in E(G)} \frac{2}{dudv}$.
Since $\alpha > 1$ then Hölder inequality gives

$$n \leq \left(\sum_{uv\in E(G)} \left(\frac{du+dv-2}{dudv}\right)^{\alpha}\right)^{1/\alpha} + \left(\sum_{uv\in E(G)} \left(\frac{2}{dudv}\right)^{\alpha}\right)^{1/\alpha}.$$

By the definition of Atom Bond Connectivity index and Randic index,

$$\left(ABC_\alpha(G)\right)^{1/\alpha} + 2\left(R_\alpha(G)\right)^{1/\alpha} \geq n$$

Hence,

$$ABC_\alpha(G) + 2R_\alpha(G) \geq n^\alpha.$$

Corollary 2.1: Let G be a regular or biregular graph with n vertices. Then,

$$ABC_\alpha(G) + 2R_\alpha(G) \geq \left(\frac{\Delta+\delta}{\Delta\delta} m\right)^\alpha.$$

Proof: If G is a regular or biregular graph then, $\Delta\delta n = (\Delta+\delta)m$. Using the Theorem 2.4, we result that

$$ABC_\alpha(G) + 2R_\alpha(G) \geq \left(\frac{\Delta+\delta}{\Delta\delta} m\right)^\alpha.$$

CONCLUSION

Our strategy is to establish some inequalities for the Atom-bond connectivity index of graphs which is formed some topological indices. After that we give some conclusions and relations in this paper.

REFERENCES

[1] Ahmadi, M.B., Dimitrov, D., Gutman, I., Hosseini, S.A.: Disproving a conjecture on trees

with minimal atom-bond connectivity index, MATCH Commun. Math. Comput. Chem. 72

(2014) 685-698.

[2] Randic, M: On characterization of molecular branching. J. Amer. Chem. Soc. 97 (1975) 6609-6615.

[3] Bapat, R,B: Graphs and Matrices, Indian Statistical Institute, New Delhi 110016,India.

[4] Bianchi, M., Cornaro, A., Palacios, J.L., Torriero, A.: New upper bounds for the ABC index, MATCH Commun. Math. Comput. Chem. 76 (2016) 117-130.

[5] Borovicanin B., Furtula, B.: On extremal Zagreb indices of trees with given domination

number, Appl. Math. Comput. 279 (2016) 208-218.

[6] Buyukkose, S., Kaya Gok, G.: Graf Teoriye Giris, Nobel Akademik Yayincilik Egitim Danismanl_k Tic.Ltd.Sti, Ankara, (2018).

[7] Das, K.C., Atom-bond connectivity index of graphs, Discr. Appl. Math. 158 (2010) 1181-1188.

[8] Das K. C. , On comparing Zagreb indices of graphs, MATCH Commun. Math. Com- put.

Chem. 63 (2010) 433-440.

[9] Kaya Gok, G: Some Bounds on the Distance-Sum-Connectivity Matrix, Journal of Inequalities and Applications, (2018) 171.

INTEGRATION OF POINT CLOUDS OBTAINED FROM UNMANNED AERIAL VEHICLE AND TERRESTRIAL LASER SCANNING

Dr. Öğr. Üyesi Lütfiye KARASAKA
Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü

Murad Shaheen Sabah KATAW
(Yüksek Lisans Öğrencisi) Konya Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

ABSTRACT

With the developing technology, new technologies emerged where the earth represented in the best and correct way. The use of photogrammetric methods is becoming more and more widely used especially 3D modeling studies. At present, terrestrial photogrammetry and UAV-based photogrammetric applications are widely preferred in 3D modeling studies. The terrestrial laser scanning techniques are the preferred methods for creating 3D models of small and large objects, buildings and historical and cultural heritage. However, sometimes using a single method in 3D modeling of an object / structure may not be sufficient to achieve the solution or may not meet expectations. For example, unmanned aerial vehicles can provide perspective for building roofs, while terrestrial laser scanners provide general information about building facades. In this study, the several facades of a selected building could not be modeled by terrestrial laser scanning and the missing data for 3D modeling was completed by unmanned aerial vehicle method. The point cloud data produced from terrestrial laser scanner with dense point cloud data produced from unmanned aerial vehicle were integrated and compared. In the integration of data the commercial software and open-source software using SfM technique were used. As a result, it has been shown that the data obtained from different photogrammetric techniques have been successfully combined.

Keywords: Combining, Photogrammetry, Terrestrial Laser Scanning, Unmanned Aerial Vehicle

1.INTRODUCTION

In the computer environment, high-accuracy evaluations can be made in 3D modeling of the physical earth or any object. Nowadays, 3D models of objects, vector and visual presentations of these objects can be easily made by analyzing the numerical data obtained by perspective imaging geometry and mathematical principles of photogrammetry in computer environment.

Unmanned aerial vehicles (UAVs) have a wide range of applications such as archeology and engineering studies. UAVs can collect photogrammetric data with cameras with different features that are capable of manual, semi-automatic and automatic flight(Yilmaz ve Mahmod, 2018).UAVs, high precision images can be produced on a very low flight at a lower cost than images from traditional aerial photographs (Espositoa ve ark., 2014).

The terrestrial laser scanning is a preferred method for studies of historical buildings, cultural heritage, 3D model building and 3D data acquisition. It enables the data obtained by terrestrial scanning to be

trusted quickly and to the object being scanned. In addition the point cloud data obtained from this method, 3D modeling of the structure provides data for the plan, drawing and section required for surface survey of the façade. Measurement is the process of making plans and sections of the building in the smallest detail that allows the reconstruction of a cultural object in case it is damaged or damaged for any reason (Ali ve Yakar, 2014).

Close-range photogrammetry and terrestrial laser scanning techniques are the preferred methods for creating 3D models of small and large objects, buildings and historical and cultural heritage. However, sometimes using a single method in 3D modeling of an object / structure may not be sufficient to achieve the solution or may not meet expectations. For example, unmanned aerial vehicles can provide perspective for building roofs, while terrestrial laser scanners provide general information about building facades.

Many studies on data acquisition and combining methods have been introduced to the literature. Since UAVs are often used as long-distance and high-resolution systems, studies to document large areas. For example; In the study of Aicardi et al., Two system data were used for forest modeling (Aicardi ve ark., 2016). In the study of Tong et al., These two system data were used to model open mining areas (Tong ve ark., 2015). The integration of data with two methods for the building of the Institute of Earth and Space Sciences of the Anatolian University was studied. As a result of the study, it has been shown that the data obtained by two methods can be combined with success (Reiss ve ark., 2016). The point cloud produce from unmanned aerial vehicle and terrestrial laser scanner were integrated (Tuncer ve ark., 2018).In a study, they performed a three-dimensional modeling study with UAV images taken from different angles and found a mean square error of 1.64 cm at the control points. Also in the same study, ground sampling range 1.37 cm / pixel orthophoto and 11 cm / pixel digital height model were produced (Tahar, 2012). In their studies, Sao Miguel ruins in Spain have been documented, but UAV technology was preferred in this study because the remains were scattered over a large area. In their case study Santa Barbara bell tower in Mantua. The applied scanning solution allows a complete 3D database of a complex architecture to extract all the information needed for a large intervention. This demonstrated the applicability of UAV imaging scanning to scan vertical structures, complex buildings and hard-to-reach architectural parts, providing high-precision results (Achille ve ark., 2015).

The building of Selcuk University (Meliha Ercan) building, which was selected for this study, was 3D modeling with both unmanned aerial vehicle and terrestrial laser scanner and the integration of the data was studied. 112 photographs of the object were taken from different angles. Using the photos taken, the 3D models created through Agisoft PhotoScan, a commercial software, and VisualSFM, an open-source software, were compared and evaluated about their performance. 3D models obtained with different software using the same data have been compared through CloudCompare, an open-source software.

2. MATERIALS

In this section, all information about the materials and software used in the study will be given.

2.1. Study Area

Selcuk University Campus (Meliha Ercan) was chosen as the pilot application object within the scope of the study. The building is located on the main road of the campus. It is also a good example for 3D model work due to the fact that the building has complex facades and there is no structure around it to

cover its surfaces. however, the back section of the building is not suitable for terrestrial laser scanning. because the rear façade is bounded by a garden wall adjacent to a sloping and densely wooded terrain.

Figure 1. Study Area.

2.2. Unmanned Aerial Vehicle (UAV)

Unmanned Aerial Vehicle can be defined as a single or multi-use aircraft capable of pre-programmed or remote control, commonly known as (UAV) or drone, or capable of flying independently with complex, non-pilot dynamic automation systems that generate lift power using aerodynamic forces. Unmanned aerial vehicles (UAVs) are used in many disciplines to take images of the environment. Single objects such as large areas captured in vertical or oblique images or buildings photographed from an optional perspective are taken.

The small UAVs used in civilian applications have increased in the last few years through software and hardware development with semi-automatic and fully automated support. In addition, with the development of low-cost and compact global positioning systems (GPS), sensors, equipment and other integrated systems, it has developed the areas of civilian use of drones and expanded their use (Mahmod ve Yılmaz, 2018).

Unmanned Aerial Vehicle can be combined with various imaging devices with sensors such as thermal, infrared, spectroscopy, radar, chemical and biological, allowing day and night image acquisition. Unmanned Aerial Vehicle (Dji Phantom 4 Pro) we are used in this study.

Figure 2. Unmanned Aerial Vehicle(Dji Phantom 4 Pro).

2.3. Terrestrial Laser Scanning

Laser scanning is a method of scanning a surface using LiDAR (light detection and range detection) technology. The distance between the laser scanning device and the object can be determined by the optical source called the laser beam. The characteristics (monochrome, compatibility, range, directivity, reflection, intensity) of a laser beam that separates it from natural light can be easily collected and analyzed in the real world or in the shape and size of objects (Beg, 2018).

The terrestrial laser scanner 3D X330 used in this study was used. Faro is a fast 3D laser scanner for documenting and measuring the 3D X330 in great details. It can scan objects up to 330 meters in direct sunlight and offers realistic and detailed scanning results. Laser technology is used to produce highly detailed 3D images of complex environments and geometries in minutes. 3D scan data can be easily transferred to all software solutions commonly used for architecture, civil engineering, and field research. Thus, distance measurements, area and volume calculations, analysis, inspection, documentation functions can be performed quickly, accurately and reliably (ULR-1).

Figure 3. The Faro Focus 3D X330

3.METHODS

Two different methods were used to obtain the data of the study area. These methods are to obtain the top cover information of the building with unmanned aerial vehicle, and to obtain the side façades of the building with terrestrial laser scanner.

3.1 Unmanned aerial vehicle Data Acquisition Method

In this context, pre-work preparation, land and office work consists of 3 parts. The land operation took 1 day and the office operation took 4 days.

Table 1. Parameters of the flight plan.

Oblique flight	
Flight height	52m
GSD	1.51cm/px
Forward overlap	80%
Side overlap	70%
Number of images	112
Axis inclination	70

3.1.1. Agisoft Photoscan Pro Software

Agisoft photoscan software enables high resolution and highly detailed digital heights model. The software's fully automated workflow can process thousands of images from the air using computers to produce standard photo data. The software supports extensions such as JPEG, TIFF, PNG.

This part of work used Agisoft software for office work. Dense point clouds of (Meliha Ercan) building were produced with Agisoft Photoscan Pro software.

Figure 4. Point cloud obtained with Agisoft.

3.1.2.VisualSFM Software

VisualSFM is a GUI application for 3D reconstruction of objects from images using the SfM system. VisualSFM was developed by Changchang Wu. Basically, it is an improved version of previous projects completed with SiftGPU and Multicore Bundle Adjustment algorithms. In addition, this software provides an interface for running tools like PMVS / CMVS. CMP-MVS software can be used with this software to prepare data. The process of recreating objects from images using VisualSFM involves the steps of combining images, bundle balancing, and creating a sparse point cloud and thus obtaining a dense point cloud (Demirel ve Şeker, 2015). In this study, photographs obtained from unmanned aerial vehicles were transferred to VisualSFM software. Point clouds of study area were produced with VisualSFM software.

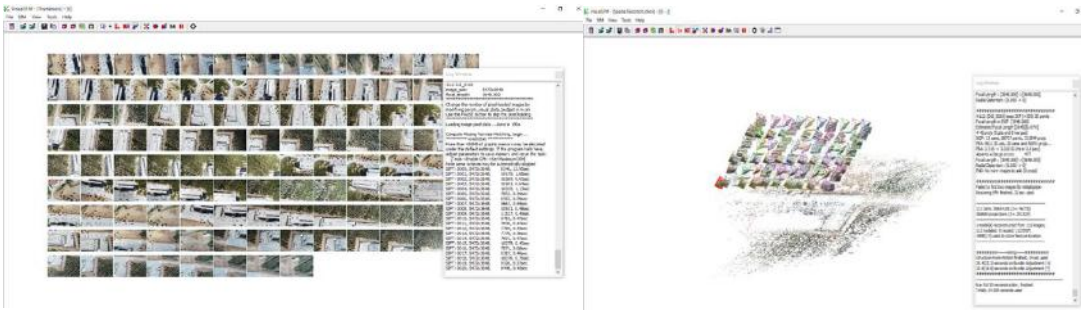


Figure 5. Point cloud obtained with VisualSFM.

3.2. Laser Scanning Data Acquisition Method

In order to obtain Laser Scan data, the laser scanner was installed at the designated station locations and 3D point data of the structures were obtained. Appropriate scattered reflectors are placed in the

working area to combine data from different stations. At this stage, the facades of the building (Faro Focus 3D X330) were measured using a laser scanner.

The data obtained from Faro Focus were transferred to FARO SCENE software for processing and combining. The first data processing phase of the SCENE software is started. At this stage, the scanned point was obtained using coloration scans and measuring distance. The second stage of the software (Registration) has been passed. In the final stage of the software, a point cloud of the side and front facades of the building was created.

Figure 6. Point cloud obtained with faro scene.

3.3. Unmanned Aerial Vehicle and Terrestrial Laser Scanner Integration

CloudCompare software was used to integrate point clouds from unnamed aerial vehicle and terrestrial laser scanners. Point clouds obtained from VisualSFM software in (ply) format were transferred to CloudCompare software and point clouds obtained from FAROSCENE software in (pts) format were transferred to the software. In addition, these two different methods are combined through CloudCompare software to bring the data together. The combining process was performed by means of RMS difference square mean error differences. The result of this square mean error difference process is shown in RMS: 0.9837.

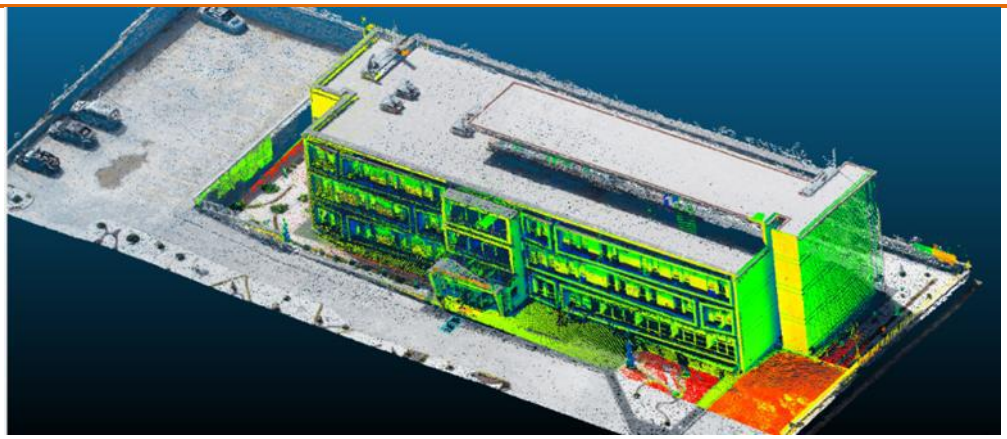


Figure 7. Point cloud integration.

Point clouds produced from VisualSFM and Faro Scene software are compared using Cloud Compare software. This ensures that the statistical results of the comparisons are accurate for the reliability of the geometry generated from oblique images. (Nearest Neighbor) algorithm using the calculation of the minimum distance between each point of the model gave a quantitative result. The software can also calculate statistical values such as minimum distance, maximum distance, average distance, standard deviation. These values are reported in table2. Maps of inconsistencies are reported in Figure 8.

Table 2. The statistical values of comparisons between VisualSFM and TLS data and the generated point clouds.

Sotware	visualSFM
Min dis	0
Max dis	6.78738
Avg dis	1.49463
Sigma	1.39771
Max error	0.114597

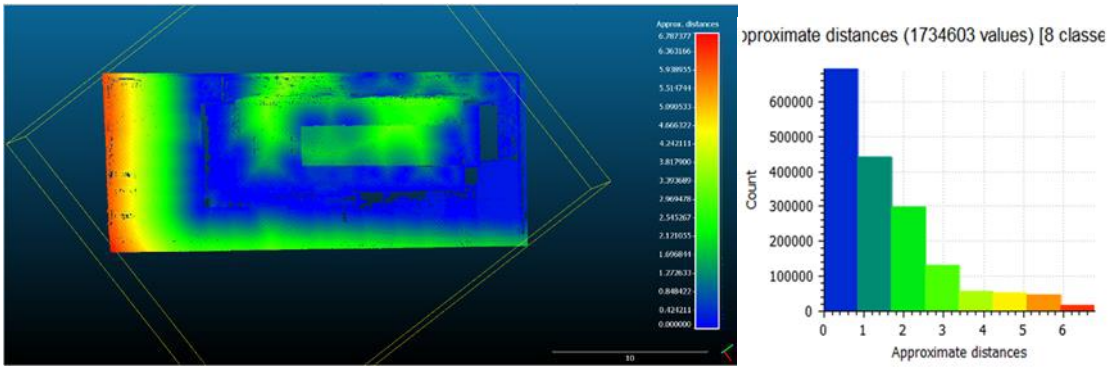


Figure 8. Discrepancy map between TLS cloud and VisualSFM results.

At this stage, point cloud produced from Faro Scene and point cloud produced from AgisoftPhotoScan software were compared and combined using CloudCompare software. The result of the route means

square error differences process is shown in RMS: 0.0610. The statistical results of the comparisons are given in Table 3.

Table 3. Statistical values of comparisons between point clouds generated with PhotoScan and TLSdata.

Software	PhotoScan
Min dis	0
Max dis	14.21211
Avg dis	1.83408
Sigma	2.09226
Max error	0.2614

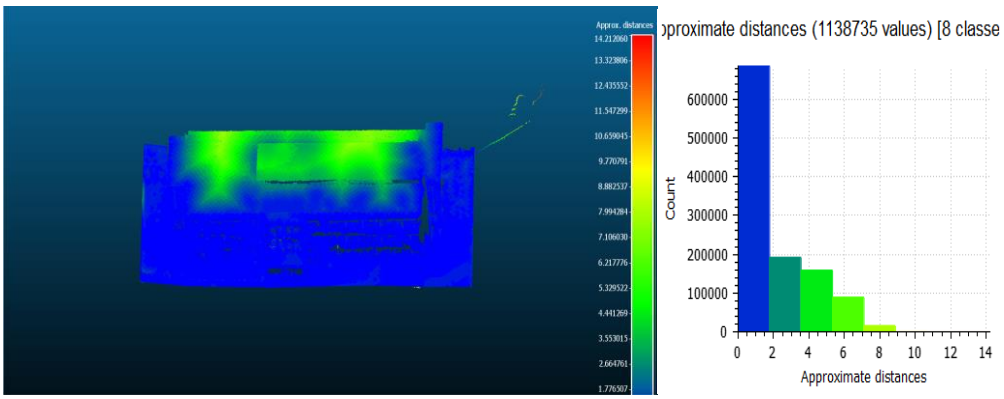


Figure 9. Discrepancy map between the TLS cloud and the Agisoft Photoscan results.

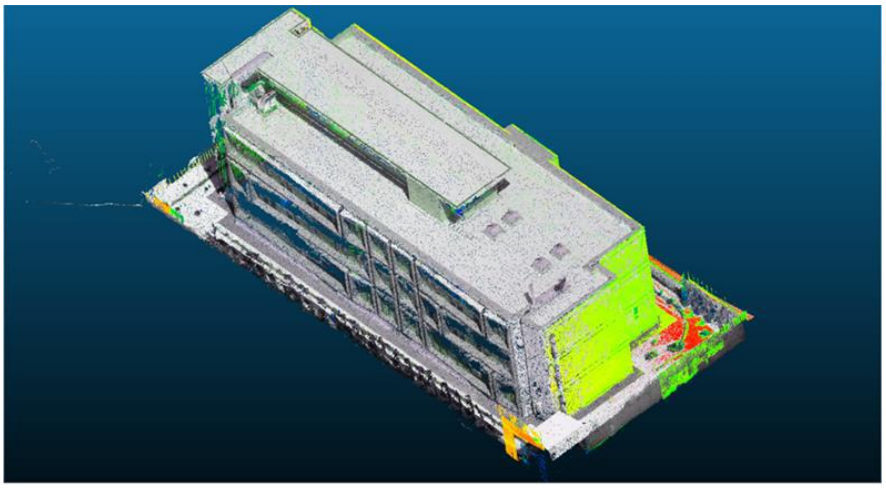


Figure 10. After combining point clouds and mesh created with PhotoScan and TLS data.

4. DISCUSSION AND RESULTS

In this paper for modeling of 'Meliha Ercan' building, UAV and TLS methods were used. Before the study. preparation, field work and office work. Initially, unmanned aerial vehicle (DJI phantom 4) pro

was used to take aerial photographs. In our study, after the preparation of the flight equipment, our flight plan was determined and the flights in which the camera would be acquired in vertical and oblique condition were planned. The software (PIX4D) Capture was used to create the flight plan. For side and roof modeling of (Meliha Ercan) building, side overlap 80% and forward overlap 70%; The photographs were taken at an inclination of 70 degrees. In total, 112 photos were taken for study area from a height of 52m. The second method was used as a terrestrial laser scanner. Eight sessions were obtained from the study area. Additionally, since the back facade of study area is limited, the front and side façade of the building are obtained only using the TLS method.

The combining process was performed by using square mean error difference method. The result of quadratic mean error differences was 0.0610 in Agisoftphotoscan software and 0.9837 in visualSFM software. The combination of UAVs and terrestrial laser scanner techniques has brought a new breath to work in this area in terms of accuracy, speed and cost. It has been found that 3D models and photogrammetric techniques produced using UAVs have properties that can be used as a basis for restoration projects. As a result of the study, it was found that point cloud data obtained from different sources can be combined with success.

The UAV method has been found to be more suitable for 3D modeling of roofs of buildings or historical monuments and unreachable places. TLS is more preferred for 3D modeling of open spaces area. The software used with the UAV takes longer to process. When creating a cloud point using VisualSFM, many non-model points were observed. These points should be deleted as this may adversely affect the accuracy of the model obtained. Agisoft PhotoScan is even more successful when it comes to facilitation and uptime. Agisoft PhotoScan is an advanced step, but open source software can be used as a powerful alternative.In this study, laser scanning and unmanned aerial vehicles were used as a result and these two methods were found to be more supportive rather than alternative.

REFERENCE

Achille, C., Adami, A., Chiarini, S., Cremonesi, S., Fassi, F., Fregonese, L. ve Taffurelli, L., 2015, UAV-based photogrammetry and integrated technologies for architectural applications—Methodological strategies for the after-quake survey of vertical structures in Mantua (Italy), *Sensors*, 15 (7), 15520-15539.

Aicardi, I., Dabove, P., Lingua, A. M. ve Piras, M., 2016, Integration between TLS and UAV photogrammetry techniques for forestry applications, *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 10 (1), 41.

Ali, U. ve Yakar, M., 2014, Yersel Lazer Tarama Tekniği Kullanarak Kızkalesi'nin Nokta Bulutunun Elde Edilmesi ve Lazer Tarama Noktalarının Hassasiyet Araştırması, *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6 (1), 25-36.

Beg, A., 2018, 3 Boyutlu Modellemede Yersel Lazer Tarama Ve İnsansiz Hava Araçlari Verilerinin Entegrasyonu Ve Kilistra Antik Kenti Örneği, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü yüksek lisans tezi*.

Demirel, H. ve Şeker, D., 2015, FotogrametrİK Açik Kaynak Kodlu Yazilimlar: YenİBİr Dönem.

Espositoa, S., Fallavollitaa, P., Wahbehb, W., Nardinocchic, C. ve Balsia, M., 2014, Performance evaluation of UAV photogrammetric 3D reconstruction, *2014 IEEE Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 4788-4791.

Mahmod, A. A. ve Yılmaz, H. M., 2018, İnsansız hava aracı ile dik konumda çekilen resimlerle üç boyutlu model oluşturma: Aksaray Üniversitesi Kampüs Camii.

Reiss, M., Da Rocha, R., Ferraz, R., Cruz, V., Morador, L., Yamawaki, M., Rodrigues, E., Cole, J. ve Mezzomo, W., 2016, Data integration acquired from micro-UAV and terrestrial laser scanner for the 3D mapping of Jesuit ruins of São Miguel das Missões, *Int Arch Photogramm Remote Sens Spat Inf Sci*, 41, B5.

Tahar, K. N., 2012, A new approach on slope data acquisition using unmanned aerial vehicle, *International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences*, 13 (3), 780-785.

Tong, X., Liu, X., Chen, P., Liu, S., Luan, K., Li, L., Liu, S., Liu, X., Xie, H. ve Jin, Y., 2015, Integration of UAV-based photogrammetry and terrestrial laser scanning for the three-dimensional mapping and monitoring of open-pit mine areas, *Remote Sensing*, 7 (6), 6635-6662.

Tuncer, S., Çömert, R. ve Avdan, U., 2018, Tarihi Yapilarin Belgelenmesinde Farkli Yöntemlerle Elde Edilen Verilerin Entegrasyonu, *VII. UZAKTAN ALGILAMA-CBS SEMPOZYUMU (UZAL-CBS 2018), 18-21 Eylül 2018, Eskişehir*.

Yilmaz, H. M. ve Mahmod, A. A., 2018, İnsansız Hava Aracı İle Dik Konumda Çekilen Resimlerle Üç Boyutlu Model Oluşturma: Aksaray Üniversitesi Kampüs Camii, *Aksaray University Journal of Science and Engineering*, 2 (2), 144-160.

(ULR-1)https://www.faro.com/en-gb/news/the-new-faro-laser-scanner-focus3d-x-330-the-perfect-instrument-for-3d-documentation-and-land-surveying-2/

KARARLI İNCE FİLM YAPILARININ KATI ELEKTROT YÜZEYLERİNE MODİFİKASYONU VE KARAKTERİZASYONU

MODIFICATION AND CHARACTERIZATION OF STABLE THIN FILMS STRUCTURES ON SOLID ELECTRODE SURFACES

Dr. Öğr. Üyesi Ali YEŞİLDAĞ

Kafkas Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü

ÖZET

Bu çalışmada, mikroelektronik ve sensör uygulamalarında kullanılabilen metal veya yarıiletken elektrot yüzeylerinde kararlı ince film yapılarını oluşturmayı amaçladık. Öncelikle, 4-aminopiridin ve 5-aminofenanthrolin molekülleri kullanılarak diazonyum modifikasyon yöntemi vasıtasıyla camsı karbon ve silisyum elektrot yüzeyleri modifiye edildi. Sonraki aşamada, karakterizasyonu yapılan modifiye organik filmler üzerine sentezlediğimiz altın nanopartiküller immobilize edildi. Sensör ve mikroelektronik uygulamalarda çok kullanılan metal veya yarıiletken/organik film/nanopartikül yapılarının özellikleri voltammetrik yöntemler ile incelenmiştir. Karakterizasyon ve morfolojik yüzey analizi, X-ışını fotoelektron spektroskopisi (XPS) ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelendi. Son olarak, elektrotlar/organik filmler/nanopartikül yapısı, elektrokimyasal yöntemler kullanılarak sensör uygulamasına bakılacaktır.

Bu çalışma KAFKAS ÜNİVERSİTESİ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir (Proje numaraları: 2016-FM-14).

Anahtar Kelimeler: 4-Aminopiridin, 5-aminofenanthrolin, Altın Nanopartikül.

ABSTRACT

In this study, we aimed to form stable thin film structures on metal or semiconductor electrode surfaces which can be used in microelectronics and sensor applications. Firstly, glassy carbon and silicon electrode surfaces were modified by diazonium modification method using 4-aminopyridine and 5-aminophenanthroline molecules. In the next stage, gold nanoparticles that we synthesized on the modified organic films were immobilized. The properties of metal or semiconductor/organic films/nanoparticles structures commonly used in sensor and microelectronic applications were investigated by voltammetric methods. Characterization and morphological surface analysis were examined by X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) and scanning electron microscopy (SEM). Finally, electrodes/organic films/nanoparticles structure will be examined for application of sensors by using electrochemical methods.

This study was supported by the Scientific Research Projects Commission of KAFKAS UNIVERSITY (Project numbers: 2016-FM-14).

Keywords: 4-Aminopyridine, 5-Aminophenanthroline, Gold Nanoparticles.

1. GİRİŞ

Bu çalışmada, moleküler materyallerin kimyasındaki esnekliği kullanarak, kataliz ve biyosensör teknolojilerinde kullanılabilen heteroaromatik moleküller ile modifiye edilmiş yüzeyler üzerinde altın nanopartiküllerinin immobilizasyonu ile çok yönlü ve kararlı film materyal yapılarının üretilmesi amaçlanmıştır. Çalışmamızın ilk aşamasında, karbon ve silisyum gibi katı elektrot yüzeylerine piridin ve fenantrolin molekülleri diazonyum modifikasyon metodu vasıtasıyla dönüşümsüz bir şekilde bağlanmıştır. Böylece kovalent bağ yaklaşımıyla düzenli, uzun süre kararlı ve çok yönlü ince filmlerin sentezi gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızın ikinci aşamasında ise yüzeylere modifiye fenantrolin ve piridin filmler üzerinde altın nanopartiküllerin immobilizasyonu gerçekleştirilerek biyosensör uygulamaları için kararlı ve çok yönlü film materyal yapıları elde edilmiştir. Elde edilen bu film materyalleri altın nanopartikül sonlu filmler olduğu için biyolojik moleküllerin bu film yapıları üzerinde kolayca etkileşerek immobilize edilebilecektir.

Altın nanopartiküller içerdikleri üstün optiksel, elektriksel ve manyetiksel özellikleri nedeniyle son yıllarda fizik ve kimya çevrelerince geniş bir şekilde araştırılan bir konu olmuştur. 1 ile 100 nm aralığında boyutlara sahip altın nanopartiküller, gıda, tekstil, kimya, malzeme, bilişim, otomotiv ve metal endüstrisi gibi birçok sektörde kullanılmaktadır. Bugün itibariyle altın nanopartiküller, leke tutmayan masa örtülerinden, su tutmayan boyalara, tıraş losyonlarından, güneş kremlerine kadar çok sayıda günlük kullanılan ürün içinde yerini almıştır (Bar et al.2009). Bu çalışma kapsamında, azot donör atomu içeren piridin ve fenantrolin gibi organik moleküllerin diazonyum modifikasyon metodu kullanılarak katı yüzeylere dönüşümsüz bağlanmasını ve bu modifiye yüzeyler üzerinde altın nanopartiküllerinin immobilizasyonunu gerçekleştirilmiştir.

2.MATERYAL VE YÖNTEM

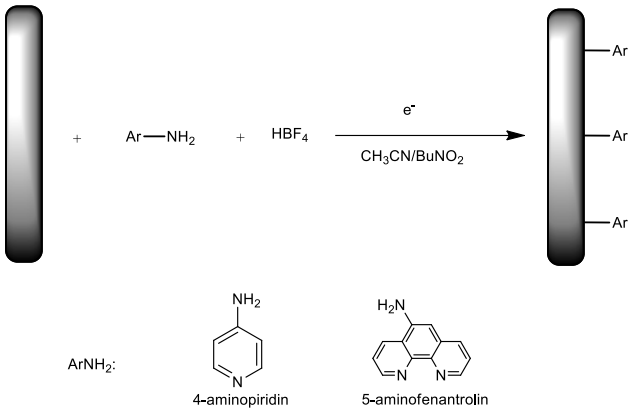
Materyaller ve Cihazlar

4-aminopiridin, 5-amino(1,10) fenanthrolin, hidrofloroborikasit (HBF_4), butilnitrit ($BuNO_2$), sodyumsitratdihidrat ($Na_3C_6O_7.2H_20$), altın(III) klorit trihidrat ($HAuCl_4$), tetrabutilamonyumtetrafloroborat ($TBABF_4$), asetonitril (CH_3CN), etanol, karbon elektrot (GC), Si(100) sigma-aldrich den alındı. Bütün kimyasallar extra bir saflaştırma işlemi yapılmadan kullanıldı. Elektrokimyasal deneyler için epsilon potansiyostat cihazı kullanıldı. Yüzey morfolojik karakterizasyonlar için, Zeiss evo 40 marka taramalı elektron mikroskopu (SEM) cihazı kullanıldı.

3.ARAŞTIRMA VE BULGULAR

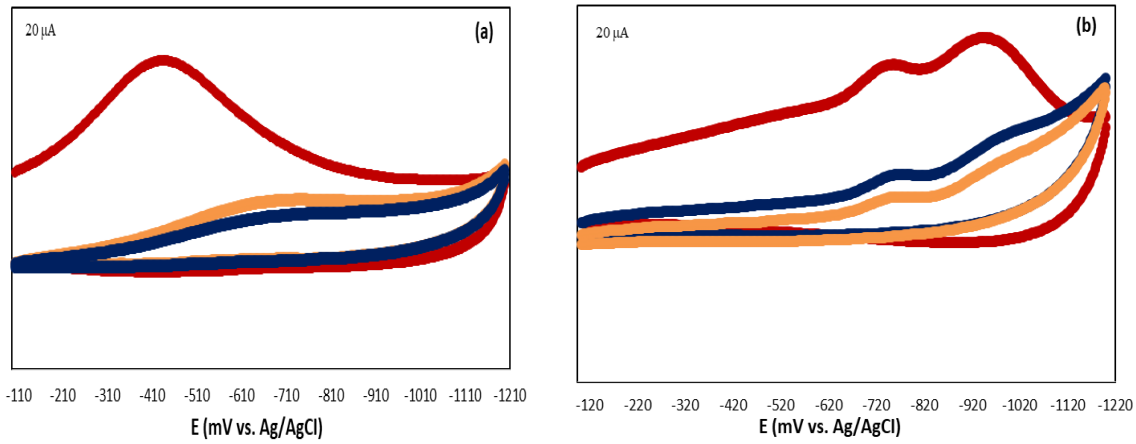
Piridin ve fenanthrolin diazonyum tuzlarının yüzey modifikasyonu:

Çalışmamızda yüzey modifiye film yapılarını oluşturabilmek için 4-aminopiridin ve 5-amino[1,10]fenantrolin molekülleri kullanılmıştır. Çalışmamızın ilk aşamasında piridin ve fenantrolin moleküllerinin diazonyum tuzlarının elektrokimyasal hücre içerisinde in-situ olarak sentezi yapılırken, çalışma elektrotuna uygun indirgenme potansiyeli uygulanarak aynı esnada yüzeylerin kaplanması gerçekleştirilmiştir (Şekil.1).



Şekil 1. 4-amino piridin ve 5-amino fenantrolin moleküllerinin in-situ ortamda elektrot yüzeylerine modifikasyonun şematik gösterimi.

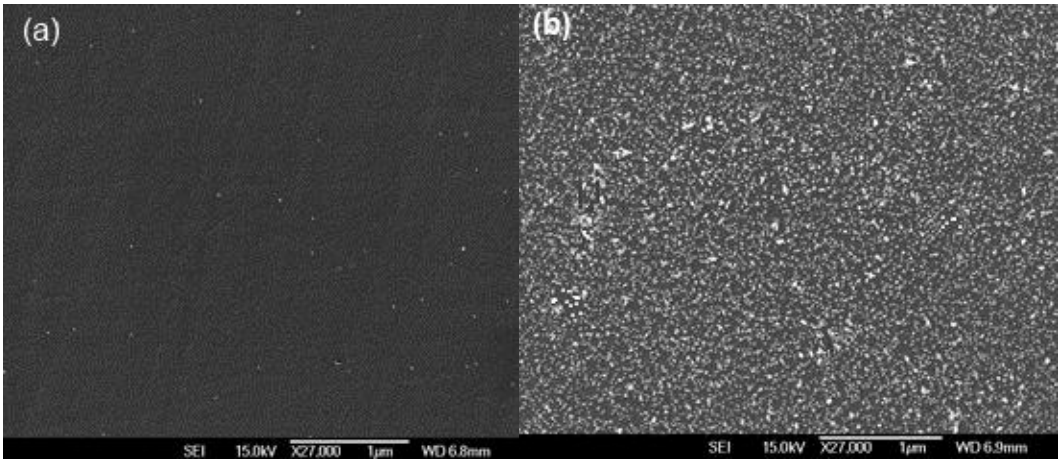
Şekil 2, 4-aminopiridin ve 5-aminofenantrolin moleküllerinin in-situ şartlar altında temiz GC elektrotlarda kaydedilen dönüşümlü voltamogramlarını göstermektedir. İlk tarama süresince, 4-aminopiridin'nin in-situ oluşan diazonyum tuzlarının tipik voltamogramları (Şekil 2.a) takip eden taramalarda gözlenmeme eğiliminde olan tek bir dönüşümsüz indirgenme piki gözlenmektedir. Aril diazonyum tuzları ile genellikle gözlenen bu akım-potansiyel eğrileri, elektron transferinin bir sonucu olarak in-situ oluşan diazonyum türevlerinden azotun kaybı ile radikallerin oluşumuna karşılık gelmektedir (Delamar et al. 1997). Böylece piridinin çok reaktif radikalleri kovalent bir şekilde aromatik karakter sergileyen karbon yüzeyine bağlanır ve diazonyum tuzlarının daha ileri elektrokimyasal redüksiyonunu inhibe eden bir film tabakası oluştururlar (Delamar et al. 1992; Bourdillon et al. 1992). Aynı şekilde 5-aminofenanthrolin'in in-situ olarak diazonyum tuzlarının indirgenmesi, ilk taramada gözlenen iki pik (fenanthrolinin halkasının protonlanmasından kaynaklandığı) ikinci gözlenen pik ise diazonyum tuzlarının indirgenmesinden kaynaklandığı ve devam eden taramalarda elektrot yüzeyinin kaplanması, söz konusu pik dalgasının gözlenmediği görülmektedir(Şekil 1.b). GC elektrotlarda gerçekleştirilen elektrokimyasal ölçümlerden sonra, Si(100) elektrotlarda da benzer şekilde in-situ oluşan diazonyum tuzlarının elektrokimyasal davranışı araştırıldı. Si elektrotlarda da GC elektrotlardaki gibi benzer sonuçlar gözlendi.



Şekil 2. İn-situ ortamda (a) 4-aminopiridin ve (b) 5-aminofenantrolin moleküllerini içeren asetonitril çözeltisinde, 0,2 V s-1 tarama hızında GC elektrotlarda kaydedilen voltamogramlar

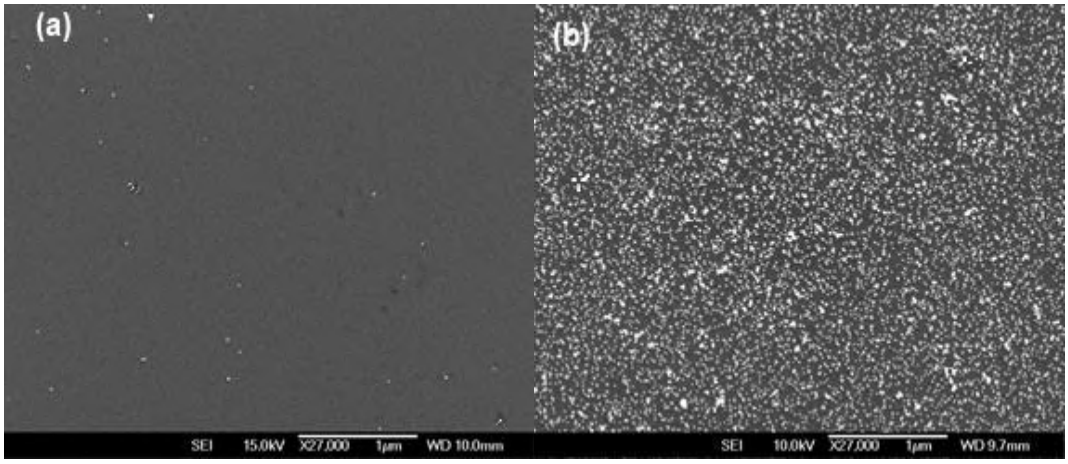
Elde edilen ince filmlerin varlığını ve elektrokimyasal davranışını incelemek için, pozitif ve negatif yüklü $Fe(CN)_6^{3-}$ ve $Ru(NH_3)_6^{3+}$ redoks türleri kullanılarak voltamogramlar alındı. Her iki elektroaktif tür boş GC elektrotlarda dönüşümlü voltamogramlar sergilemektedir. Modifiye GC elektrotlar üzerinde $K_3Fe(CN)_6$'nın redoks davranışı incelendiğinde ise, pik akımlarında azalma ve pik potansiyel farklarında artış ile ferrisiyanürün redüksiyon ve oksidasyon pikleri görülmüştür. Diğer yandan, $Ru(NH_3)_6^{3+}$ redoks molekülü olarak kullanıldığı zaman, $Fe(CN)_6^{3}$'e kıyasla tam tersi bir durum söz konusu olduğu gözlenmiştir(Saby et al.1997).
Ayrıca piridin veya fenanthrolin modifiye GC ve Si elektrotlar, X-ışını fotoelektron spektroskopisi (XPS) ile karakterizasyon işlemleri gerçekleştirildi.

Modifiye filmler üzerine altın nanopartiküllerin immobilizasyonu ve karakterizasyonu:
Öncelikle GC elektrot yüzeyi 5-amino-1,10 fenantrolin molekülü kullanılarak in situ şartlar altında fenantrolin halkaları içeren film ile kaplandı. Daha sonra modifiye GC elektrotlar sentezlediğimiz altın nanopartükül çözeltisine 1 saat süre ile daldırıldı ve elektrot sırasıyla su ve asetoniril ile safsızlıklardan temizlendi. Fenanthrolin filmleri ile modifiye GC elektrotlar için alınan SEM görüntüleri modifiye yüzeyler üzerinde altın nanopartiküllerin oluşumunu göstermektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Bir saat süre ile altın nanopartikül çözeltisinde bekletilmesi sonucu boş GC **(a)** ve fenanthrolin modifiye GC elektrodun bir saat süre ile altın nanopartikül çözeltisinde bekletilmesi sonucu alınan**(b)** SEM görüntüleri

Şekil 6'da, GC elektrot yüzeyi 4-aminopiridin molekülü kullanılarak in sitü şartlarda piridin filmler ile kaplandı. Daha sonra modifiye GC elektrotlar sentezlediğimiz altın nanopartükül çözeltisine 1 saat süre ile daldırıldı ve elektrot sırasıyla su ve asetoniril ile safsızlıklardan temizlendi. Piridin modifiye GC elektrotlar için alınan SEM görüntüleri modifiye yüzeyler üzerinde altın nanopartiküllerin oluşumunu göstermektedir (Graber et al. 1995; Harper et al 2009).



Şekil 6. Bir saat süre ile altın nanopartikül çözeltisinde bekletilmesi sonucu boş GC **(a)** ve piridin modifiye GC elektrodun bir saat süre ile altın nanopartikül çözeltisinde bekletilmesi sonucu alınan**(b)** SEM görüntüleri

4.SONUÇ

Bu çalışmada kataliz ve biyosensör teknolojilerinde kullanılabilen heteroaromatik moleküller ile modifiye edilmiş katı elektrot yüzeyler üzerinde altın nanopartiküllerinin immobilizasyonu ile çok yönlü ve kararlı film materyal yapılarının üretimi ve karakterizasyon işlemleri yapılmıştır. Bunun için, 4-aminopiridin ve 5-aminofenantrolin çıkış molekülleriyle, diazonyum modifikasyon yöntemini kullanarak katı elektrot yüzeylerinin kovalent modifikasyonu ve karakterizasyonu gerçekleştirildi. Böylece diazonyum modifikasyon metodu vasıtası ile katı elektrot yüzeylerinde azot donör atomu sonlu kararlı filmler elde edildi. Daha sonraki aşamada ise kovalent olarak piridin veya fenantrolin filmleri ile modifiye yüzeyler üzerinde, altın nanopartiküllerin immobilizasyonu ile özelikle biyosensör uygulamaları için kullanılabilen elektrotlar/organik filmler/altın nanopartikül yapısı elde edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma KAFKAS ÜNİVERSİTESİ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir (Proje numaraları: 2016-FM-14).

5.KAYNAKÇA

1. Bar H., Bhui D.Kr., G. P. Sahoo., Sarkar P., De S. P., Misra A Physicochem. Eng. Aspects 2009,339, 134-139.
2. Bourdillon,C.,Delamar, M.,Demaille,C.,Hitmi,R.,Moiroux J., Pinson, JJ. *Electroanal. Chem.*, 1992,336, 113-123.
3. Delamar, M., Hitmi, R., Pinson, J., Saveant, J.M., *J. Am. Chem. Soc.*, 1992,114, 5883-5884.

4. Delamar, M., Desarmot, G., Fagebaume, O., Hitmi, R., Pinson, J., Saveant, J.M., *Carbon*, 1997,35, 801-807.
5. Graber, K.C., Freman, R.G., Hommer, M.B., Natan, M.C., *Anal. Chem.*, 1995, 69(4), 735-743.
6. Harper, J.C., Polsky, R., Wheeler , D.R., Lopez, D.M., Arango, D.C., Brozik, S.M., *Langmuir*, 2009, 25, 3282-3288.
7. Saby, C., Ortiz, B., Champagne, G.Y., Belanger, D., *Langmuir., 1997*,13, 6805-6813.

H-SONLU N-TİPİ Si(111), N-TİPİ Si(100) VE GC ELEKTROTLARININ NİTROFENİLDİAZONYUM TUZLARI İLE KARŞILAŞTIRMALI MODİFİKASYONU VE KARAKTERİZASYONU

COMPARATIVE MODIFICATION AND CHARACTERIZATION OF H-TERMINATED N-TYPE SI (111), N-TYPE SI (100) AND GC ELECTRODES WITH NITROPHENYLDIAZONIUM SALTS

Dr. Öğr. Üyesi Ali YEŞİLDAĞ

Kafkas Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, Kars

ÖZET

Bu çalışmada, Aril diazonyum tuzlarının elektrokimyasal indirgenmesi ile H-sonlu n-tipi Si(111), n-tipi Si(100) ve camsı karbon (GC) elektrotların karşılaştırmalı yüzey modifikasyonu ve karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Bunun için ilk olarak nitrofenildiazonyum tuzlarının sentezi uygun şartlarda gerçekleştirilmiştir. Sonraki aşamada ise H-sonlu n-tipi Si(111), n-tipi Si(100) ve GC elektrotların nitrofenildiazonyum tuzları ile kovalent modifikasyonu karşılaştırmalı olarak yapılmıştır. Yüzey modifiye edilmiş H-sonlu n-tipi Si(111), n-tipi Si(100) ve GC elektrotların karakterizasyonu dönüşümlü voltametri, ATR-FTIR ve taramalı elektron mikroskopu (SEM) gibi spektroskopik yöntemlerden faydalanılarak gerçekleştirildi.

Anahtar Kelimeler: Nitrofenildiazonyum tuzları, H-Sonlu n-tipi Si(111) elektrot, Diazonyum Modifikasyon Yöntemi

ABSTRACT

In this study, electrochemical reduction of aryl diazonium salts and comparative surface modification and characterization of H-terminated n-type Si (111), n-type Si (100) and glass carbon (GC) electrodes were performed. For this purpose, firstly, the synthesis of nitrophenyldiazonium salts was carried out under suitable conditions. In the next stage, the covalent modification of nitrophenyldiazonium salts of H-terminated n-type Si (111), n-type Si (100) and GC electrodes was made comparatively. Characterization of surface modified H-terminated n-type Si (111), n-type Si (100) and GC electrodes was performed by using spectroscopic methods such as cyclic voltammetry, ATR-FTIR and scanning electron microscopy (SEM).

Keywords: Nitrophenyldiazonium salts, H-Terminated n-type Si(111) electrode, Diazonium modification method.

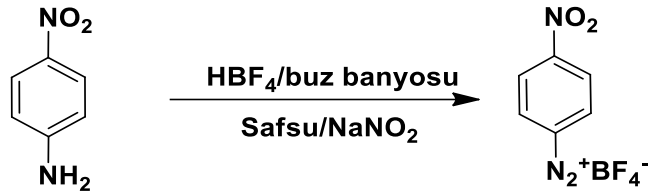
1. GİRİŞ

Son zamanlarda organik/yarıiletken sistemleri yüzey bilimi ve teknolojik uygulamalar için giderek önem kazanmaya başladı. Yarıiletken yüzeylerinin organik modifikasyon alanındaki araştırmalarda özellikle silisyum için yeni yarıiletken-tabanlı araçların gelişmesinde önemli bir artış göstermektedir. Böyle organik/yarıiletken sistemlerinin büyük ilgisi, nanoelektroniklerde, moleküler elektroniklerde ve fotovoltaiklerden, sensör uygulamalarına kadar geniş potansiyel uygulamaların büyük çoğunluğu için, organik/yarıiletken yapılarının gelişmesinde çok büyük bir role sahip olduğundan dolayı oluşmuştur.[1,2,3]

Bu çalışmanın amacı kovalent bağ yaklaşımını karbon ve silisyum gibi teknolojik uygulama alanına sahip farklı elektrot yüzeyleri kullanarak düzenli ve kararlı ince organik filmler sentezleyebilmektir. Bu amaç doğrultusunda bu çalışmada aromatik organik moleküller ile teknolojik öneme sahip olan silisyum yüzeylerinin karşılaştırmalı modifikasyonu ve karakterizasyonunu gerçekleştirilmiştir.

2.MATERYAL VE YÖNTEM

Nitrofenildiazonyum tuzlarının sentezi amaca uygun olarak gerçekleştirildi. Öncelikle Nitrofenil diazonyum tuzunun sentezi için, P-nitroanilin(0,69gr) alındı. Üzerine 2ml % 48'lik floroborik asit 2ml saf su ile seyreltilmiş şekilde eklendi. Bu karışım üzerine, sıcaklığın 0˚C'yi geçmemesine dikkat edilerek damla damla bir ml saf suda çözülmüş $NaNO_2$(0,345gr) ilavesi 30dk süreyle yapıldı. Reaksiyonun bitişi reaksiyon karışımından bagetle alınan bir damla, potasyum iyodürlü nişasta kağıdı üzerine damlatılarak kontrol edilebilir, mavi bir renk nitröz asidin aşırısını, yani reaksiyonun tamamlandığını gösterir. Oluşan çökelek ayrılır ve önce soğuk HBF_4 sonra bol eterle vakum altında süzüldükten sonra çökelek bir erlene alındı. Çökelek mümkün olduğunca az asetonitril ile çözünmesi sağlandı ve bu çözelti soğukta bir gece bekletildi. Çözelti üzerine damla damla soğuk eter ilavesi yapılarak beyaz katı çökelekler halinde çöktürüldü. Çökelekler eter ilavesi ile 2 saat vakum altında süzüldü. Kristal çökelekler kullanılmaya hazır şekilde desikatörde bekletildi (Şekil 1).



Şekil 1. Nitrofenil diazonyum tuz sentezinin şematik gösterimi

Camsı karbon ve silisyum yüzeyleri üzerinde ince filmler oluşturabilmek için sentezlenen diazonyum tuzlarının elektrokimyasal yöntemlerle indirgenme reaksiyonundan faydalanıldı. Kullanılan elektrokimyasal yöntem, çalışma elektrotunun polarize olduğu şartlar altında elektrot-çözelti ara yüzeyine uygulanan potansiyelin sürekli değişimi sonucu akımın ölçümüne dayanan dönüşümlü voltametri tekniğidir. Dönüşümlü voltametride, potansiyel zamanın fonksiyonu olarak doğrusal bir şekilde belirli bir potansiyel değerine kadar artırılıp, tekrar başlangıç potansiyeline geri dönülmektedir. Bu esnada hücrede oluşan akım, zamanın ve uygulanan potansiyelin bir fonksiyonu olarak kaydedilir.

Kimyasal dönüşümlerin elektrik enerjisi kullanarak gerçekleştirildiği elektrokimyasal işlemler, elektroliz hücresinde yapılmaktadır. Analiz edilecek madde, çözücü, destekleyici elektrolit, elektrotlar ve bu elektrotları birbirine bağlayan potansiyostat olarak adlandırılan bir dış devre elektrokimyasal hücreyi oluşturan kısımlardır.

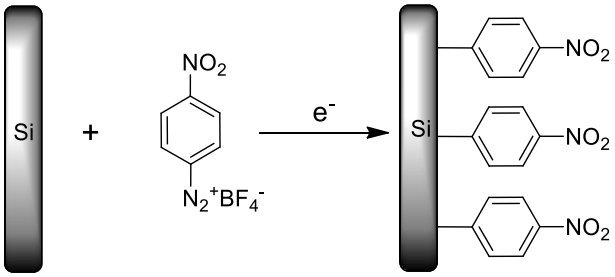
Çalışmamızda voltametrik incelemelerde elktrolitik tuz olarak kendi sentezlediğimiz tetrabutilamonyumtetrafloroborat ($TBABF_4$) tuzu kullanıldı. Çözücü olarak su içermeyen asetonitril (MeCN) kullanıldı. Elektrokimyasal deneyler bilgisayar kontrollü epsilon model potonstiyastat kullanıldı. Çalışma elektrotu olarak GC, n-tipi Si (111) ve n-tipi Si(100) kullanıldı. Voltametrik cevaplar oda sıcaklığında kapalı grup tip bölünmemiş hücrede platin karşıt ve sulu ortamlar için doymuş kalomel elektrot (SCE) referans elektrotlara karşın kaydedildi. Ayrıca Yüzey morfolojik karakterizasyonlar için, Zeiss evo 40 marka taramalı elektron mikroskopu (SEM) cihazı kullanıldı.

3.ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu çalışmada diazonyum modifikasyon yönteminde bilinen, çok kullanılan ve kararlı olan nitrofenildiazonyum tuzlarının sentezi gerçekleştirdi. Nitrofenil diazonyum tuzlarının karakterizasyonu ATR-FTIR spektroskopisi ile gerçekleştirildi. Modifikasyonda kullanılacak olan organik molekül yapısı(nitrofenil) belirlendikten sonra mikroelektronik ve fotovaltaik uygulama alanlarına sahip olan ve yarıiletken metal olan silisyum için geniş literatür araştırması yapıldı. Daha önceki çalışmalarda silisyumun katkılanarak n-tipi ve p-tipi şeklinde kullanılmıştır. Bunun yanı sıra Si(100) ve Si(111) gibi farklı Si yüzey yapılarına rastlanmaktadır. Silisyum yüzeyinin çok kolay bir şekilde oksitlenmesi dolayısıyla önceki çalışmalarda genellikle vakum ortamında ve çok toksit olan HF ile farklı yüzde hacimler ile temizleme prosedürler kullanarak çalışılmıştır.

Bizde bu çalışmada GC elektrodun yanı sıra n-tipi Si(111) ve n-tipi Si(100) ve yapılarını kullandık. Ayrıca bu Si yüzeylerinin temizleme prosedürü olarak %2HF temizleme prosedürünü kullanarak bu

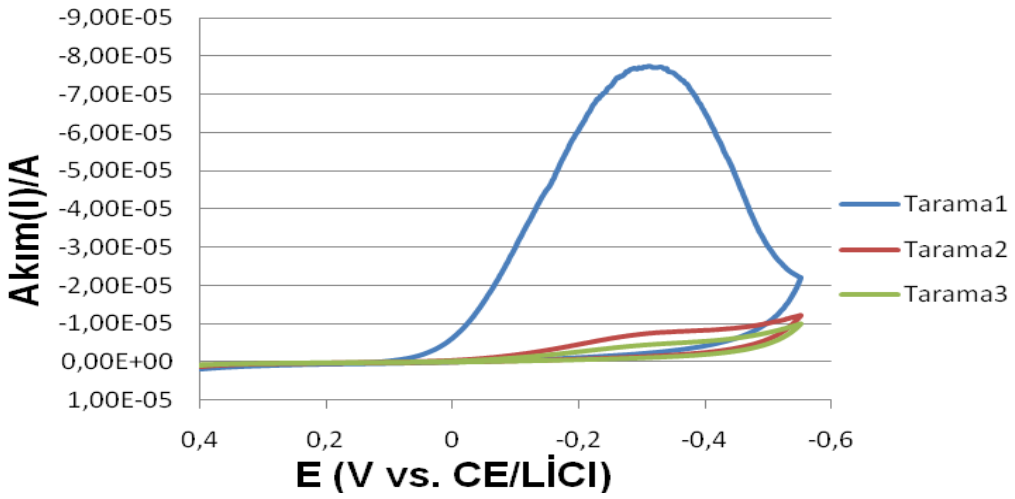
yüzeylerin diazonyum tuzlarının indirgenmesi ile modifikasyonu ve karakterizasyon işlemleri karşılaştırmalı olarak yapıldı.



Şekil 2. Nitrofenildiazonyum tuzunun elektrot yüzeylerine modifikasyonun şematik gösterimi

Sonraki aşamalarda 2mM nitrofenildiazonyum tuzu içeren elektrolit çözeltilerinde geniş bir potansiyel aralığında tarama yapılarak indirgenme potansiyeli belirlendi. Uygun potansiyel aralıkları belirlendikten sonra karşılaştırmalı olarak GC, n-tipi Si(111) ve n-tipi Si(100) elektrot yüzeylerinin nitrofenildiazonyum tuzu ile modifikasyonu gerçekleştirildi (Şekil 2).

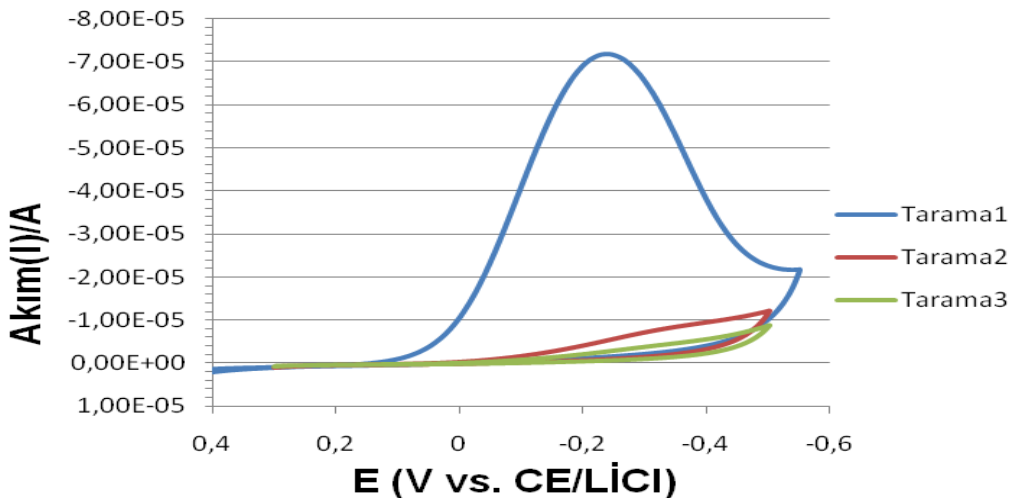
Diazonyum tuzları ile katı yüzeylerin kovalent modifikasyonu, onların karakteristik redoks davranışları sayesinde dönüşümlü voltametri tekniğinden faydalanılarak kolayca gerçekleştirilebilir. Kararlı bir diazonyum tuzu olarak nitrofenildiazonyum tuzunun öncelikle GC elektrotta voltamogramı alınarak yaklaşık -0,19 V'da dönüşümsüz olarak indirgendiği gözlenmiştir. Bu sonuç literatür ile uyumlu ve bilinmektedir. GC elektrotta alınan indirgenme potansiyeli referans alınarak, nitrofenildiazonyum tuzunun, n-Si(100) ve n-Si(111) elektrotlardaki indirgenme potansiyeli incelenmiştir. Şekil 3'de 2 mM nitrofenildiazonyum tuzu ve 0,1 M $TBABF_4$ içeren asetonitril çözeltisinde %2HF ile temizlenmiş n-tipi Si(100) elektrot için +0,4 ve -0,6 V potansiyel aralığında kaydedilen dönüşümlü voltamogramı göstermektedir. İlk tarama süresince, diazonyum tuzunun tipik voltamogramı CE/LiCI(1,0 M) referans elektrota karşın yaklaşık -0,22 V'da nitrofenildiazonyum tuzunun indirgenmesine karşılık gelen geniş ve dönüşümsüz bir katodik pik sergilemektedir.



Şekil 3. 2,0 mM nitrofenildiazonyum tuzu ve 0,1 M $TBABF_4$ içeren asetonitril çözeltisinde 50 mV s^{-1} tarama hızında %2HF ile temizlenmiş n-tipi Si(100) elektrotta kaydedilen dönüşümlü voltamogram

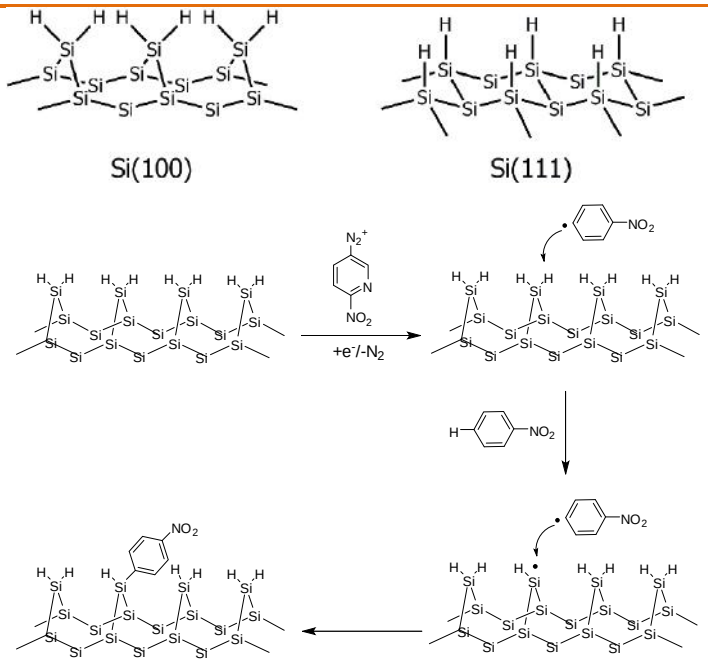
Arildiazonyum tuzlarının indirgenmesine oldukça benzeyen bu redoks dalgasının şiddeti ikinci taramadan itibaren hızla azalmaktadır.[4,5] Pik akımının azalması, oldukça reaktif nitrofenil radikallerinin Si yüzeyine bağlanarak, elektron transferini engelleyen bir yüzey filmi oluşturmaktadır.[6,7]

Şekil 4'de 2 mM nitrofenildiazonyum tuzu ve 0,1 M $TBABF_4$ içeren asetonitril çözeltisinde %2HF ile temizlenmiş n-tipi Si(111) elektrot için +0,4 ve -0,6 V potansiyel aralığında kaydedilen dönüşümlü voltamogramı göstermektedir. İlk tarama süresince, diazonyum tuzunun tipik voltamogramı CE/LiCI(1,0 M) referans elektrota karşın yaklaşık -0,20 V'da nitrofenildiazonyum tuzunun indirgenmesine karşılık gelen geniş ve dönüşümsüz bir katodik pik sergilemektedir.



Şekil 4. 2,0 mM nitrofenildiazonyum tuzu ve 0,1 M $TBABF_4$ içeren asetonitril çözeltisinde 50 mV s^{-1} tarama hızında %2 HF ile temizlenmiş n-tipi Si(111) elektrotta kaydedilen dönüşümlü voltamogram

Diazonyum tuzunun elektrokimyasal indirgenmesi ile n-tipi Si(111) yüzeyinin modifikasyonunun ilk basamağı oldukça reaktif nitrofenil radikallerinin oluşumudur. Üretilen bu radikaller Si elektrot yüzeyi ile birleşir ve böylece Si elektrot ile nitrofenil radikali arasında bir kovalent bağ oluşumu gerçekleşir. Daha önceki çalışmalar Si elektrotlarda aril diazonyum tuzlarının redüksiyonunun, Şekil 5'de tanımlanan reaksiyon şeması ile gerçekleştiğini göstermiştir.[8,9] Birinci adımda, elektron transferi ile diazonyum tuzlarının redüksiyonu ve N_2'nin eliminasyonunun bir sonucu olarak aril radikalleri oluşmaktadır. İkinci adımda oluşan bu aril radikalleri protonlanmış silisyum (=SiH_2) yüzeyine saldırır ve yüzeyden bir hidrojen koparır. Molekül nötral hale geçerken, bu durumda oluşan yüzey silil radikalleride ortamdaki ikinci bir aril radikali ile reaksiyon vererek aril-silisyum bağının oluşmasını sağlamaktadır.



Şekil 5. SiH_2(100), SiH(111)'in yapısı ve in-situ ortamda =SiH_2(100) elektrodu üzerinde nitrofenil diazonyum tuzlarının elektrokimyasal redüksiyonu ile nitrofenil filminin oluşumunun şematik gösterimi

Nitrofenil ile Si yüzeylerinin susuz ortamda voltametrik tarama yapılarak kaplandıktan sonra, filmlerin karakterizasyonunu belirleyebilmek için önce modifiye elektrotlar sırasıyla su ve asetonitril içerisinde yıkandı ve azot atmosferinde kurutuldu. Daha sonra bu modifiye elektrotlar 0,1M H_2SO_4 çözeltisinde 0,2 V dan -1,3 V da kadar tarama yapıldı. Filmdeki nitro grubunun indirgenmesine ait pik -1,2 V da görüldü. Ayrıca indirgenmesi gerçekleşen filmin 0 V dan 2,4 V kadar taraması yapıldığında, yüzeye kaplanan filmin nitro grubunun önce amin grubuna indirgenmesi sonra pozitif yöndeki tarama ile amin grubunun yükseltgenmesine karşılık gelen pikin 1,2 V da gözlenmiştir. Bu sonuçlar litaretürde aşikar bir şekilde bilinen amin filminin yaklaşık aynı potansiyelde görülmesi kaplanmış nitrofenil filminin yüzeydeki varlığını açık bir şekilde göstermektedir.

n-tipi Si(111) yüzeyinde oluşan nitrofenildiazonyum tuzunun modifikasyonu n-tipi Si(100) yüzeylerindekine kıyasla daha düşük potansiyelde indirgendiği gözlenmiştir. Ayrıca taramalı elektron mikroskopu (SEM) cihazı ile yapılan karakterizasyon işlemlerinden elde edilen sonuçlar n-tipi Si(111) yüzeyindeki filmlerin n-tipi Si(100) yüzeyindeki filmlere kıyasla daha düzenli tek tabaka filmlerinin oluştuğunu göstermiştir.

4.SONUÇ

Bu çalışmada p-nitroanilin çıkış molekülü kullanılarak nitrofenildiazonyum tuzu sentezi gerçekleştirildi. Sonraki aşamada diazonyum modifikasyon yöntemi vasıtasıyla, GC, n-tipi Si(100) ve n-tipi Si(111) elektrotların nitrofenil filmleri ile karşılaştırmalı olarak modifikasyonu ve karakterizasyonu gerçekleştirildi. nitrofenildiazonyum filmlerinin n-tipi Si(111) elektrotlarında GC elektrotlarla yaklaşık aynı potansiyelde indirgendiği ancak n-tipi Si(100) elektrotlara göre daha düşük potansiyelde indirgendiği gözlenmiştir. Ayrıca taramalı elektron mikroskopu (SEM) cihazı ile yapılan çalışmalar, n-tipi Si(111) elektrotlarda elde edilen filmlerin, n-tipi Si(100) elektrotlara göre daha düzenli oluştuğunu göstermiştir.

5.KAYNAKÇA

1. M. Gorrigues, J. L. Leclercq, P. Viktorovitch, Microelectronic Engineering, 2002, 61-62, 933.
2. A. Manivannan, L.A. Nagahoro, Thin Solid Films, 1993, 226, 6.
3. G. Corker, B. Grant, C. Clecak, J. Elctrochem. Soc. 1979, 126, 1339.
4. Allongue, P., Delamar, M., Desbat, B., Fagebaume, O., Hitmi, R., Pinson, P., Saveant, J.M., . *Am. Chem. Soc.*, 119, 201-207, (1997).
5. Delamar, M., Desarmot, G., Fagebaume, O., Hitmi, R., Pinson, J., Saveant, J.M., *Carbon*, 35, 801-807, (1997).
6. Delamar, M., Hitmi, R., Pinson, J., Saveant, J.M., *J. Am. Chem. Soc.*, 114, 5883-5884, (1992).
7. Bourdillon, C., Delamar, M., Demaille, C., Hitmi, R., Moiroux J., Pinson, J, *J. Electroanal. Chem.*, 336, 113-123, (1992).
8. Allongue, P., de Villeneuve, C. H., Cherouvrier, G., Cortes, R., Bernard, M.C *J. Electroanal. Chem.*, 550-551, 161-174, (2003).
9. Stewart, M.P., Maya, F., Kosynkin, D.V., Dirk, S.M., Stopleton, J.J., McGuiness, C.L., Allara, D.L., Tour, J.M.*J .Am. Chem. Soc.*, 126, 370-378, (2004).

Nepeta fissa BİTKİ EKSTRELERİNİN ANTİOKSİDAN AKTİVİTELERİNİN FARKLI *in vitro* BİYOANALİTİK METOTLAR ile BELİRLENMESİ

DETERMINATION of ANTIOXIDANT ACTIVITIES of *Nepeta fissa* EXTRACTS by DIFFERENT *in vitro* BIOANALYTICAL METHODS

İbrahim TEBER
(Yüksek Lisans Öğrencisi) Muş Alparslan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı
Prof. Dr. Ercan BURSAL
Muş Alparslan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü

ÖZET
Bu çalışmadaki temel amaç *Nepeta fissa* bitki türünün su ve etanol ekstrelerinin antioksidan özelliklerini tayin edilmesidir. *Nepeta fissa* bitkisinin antioksidan aktivitesini belirlemek için tiyosiyanat ile antioksidan aktivite tayini ve CUPRAC (kuprik iyonları indirgeme kapasitesi) indirgeme gücü tayini *in vitro* biyoanalitik metotları gerçekleştirildi. Antioksidan çalışmalarda sonuçlar standart antioksidanlar olan BHA, BHT, tokoferol, troloks ve askorbik asit ile karşılaştırıldı. Bu çalışmada *Nepeta fissa* bitki türünün su ve etanol ekstrelerinin tiyosiyanat ile antioksidan aktivitesi ve kuprik (Cu^{2+}) iyonlarını indirgeme kuvveti standartlara kıyasla orta düzeyde etki gösterdikleri tespit edildi.
Anahtar Kelimeler: Antioksidan aktivite, CUPRAC**,** *Nepeta fissa*

ABSTRACT
The main aim of this study is to determine the antioxidant activities of ethanol and water extracts of *Nepeta fissa*. The tiocyanate antioxidant assay and CUPRAC (cupric ions reducing antioxidant capacity) *in vitro* bioanalytical method were performed to determine the antioxidant activity of *Nepeta fissa*. The results were compared to BHA, BHT, tocopherol, trolox, and ascorbic acid as standard antioxidant compounds. Aqueous and ethanol extracts of *Nepeta fissa* presented moderate antioxidant potential comperative to standard samples on tiocyanate antioxidant assay and CUPRAC assays.
Key Words: Antioxidant activity, CUPRAC, *Nepeta fissa*

GİRİŞ

Bitkiler antik çağlardan bu yana gıda, ilaç, aroma, yakacak ve tatlandırıcı gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Halk hekimliği olarak da adlandırılan geleneksel tıbbi tedavi, doğal kaynakların kullanılması yoluyla hastalıkların tedavisi, önlenmesi veya sağlıklı bir hayatın devam ettirilmesinde insanoğlunun tarih sahnesine çıktığı andan itibaren farklı kültürlerin deneyim, inanış ve uygulamalarının harmanlanmış özeti olarak tanımlanabilir. Bitkiler şifa verici kaynaklar olarak;

bitkisel içecekler, diğer ev yapımı ilaçlar, fitofarmasötik preparatlar, bitki kürleri, bitkisel ilaçlar ve farmakolojik ilaçlar olarak kullanılmaktadır [1].

Antioksidan maddeler düşük konsantrasyonlarda bile substratın oksidasyonunu durduran veya geciktiren maddelerdir. Organizmadaki hücre ve dokular, serbest radikalleri ve radikallerin sebep olduğu tepkimeleri inhibe eden sistemlere sahiptir. Antioksidanlar bu radikalik ürünlerle hızla tepkime vererek otooksidasyon ve peroksidasyonun ilerlemesine engel olan madde veya sistemler olarak tanımlanır [2,3].

Antioksidanlar, oksidasyonun radikal zincir mekanizmasında stabil ara ürünün oluşumuna neden olan ve zincir tepkimesini kıracak şekilde tepkimeye katılan maddelerdir. Oluşan ürünler oksidasyon zincir tepkimesinin kırılmasına neden olduklarından yağlı gıdalarda kullanılması özellikle gerekmektedir. Antioksidanların istenen düzeyde etki gösterebilmesi için, yağ ve yağlı gıdaların üretiminde veya üretiminden hemen sonra gıdalara eklenmeli ve bitkisel ve hayvansal yağlarda çok iyi karıştırılmalı, ürünün içinde homojen olarak dağılması sağlanmalıdır [4,5].

Bu yapılan çalışmada ise antioksidan kaynağı olduğu düşünülen ve endemik bir tür olan *Nepeta fissa* bitkisinin antioksidan potansiyeli çeşitli *in vitro* metodlar ile belirlenmiştir. *Nepeta fissa* bitkisi, ülkemizin birçok yerlerinde dağılış gösteren çok yıllık otsu bir bir türdür ve 6-9. aylarda çiçeklenmektedir. Bu iller Iğdır, Kars, Hakkari, Erzincan, Erzurum, Eskişehir, Gümüşhane, Konya, Sivas, Tokat ve Van olarak belirtilmiştir. Genellikle volkanik kayaçlarda çayırlık dere kenarlarında 1100-1950 m yükseklikler de yetişirler [6].

MATERYAL VE YÖNTEM

Kullanılan bitki materyali

Öncelikle çalışma kapsamında kullanılan *Nepeta fissa* bitkisi temin edilmiştir. *Nepeta fissa* bitkisi Adıyaman Üniversitesi Öğretim Üyesi Doç. Dr. Ömer Kılıç tarafından Bingöl ilinden doğal habitatlarından toplanmış ve sınıflandırılması yapılmıştır.

Ekstrelerin hazırlanması

Nepeta fissa bitkisinin etanol ekstresi ve liyofilize su ekstresini hazırlamak için öncelikle bitki numuneleri direkt güneş ışınlarına maruz bırakılmadan oda şartlarında kurutulmuş ve bir parçalayıcı ile ufalanarak toz haline getirilmiştir.

Su ve etanol ekstreleri hazırlanmasında 10'ar gram kurutulmuş numune alınarak ayrı ayrı 100 ml saf su veya etanol ile (1/10 :w/v) manyetik karıştırıcılar ile 24 saaat oda sıcaklığında (25 ^{o}C) karıştırılmıştır. Karışımlar daha sonra süzgeç kâğıdından süzülmüş ve süzüntüler dondurulduktan sonra su ekstresi için liyofilizatörde 5 mm Hg basınç ve -50 ^{o}C'de liyofilize edilmiştir. Liyofilize su ekstresi kullanılıncaya kadar -30 ^{o}C'de bekletilmiştir. Etanol ekstresi için ise hazırlanmış karışımlar süzgeç kağıdından süzülmüş ve süzüntüler bir evaporatörde 40 ^{o}C'de etanol uzaklaştırılmıştır. Evapore edilmiş etanol ekstresi de kullanılıncaya kadar -30 ^{o}C'de bekletilmiştir.

Antioksidan aktivite belirleme metotları

CUPRAC metodu

Nepeta fissa bitkisi etanol ve su ekstrelerinin indirgeme kapasitesi tayini CUPRAC metoduna göre yapıldı [7]. Bunun için deney tüplerinin her birine 0.01 M'lık $CuCl_2$ çözeltisinden 0.25 ml otomatik pipetleme yapıldı. Bunun üzerine sırayla etanolde çözülen $7.5x10^{-3}$ M'lık neokuprinden 0.25 ml ve 1 M'lık amonyum asetat tamponundan 0.25 ml ilave edildi. Deney tüpleri iyice karıştırıldıktan sonra çeşitli konsantrasyonlarda (10-50 µg/ml) bitki ekstreleri ve standartlar aktarıldı. Son hacimler saf su ile 1 ml'ye tamamlandı. 30 dakikalık bir inkübasyon işleminden sonra 450 nm'de absorbansları UV-vis spektrofotometre ile ölçüldü.

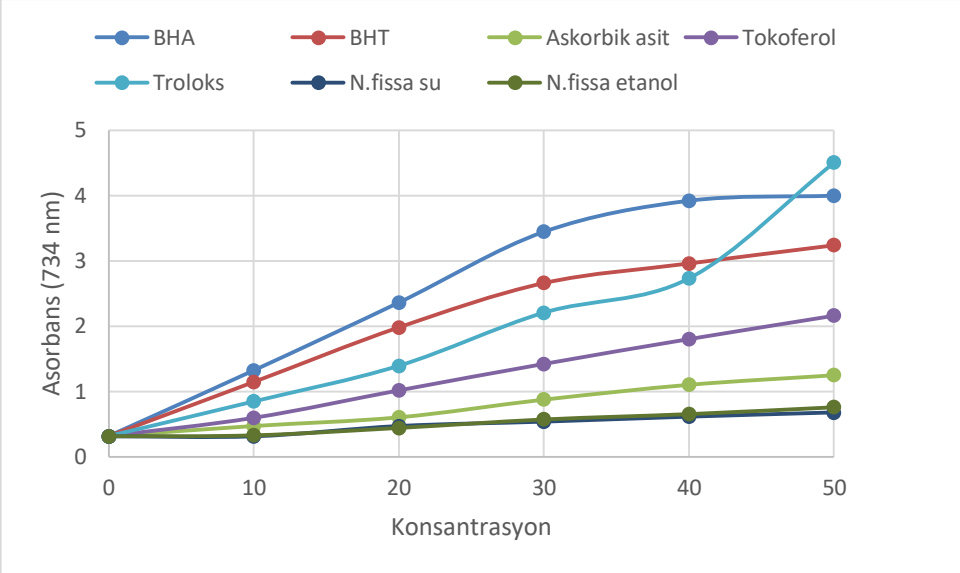
Tiyosiyanat metodu

Su ve etanol ekstrelerinin toplam antioksidan aktivite tayini ferrik tiyosiyanat metoduna göre belirlendi [8]. Ekstrelerden oluşturulan stok çözeltilerden 20 µg/ml konsantrasyonunda numune hazırlanarak kapağı kapatılabilir vidalı deney tüplerine pipetlendi ve toplam hacim tampon çözeltiyle birlikte 2.5 ml olacak şekilde tamamlandı. Bu işlemin ardından her bir tüpe 2.5 ml linoleik asit emülsiyonu aktarıldı. Bu numunelerin absorbansları her 8 saatte bir defa ölçüldü. Bu işlem için hazırlanan numunelerden 100'er µl alınarak 4.7 ml etanol bulunan deney tüplerine aktarıldı. Bunların üzerine 100 µl Fe^{2+} çözeltisi ile 100 µl SCN çözeltisi aktarıldı. Vorteks ile karıştırılıp yarım saat 37 ^{o}C'de inkübasyondan sonra 500 nm'deki absorbansları kaydedildi. Kontrol çözeltisi olarak 2.5 ml tampon çözelti ve 2.5 ml linoleik asit emülsiyonu kullanıldı.

TARTIŞMA VE SONUÇ

CUPRAC yöntemi sonuçları

Bu yöntem sonucunda artan absorbans kuprik iyon (Cu^{2+}) indirgeme kapasitesini göstermektedir. Bulgulardan da anlaşıldığı gibi *Nepeta fissa* bitkisi etanol ve su ekstrelerinin BHA, BHT, tokoferol, troloks ve askorbik asit standartlarından daha düşük oranda indirgeme kapasitesi sergilemiştir. *Nepeta fissa* bitkisinin su ekstresi etanol ekstresine nisbeten düşük oranda indirgeme kapasitesi sergilemiştir. Bu çalışma sonuçlarına göre 50 µg/ml konsantrasyonunda kuprik iyonlarını (Cu^{2+}), kupröz iyonlarına (Cu^{+}) indirgeme kapasitelerinin sıralaması troloks, BHA, BHT, tokoferol, askorbik asit, *Nepeta nuda* subsp. *albiflora* etanol ekstresi, *Nepeta fissa* etanol ekstresi, *Nepeta fissa* su ekstresi ve *Nepeta nuda* subsp. *albiflora* su ekstresi şeklindedir. Bu yöntemdeki Cu^{2+} iyonları indirgeme potansiyelleri grafik ile Şekil 1'te gösterilmiştir.

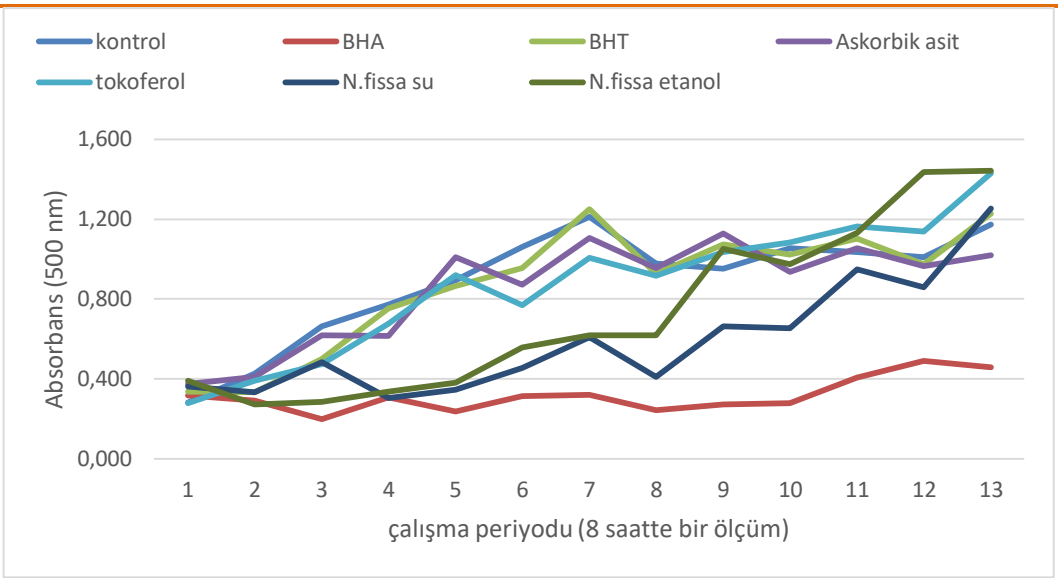


Şekil 1. *Nepeta fissa* etanol ve su ekstrelerinin CUPRAC metodu ile indirgeme kuvveti tayini

Çalışmalarımızda kullandığımız CUPRAC metodu son zamanlarda indirgeme gücü analizleri için geliştirilen ve sıklıkla kullanılan önemli bir metottur. Bu metot, düşük maliyeti ile beraber hızlı ve kararlı bir metottur. Ayrıca indirgeyici ajanın tipine veya hidrofilik durumuna bakılmaksızın, farklı antioksidanlar için uygulanabilir bir metottur. Bu metodun esası bir kromojenik redoks reaksiyonu olup fizyolojik pH'ya yakın bir ortamda (pH: 7.0) gerçekleştirilir. Bu metot verilerine göre etanol ekstresi su ekstresinden yüksek indirgeme aktivitesi göstermişlerdir.

Tiyosiyanat yöntemi sonuçları

Çalışmada kullandığımız *Nepeta fissa* bitkisinden temin edilen su ve etanol ekstrelerinin antioksidan aktiviteleri ferrik tiyosiyanat aktivite tayin yöntemine göre belirlendi. *Nepeta fissa* bitkisinden elde edilen su ve etanol ekstrelerinin toplam antioksidan aktivite tayini için 20 µg/ml konsantrasyonundaki numuneler kullanıldı. Şekil 2'de *Nepeta fissa* bitkisinden edilen su ve etanol ekstrelerinin toplam antioksidan aktivitesi grafiği verilmiştir. Bu yönteme göre kontrol numunesinin belli bir zamana kadar absorbans artışı göstermesi ve bu noktadan sonra azalma göstermesi beklenmektedir. Bu dönüm noktasının 56. saat olduğu Şekil 2'ten anlaşılmaktadır. Bu noktadan sonra bitki ekstreleri BHA haricindeki diğer standartlar gibi absorbans değişimleri göstermiştir. Bu yöntemin esasında antioksidan maddelerin doymamış esansiyel bir yağ asidi olan linoleik asidin peroksidasyonunu önlemesi ve bunun spekrofotometrik olarak tespit edilmesi vardır.



Şekil 2. *Nepeta fissa* etanol ve su ekstrelerinin ferrik tiyosiyonat metoduna göre antioksidan aktivite grafiği

Ferrik tiyosiyanat yöntemi linoleik asit peroksidasyonu seviyesini ölçerek antioksidan aktivite değerlendirme yöntemidir. Bu yöntemin esası linoleik asit emülsiyonun oksidasyonu sonucu oluşan hidroperoksidin tespitinin spektrofotometre ile absorbansının ölçülmesine dayanır. Artan absorbans seviyesi oluşan peroksit miktarının yüksek seviyesini gösterir. Dolayısıyla azalan absorbans antioksidan aktiviteyi gösterir. Bu çalışma sonuçlarına göre *Nepeta fissa* bitkisinden temin edilen su ve etanol ekstrelerinin standartlara yakın antioksidan özellik gösterdiği tespit edilmiştir.

Çalışmada incelenen bitki alternatif tıpta tedavi amaçlı kullanılan bitkiler sınıfından olması ve bu bitkinin üzerinde yeterince klinik çalışmalar yapılmamış olması, kimyasal özelliğinin ve biyolojik etkilerinin tam bilinmemesi nedenleriyle araştırmaya açık bir alan olduğu düşünülmektedir. Bu yapılan çalışmada belirlenen *Nepeta fissa* bitkisi antioksidan aktivite tayini sonuçlarının literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Muş Alparslan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Komisyonu tarafından BAP-18-SYO-4902-01 nolu proje ile desteklenmiştir, katkılarından dolayı teşekkür ederiz. Ayrıca bitkinin temin edilmesi ve sınıflandırılmasının yapılması katkılarından dolayı Adıyaman Üniversitesi'nde öğretim üyesi olan Doç. Dr. Ömer Kılıç'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

[1]. Teber, İ. 2019. Yüksek Lisans Tezi, Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muş.
[2]. Boğa, R. 2013,. Yüksek Lisans Tezi, Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muş.
[3]. Güzel, E., Boğa, R., Bursal, E. 2013. Muş Alparslan University Journal of Science, 1 (1), 17-25.
[4]. Aras, A. 2016. Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.

[5]. Gülçin, İ., Topal, F., Öztürk, S.B., Bursal, E., Bilsel, G., Gören, A.C. 2011.Records of Natural Products, 5(3), 158-175.
[6]. TÜBİVES-2. Türkiye Bitkileri Veri Servisi. http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=1&tax_id=7837. [Erişim tarihi: 15/11/2019].
[7]. Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, S. E., Bektaşoğlu, B., Özyurt, D. (2007). Molecules, 12(7), 1496-1547.
[8]. Gülçin, İ., Oktay, M., Kireçci, E., Küfrevioğlu, Ö.İ. 2003. Food Chemistry, 83, 371–382.

BİTKİ FENOLİK BİLEŞİKLERİNİN HPLC ve LC-MS/MS METOTLARI ile BELİRLENMESİNE YÖNELİK SON ÇALIŞMALAR

RECENT STUDIES for PHENOLIC COMPOUNDS of NATURAL PLANTS by HPLC and LC-MS/MS METHODS

Prof. Dr. Ercan BURSAL
Muş Alparslan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü

ÖZET
Bu çalışmadaki temel amaç çeşitli endemik veya tıbbi öneme sahip bitki türlerinin fenolik içeriklerinin tayin edilmesine yönelik son yıllarda yapılmış olan bazı çalışmaların bir araya getirilerek karşılaştırmalarının yapılmasıdır. Bunun yanında fenolik bileşiklerin bitkilere sağlamış olduğu biyolojik özelliklerin rapor edilmesidir. Bitkiler antik çağlardan bu yana besin kaynağı olmanın yanısıra ilaç, aroma ve tatlandırıcı olarak da kullanılmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkilerin çok çeşitli biyolojik aktivitelerini belirlemek için değişik *in vitro* biyoanalitik metotlar çalışılmaktadır. Bitkilerin bu biyolojik etkilerinin tespiti için etken madde analizleri önem kazanmıştır. Şimdiye kadar ki yapılmış çalışmalarda bu etken maddelerden fenolikler, flavonoidler, antosiyaninler, organik asitler, vitaminler ve çok çeşitli biyomoleküller kalitatif ve kantitatif olarak belirlenmiştir. Bu çalışmamızda son yıllarda HPLC ve LC-MS/MS metotları ile yapılan bitki fenolik bileşiklerin analizlerinin sonuçları bir araya getirilerek değerlendirilmiştir.
Anahtar Kelimeler: Biyolojik aktivite, fenolik bileşikler, HPLC, LC-MS/MS

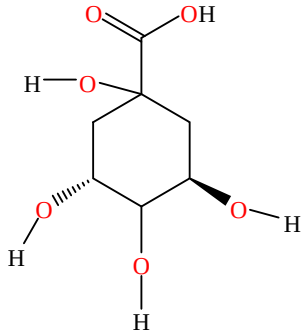
ABSTRACT
The main aim of this study is to review the recent studies about the phenolic compounds determination of natural endemic plants. Besides, to report the biological activities of phenolic compounds of plants. Plants have been considered for medicine, aroma and for taste as well as for food. In order to determine the biological activities of medicinal plants, various *in vitro* bioanalytical methods have been studied by researchers. Analyses of determination of active ingredient of plants have gained importance to fully understand the biological activity mechanism. So far in recent studies, phenolics, flavonoids, antocyanins, organic acids, vitamins, and various biomolecules have been detected quantitatively and qualitatively. The recent studies for phenolic compounds of natural plants by HPLC and LC-MS/MS methods were gathered and reviewed in this study.
Key Words: Biological activity, phenolic compounds, HPLC, LC-MS/MS

GİRİŞ
Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tanımlamasına göre ilaç sentezinde kulanılan veya hastalıklara karşı iyileştirici rolü olan bitkilere tıbbi bitkiler denmektedir (Ahmad et al., 2011). Modern tıptaki pek çok teknolojik gelişmelere ragmen pek çok hastalıkların tedavisi halen bitki kaynaklı ilaçlar ile

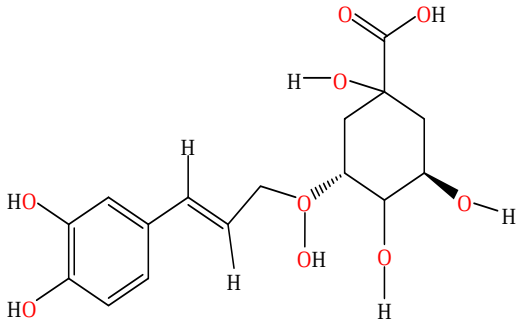
gerçekleştirilmektedir. Bitkisel ilaçlar çoğunlukla toksik olmayan güvenilir tedavi kaynaklarıdırlar. Bitki kaynaklı pekçok kimyasal bileşik türünün farklı hastalıklara karşı tedavi potansiyeli bilinmektedir (Adeneye et al., 2009).

Bitki kaynaklı kimyasal bileşik türlerine fitokimyasallar denilmektedir. Doğal antioksidan özellikleri de olan fitokimyasallar bitkilerin yapısında bulunan ve diyette sıklıkla kullanılan organik yapılı bileşiklerdir. Bu fitokimyasallar genel olarak vitaminler, karbonhidratlar, fenolik bileşikler, flavonoitler, karotenoitler ve diğer endojen metabolitlerden oluşmaktadır. Fitokimyasallar en çok yeşil bitkiler, tohumlar, baklagiller, sebze ve meyvelerde bulunurlar. Diyette doğal antioksidan içeren bitkisel gıdaların tüketilmesi ve bunların tespit edilmesi çalışmaları son yıllarda önem kazanmıştır (Güzel et al., 2013).

Fenolik maddeler aromatik halkasında bir veya daha fazla hidroksil grubu içeren bileşiklerdir. Birden fazla aromatik grubu içeren hidroksillenmiş yapılar polifenoller olarak isimlendirilir. Bu fenolik bileşikler genel olarak, fenolik asitler, basit fenoller ve polifenoller olarak ayrılırlar. Şekil 1 ve Şekil 2'de quinik asit ve klorojenik asitin kimyasal yapıları basit ve polifenollere örnek olarak verilmiştir.



Şekil 1. Quinik asit



Şekil 2. Klorojenik asit

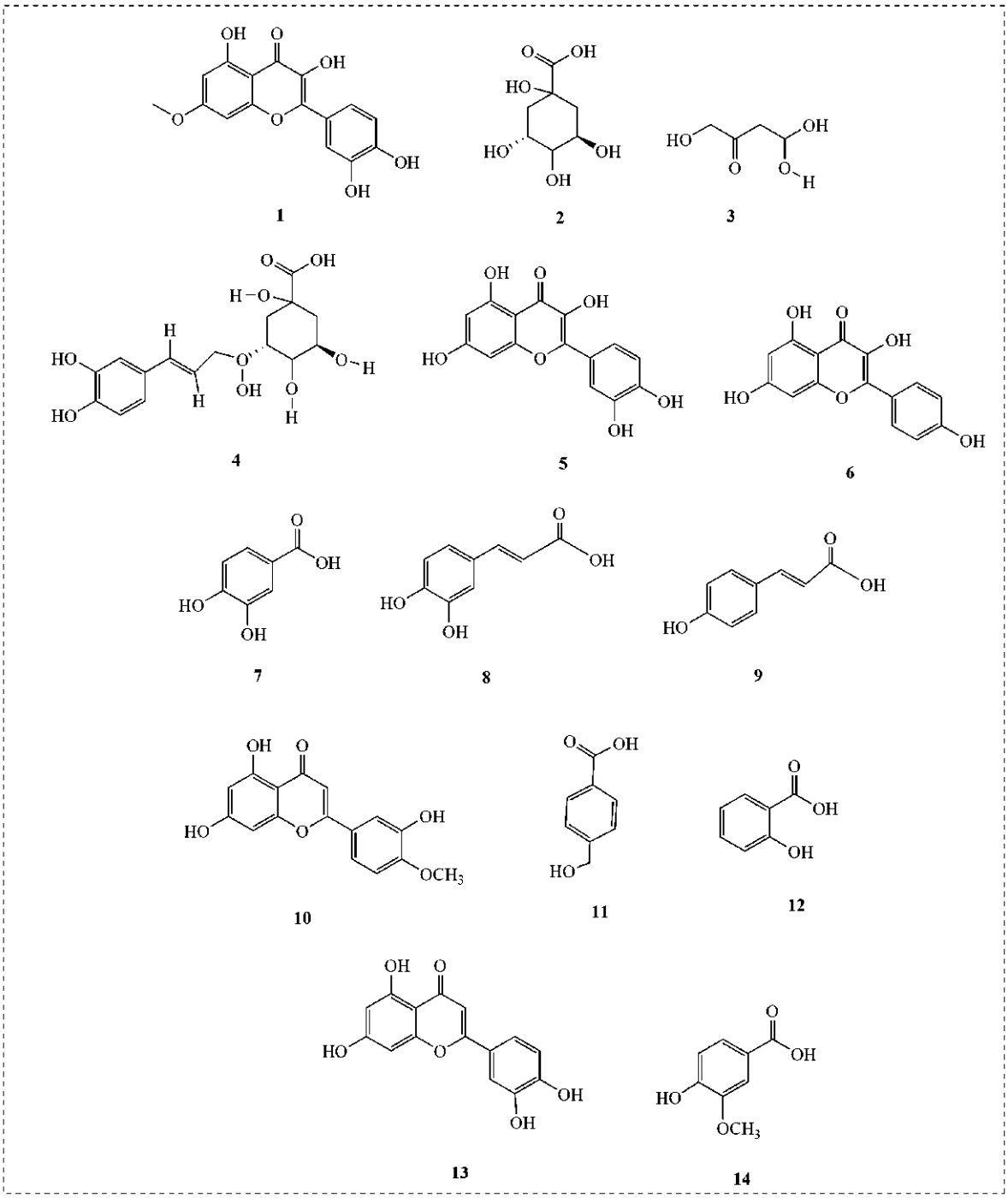
Bu çalışmamızda zengin fitokimyasal içeriğe sahip bitkilerin tespitine yönelik son yıllarda yapılmış olan bazı çalışmalar bir araya getirilmiştir. Özellikle çalışma grubumuzun ve ortak çalışmalar yaptığımız araştırma gruplarının bu kapsamda son üç yılda yayınlanmış eserleri değerlendirilmiştir.

KAYNAK TARAMASI

Bu bağlamda değerlendirdiğimiz ilk çalışmada, *Nepeta nuda* subsp. *lydiae* bitkisine ait metanol ekstresinde UHPLC-MS/MS-ESI tekniği ile klorojenik asit, rosmarinik asit ve kuinik asit en çok bulunan bileşikler olarak tespit edilmiştir (Aras, 2016). Bir diğer Nepeta türü olan *Nepeta trachonitica* bitkisine ait metanol ekstresinde ise HPLC-MS/MS tekniği ile rosmarinik asit, klorojenik asit ve kuinik asit en çok bulunan bileşikler olarak tespit edilmiştir (Köksal et al., 2017). Yine diğer Nepeta türlerinden olan *Nepeta fissa* ve *Nepeta nuda* subsp. *albiflora* bitkilerinin her ikisinden de elde edilen etanol ekstreleri su ekstrelerine göre belirgin olarak daha çok miktarda fenolik bileşik içerdiği, apigenin ve rosmarinik asit bileşiklerinin her iki bitki türünde de en fazla bulunan bileşiklerden olduğu tespit edilmiştir (Teber 2019).

Bazı bitkilerde yaygın olarak bulunan bazı fenolik bileşiklerin kimyasal yapıları Şekil 3'te verilmiştir. Bu bileşiklerden (1: rhamnetin, 2: quinik asit, 3: malik asit, 4: klorogenik asit, 5: quercetin, 6: kaempferol, 7: protokateşik asit, 8: tr- kafeik asit, 9: p-kumarik asit, 10: hesperetin, 11: 4-OH benzoik asit, 12: salisilik asit, 13: luteolin, 14: vanillin) malik asit haricindekiler basit veya polifenolik bileşikler olarak değerlendirilebilirler (Teber, 2019).

Başka bir çalışmada Muş ilinden toplanan *Verbascum insulare* bitkisinin yaprak ve kök kısımlarından elde edilen etanol ve su ekstrelerinin HPLC ile fenolik madde içerikleri belirlenmiştir. Bu çalışmaya göre *Verbascum insulare* bitkisinin etanol ekstresinde vanillin, saf su ekstresinde ise sinnamik asit en fazla miktarda bulunan fenolik bileşik olduğu tespit edilmiştir (Yılmaz, 2018).
Inula helenium bitkisinin etanol ekstresinde apigenin, saf su ekstresinde ise katekol en fazla miktarda bulunan fenolik bileşik olduğu HPLC ile tespit edilmiştir (Yılmaz, 2018). Başka bir *Inula* türü olan *Inula graveolens* (L.) Desf. bitkisinde klorojenik asit, quinik asit, hyperoside, protokateşik asit ve quercetin LC-MS/MS tekniği ile tespit edilmiştir (Silinsin, 2016).



Şekil 3. Bazı fenolik bileşiklerin kimyasal yapıları

Bir başka çalışmada üç farklı Salvia L. türü olan *S. brachyantha* (Bordz.) Pobed, *S. aethiopis* L. ve *S. microstegia* Boiss. ve Bal. bitkilerine ait fenolik bileşikler RP-HPLC/MS tekniği ile belirlenmiştir (Tohma et al., 2016). Salvia bitki cinsine ait farklı bir tür olan *Salvia absconditiflora* bitkisinin etilasetat ekstresinin kafeik asit, apigenin, rosmarinik asit ve luteolin fenolik bileşik olduğu HPLC ile tespit edilmiştir (Koysu et al., 2019).
Origanum acutidens bitkisine ait metanol ekstresinde UHPLC-MS/MS-ESI tekniği ile rosmarinik asit, kuinik asit ve naringenin en çok bulunan bileşikler olarak tespit edilmiştir (Aras et al., 2017). Origanum bitki cinsine ait farklı bir tür olan *Origanum sipyleum* üç farklı ekstrenin UHPLC-ESI/HRMS tekniği ile protokateşik asit, kafeik asit, *p*-kumarik asit, apigenin ve rosmarinik asit fenolik bileşikler olduğu HPLC ile tespit edilmiştir (Zengin et al., 2019).
Zencefil (*Zingiber officinale* Rosc.) bitkisine ait bir çalışmada ise bu bitkinin su ve etanol ekstrelerinin total fenolik miktarı sırasıyla 52.8 GAE ve 137.5 GAE (µg/mg gallik asit equivalent) olarak ve total flavonoid miktarı ise 3.9 QE ve 25.1 QE (µg/mg quercetin equivalent) olarak bulunmuştur. Yine anı çalışmada bu bitkinin fenolik bileşikleri HPLC-MS/MS tekniği ile pyrogallol, p-hydroxybenzoik asit, ferulik asit ve p-kumarik asit en çok bulunan bileşikler olarak tespit edilmiştir (Tohma et al., 2017).
Stachys lavandulifolia Vahl. var. *brachydon* Boiss. bitkisinde ise major fenolik bileşik olarak klorojenik asit ve quinik asit LC-MS/MS tekniği ile tespit edilmiştir (Bingol, 2016). *Stachys* bitki cinsine ait farklı bir tür olan *Stachys cretica* L. metanol ve su ekstresinde klorojenik asit, vanillik asit, syringic asit, verbascoside, apigenin bileşikleri LC-ESI/MS tekniği ile tespit edilmiştir (Kırkan, 2019).
Satureja boissieri bitkisi UHPLC-ESI-MS/MS tekniği ile analiz edilmiş ve hesperitin ve rosmarinik asit en çok bulunan bileşikler olarak tespit edilmiştir (Aras et al., 2018).
Bir diğer çalışmada Gysophila sınıfına ait dört tür (*G. pallida, G. arrosti, G. tuberculosa* ve *G. eriocalyx*) HPLC analizleri sonuçlarına göre etanol ekstreleri su ekstrelerine göre daha zengin içeriğe sahip olduğu ve bütün dört bitkide de 3, 4-dihydroxybenzoik asit, p-hydroxybenzoik asit, vanillin, syringiç asit ve p-kumarik asit bileşikleri tespit edilmiştir (Altay et al., 2019).
Başka bir çalışmada *Alchemilla vulgaris* bitkisinin etilasetat, su, methanol ve etanol ekstrelerinin ayrı ayrı fenolik bileşikleri LC-MS/MS tekniği ile analiz edilmiş ve en yüksek içerik etilasetat ekstresinde bulunmuş olup gallik asit, kafeik asit, katekin, quercetin bileşikleri tespit edilmiştir (Vlaisavljević et al., 2019).

SONUÇ

Bu derleme çalışmamızda zengin fitokimyasal içeriğe sahip bitkilerin HPLC ve LC-MS/MS cihazlarıyla yapılan farklı fenolik bileşiklerinin tekniklerinin tespitine yönelik son yıllarda yapılmış olan bazı çalışmalar bir araya getirilmiştir. Bu alanda çok sayıda araştırma grupları çalışmalarını yoğunlaştırmış ve çalışmalarını yayınlamışlardır. Bu makalede özellikle çalışma grubumuzun ve ortak çalışmalar yaptığımız araştırma gruplarının bu kapsamda son üç yılda yayınlanmış eserleri değerlendirilmiştir.
Bu sonuçlar karşılaştırıldığında başta antioksidan, antikanserojen, antimikrobiyal, antisitotoksik gibi biyolojik özelliklere sahip fenolik bileşikler bitkilerde yaygın olarak bulunmaktadır. Bu bileşiklerden en çok rastladığımız rosmarinik asit, kuinik asit, kafeik asit, apigenin, klorojenik asit, gallik asit, kafeik asit, katekin, quercetin, p-hydroxybenzoik asit, vanillin, syringiç asit ve p-kumarik asit bileşikleri olmuştur. Bitki türlerlerinin en fazla içerdiği fenolik bileşik türleri ve analiz teknikleri Tablo 1'de özetlenmiştir.
Bu derleme makalenin bu alanda yapılacak çalışmalara katkı sunması beklenmektedir.

Tablo 1. Bazı bitki türlerinin fenolik içeriklerinin tayin edilmesine yönelik son yıllarda yapılmış bazı çalışmalar

Çalışma bitkisi	**Yöntem-teknik**	**Majör bileşikler**
Nepeta nuda subsp. *lydiae*	HPLC-MS/MS	klorojenik asit, rosmarinik asit, kuinik asit
Nepeta fissa	HPLC	apigenin ve rosmarinik asit
Nepeta nuda subsp. *albiflora*	HPLC	apigenin ve rosmarinik asit
Nepeta trachonitica	HPLC-MS/MS	rosmarinik asit, klorojenik asit ve kuinik asit
Verbascum insulare	HPLC	Vanillin, sinnamik asit
Inula helenium subsp. *pseudohelenium*	HPLC	Apigenin, katekol
Inula graveolens (L.) Desf.	LC-MS/MS	klorojenik asit, quinic asit, hyperoside, protokateşik asit ve quercetin
Salvia microstegia	RP-HPLC/MS	kaempferol
Salvia brachyanth, Salvia aethiopis	RP-HPLC/MS	Rosmarinik asit
Salvia absconditiflora	HPLC	kafeik asit, apigenin, rosmarinik asit ve luteolin
Alchemilla vulgaris	LC-MS/MS	gallik asit, kafeik asit, katekin, quercetin
Origanum acutidens	HPLC-MS/MS	rosmarinik asit, kuinik ve naringenin
Origanum sipyleum	UHPLC-ESI/HRMS	protokateşik asit, kafeik asit, *p*-kumarik asit, apigenin ve rosmarinik asit
Gysophila pallida, G. arrosti, G. tuberculosa, G. eriocalyx	LC-MS/MS	3, 4-dihydroxybenzoik asit, p-hydroxybenzoik asit, vanillin, syringiç asit ve p-kumarik asit
Zingiber officinale Rosc.	HPLC-MS/MS	pyrogallol, p-hydroxybenzoik asit, ferulik asit ve p-kumarik asit
Stachys cretica L.	LC-ESI/MS	klorojenik asit, vanillik asit, syringic asit, verbascoside, apigenin
Stachys lavandulifolia Vahl. var. *brachydon* Boiss.	LC-MS/MS	klorojenik asit ve quinik asit
Satureja boissieri	LC-MS/MS	hesperitin ve rosmarinik asit

Kaynaklar

Ahmad M., Shah A.S., Khan R.A., Khan F.U., Khan N.A., Shah M.S., Khan M.R., (2011) Antioxidant and antibacterialactivity of crude methanolic extract of *Euphorbia prostrate* collected from District Bannu (Pakistan), African Journal of Pharmacy and Pharmacology, 5, p.1175-1178

Altay A, Tohma H, Durmaz L, Taslimi P, Korkmaz M, Gulcin I, Koksal E. (2019). Preliminary phytochemical analysis and evaluation of in vitro antioxidant, antiproliferative, antidiabetic, and anticholinergics effects of endemic Gypsophila taxa from Turkey. Journal of Food Biochemistry. https://doi.org/10.1111/jfbc.12908.

Adeneye A.A., Olagunju J.A., Banjo A.A.F., Abdul S.F., Sanusi O.A., Sanni O.O., Osarodion B.A., Shonoiki O.E., (2009) The aqueous seed extract of *Carica papaya* Linn. prevents carbon tetrachloride induced hepatotoxicity in rats, International Journal of Applied Research in Natural Products, 2(2), p.19-32

Aras, A. (2016). Türkiye'de yetişen endemik (*Nepeta nuda* subsp. *lydiae*) bitkisine ait farklı ekstrelerin antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi ve fenolik bileşik içeriklerinin ile analizi. Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.

Aras, A., Silinsin, M., Bingol, M.N., Bursal, E. (2017). Identification of bioactive polyphenolic compounds and assessment of antioxidant activity of *Origanum acutidens*. International Letters of Natural Sciences, 66, 1-8.

Aras, A., Bursal, E., Alan, Y., Turkan, F., Alkan, H., Kilic, O. (2018). Polyphenolic contents, antioxidant potential and antimicrobial activity of *Satureja boissieri*. Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering. 37 (6), 209-219.

Bingol, M.N. (2016). *Stachys lavandulifolia* Vahl. var. *brachydon* Boiss. bitkisinin antioksidan aktivitesinin değişik in vitro metotlar ile belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muş.

Güzel, E., Boğa, R., Bursal, E. (2013). Determination of antioxidant activities of *Asphodelus aestivus*. Muş Alparslan University Journal of Science, 1 (1), 17-25.

Kirkan, B. (2019). Antioxidant potential, enzyme inhibition activity, and phenolic profile of extracts from *Stachys cretica* subsp. *vacillans*. *Industrial Crops and Products*, *140*, 111639.

Koysu, P., Genc, N., Elmastas, M., Aksit, H., Erenler, R. (2019). Isolation, identification of secondary metabolites from *Salvia absconditiflora* and evaluation of their antioxidative properties. Natural Product Research, 33(24), 3592-3595.

Köksal, E., Bursal, E., Gülçin, İ., Korkmaz, M., Çağlayan, C., Gören, A.C., Alwasel, S.H. (2017). Antioxidant activity and polyphenol content of Turkish thyme (*Thymus vulgaris*) monitored by LCMS/MS. International Journal of Food Properties, 20(3): 514-525.

Köksal, E., Tohma, H., Kilic, O, Alan, Y., Aras, A., Gulcin, I, Bursal, E., (2017). Assessment of antioxidant and antimicrobial activities of *Nepeta trachonitica* - Analysis of its phenolic compounds using HPLC-MS/MS. Scientia Pharmaceutica, 85, 24.

Silinsin, M. (2016). *Inula graveolens* L. bitki türüne ait su ve etanol ekstrelerinin antioksidan aktivitelerin değişik *in vitro* metotlar ile belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muş.

Vlaisavljević, S., Jelača, S., Zengin, G., Mimica-Dukić, N., Berežni, S., Miljić, M., & Stevanović, Z. D. (2019). Alchemilla vulgaris agg.(Lady's mantle) from central Balkan: antioxidant, anticancer and enzyme inhibition properties. RSC Advances, 9(64), 37474-37483.

Teber, İ. (2019). *Nepeta fissa* ve *Nepeta nuda* subsp. *albiflora* bitki türlerinin antioksidan aktivitelerini farklı *in vitro* metotlar ile belirlenmesi ve bunların fenolik içeriklerinin HPLC ile analizi, Yüksek Lisans Tezi, Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muş.

Tohma, H., Koksal, E., Kilic, O, Alan, Y., Yılmaz, M.A., Gulcin, I, Bursal, E., Alwasel, S. (2016). RP-HPLC/MS/MS analysis of the phenolic compounds, antioxidant and antimicrobial activities of Salvia L. species. Antioxidants, 5 (4): 38.

Tohma, H., Gulcin, I., Bursal, E., Goren, A.C., Alwasel, S., Koksal, E. (2017). Antioxidant activity and phenolic compounds of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) determined by HPLC-MS/MS. Journal of Food Measurement and Characterization, 11: 556-566.

Yılmaz, N. 2018. Muş ilinden toplanan *Verbascum insulare* Boiss. & Heldr. ve *Inula helenıum* L. subsp. *pseudohelenıum* grierson bitkilerinden elde edilen ekstraktların antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri ve fenolik içerikleri. Muş Alparslan Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Muş.

Zengin, G., Ferrante, C., Orlando, G., Zheleva-Dimitrova, D., Gevrenova, R., Recinella, L., ... & Aktumsek, A. (2019). Chemical profiling and pharmaco-toxicological activity of Origanum sipyleum extracts: Exploring for novel sources for potential therapeutic agents. Journal of Food Biochemistry.

BİTKİ EKSTRAKTLARININ, KÜLTÜR VE YABANCI OT BİTKİLERİNİNİN GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF EFFECTS OF PLANT EXTRACTS ON DEVELOPMENT OF CULTURE AND WEED CROPS

Doç. Dr. Mehmet Emre EREZ
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü

Prof. Dr. Peyami BATTAL
Gazi Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MeslekYüksek Okulu

ÖZET

İnsanlar yıllar boyu, bitkilerde bulunan farklı özelliklerdeki metabolitleri türlü amaçlar için kullanmışlardır. Bitkilerin gizemli hayatını öğrenmeye çalışmış, doğaya ve kendisine zararlı sentetik maddelerin yerine alternatif çözümler aramaya çalışmışlardır. Bitkilerin özellikle sekonder metabolitleri ile ilgili çalışmalar gün geçtikçe artmaya başlamıştır.

Yapılan çalışmada 2 aromatik (*Thymus kotchyanus* Boiss&Hohen. var. kotchyanus. ve *Inula peacockiana* (Aitch.&Hemsl.) Koravin) ve 2 geniş yayılış gösteren (*Lepidium draba* L., ve *Acroptilon repens* (L.) DC.) bitkilere ait olmak üzere 4 farklı ekstrakt kullanıldı. Hedef bitki olarak ise kültür bitkisi olan Bezelye (*Pisum sativum* L.) ve yabancı ot olarak bilinen, horozibiği (*Amaranthus retroflexus* L.) bitkileri kullanıldı. Bu amaçla bitkilerin % 3'lük su ekstraktları sulama suyu olarak hedef bitkilere uygulandı. Hedef bitkilerin uygulamaya verecekleri cevapların belirlenmesi için de klorofil miktarı, şeker değişimleri, prolin miktarları ve protein profillerinin analizi yapıldı.

Çalışmada özellikle *Lepidium draba* bitki ekstraktlarının morfolojik olarak hedef bitkilerdeki gövde uzamalarına engel olduğu veya yapraklarda lezyonlara yol açtığı görüldü. Bitki ekstresi uygulamasının hedef bitkilerdeki klorofil içeriğinde değişken değerlerin elde edilmesine neden olduğu fark edildi. Inula peacockiana ve Lepidium draba bitki ekstraktı uygulamasının şeker seviyelerinde azalmaya neden olduğu tespit edildi. Özellikle yayılımcı bitki ekstrelerinin, (Lepidium draba ve Acroptilon repens) yabancı ot bitkilerinde prolin seviyesinde belirgin artışlara neden olduğu görüldü. Yapılan ekstrakt uygulamalarının kültür bitkilerinde protein profillerini ciddi oranda değiştirmediği, ancak yabancı ot bitkilerinin protein profillerinde ise özellikle yapısal proteinlerin yoğunluğunda azalmalara neden olduğu görüldü. Bu bitkilerde bulunan allelopatik etken maddelerin uygun konsantrasyonlarının sentetik herbisitlere alternatif olabileceği ve bu bağlamda da, doğal herbisit olarak sürdürülebilir tarımda kullanılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ekstrakt, Allelopati, Doğal Herbisit

ABSTRACT

For many years, humans have used metabolites with different properties in plants for various purposes. They tried to learn the mysterious life of plants and tried to find natural alternative solutions instead of synthetic harmful substances. Studies on especially secondary metabolites of plants have started to increase day by day.
In this study, 4 different plant extracts were used, 2 aromatic (*Thymus kotchyanus* Boiss&Hohen. var. kotchyanus. and *Inula peacockiana* (Aitch.&Hemsl.) Koravin), and 2 invasive (*Lepidium draba* L., *Acroptilon repens* (L.) DC.)). Pea (*Pisum sativum* L.), which is a culture plant, and rooster (*Amaranthus retroflexus* L.) known as weed were used as target plants. For this purpose, 3% water extracts of the plants were applied to the target plants as irrigation water. Chlorophyll content, sugar changes, proline content and protein profiles were analyzed to determine the responses of the target plants to the application.
In the study, it was observed that especially *Lepidium draba* plant extracts prevent morphological growth of target plants or cause lesions on leaves. It was realized that the application of plant extract caused to variable values in the chlorophyll content of the target plants. *Inula peacockiana* and *Lepidium draba* plant extracts were found to cause a decreases in sugar levels. In particular, it was observed that invasive plant extracts (*Lepidium draba* and *Acroptilon repens*) caused significant increases in proline levels in weed plants. It was seen that the extract applications did not significantly alter the protein profiles in the cultivated plants, but it caused a decrease in the density of especially in structural proteins of the weed plants. It is contemplated that appropriate concentrations of allelopathic active substances present in these plants may be an alternative to synthetic herbicides and in this context, they can be used as a natural herbicide in sustainable agriculture.
Keywords: Extract, Allelopathy, Natural Herbicide

1. GİRİŞ

Modern tarımda yabancı ot kontrolü uygulamalarında sentetik herbisitler büyük öneme sahiptirler ancak “yeşil devrim” olarak nitelendirilen sentetik herbisitler son 50 yılda ürkütücü sonuçlara sebep olmuşlardır. Elde edilen başarılar ile birlikte, bu herbisitlere dayanıklı yabancı otların gelişmesinin yanı sıra, toprak ve içerisinde barınan mikroorganizmalarda bu uygulamalardan olumsuz yönde etkilenmişlerdir. Bazı alanlarda yoğun herbisit uygulamaları yapıldığında yabancı otların herbisite dayanıklılığının 2–3 yıl gibi kısa bir sürede gerçekleşmesi, artık alternatif yabancı ot kontrollerinin geliştirilmesi düşüncesinin oluşmasına sebep olmuştur.

Bitkilerden elde edilen sekonder metabolitlerin, alternatif yabancı ot kontrolü için kullanılabilir potansiyele sahip olduğunu düşünen araştırıcılar son yıllarda doğal yabancı ot kontrolü üzerine oldukça fazla çalışma yayınlamaya başlamışlardır.

Bir arada gelişen bitkiler belli yoğunluğa ulaştıkları zaman toplam kullanılabilen alan lineer olarak azalmaya başlar ve rekabetin oluşmasına neden olur. Rekabette ışık, su ve mineral maddeler için yarış devam eder iken aynı zamanda bitkiler tarafından salınan kimyasal maddeler diğer bitkilerin gelişim ve çimlenmeyi engellemesi söz konusudur.

Hedef bitkilerin diğer bitkilerden salınan ve etki edebilecek özellikteki allelokimyasallara karşı vermiş oldukları cevaplar oldukça komplekstir ve tepkilerini, olumsuz çevre şartlarını göz önünde bulundurarak belirlerler. Hedef bitki stres durumunda iken kendisine salınan allelokimyasala karşı daha savunmasız kalmakta ve böylece bu durumdan daha fazla etkilenmektedir ancak bu olayın kompleksliği, allelopatik kimyasalların bitki büyüme ve gelişimini farklı fizyolojik olaylar ile etkilemesi ve allelokimyasalların bilinen yüzlerce farklı fitotoksik özellikte olmasından ileri gelmektedir.

Çevresel stres durumlarında (kuraklık, donma, sıcaklık gibi) farklı bitkilerin verdiği tepkiler her bitki grubu için benzer ve tahmin edilebilir olsa da, bitkilerin allelokimyasallara verecekleri cevaplar ise maddelerin hedefledikleri bölgelerin durumlarına göre farklılık gösterir. Sonuç olarak stres durumlarında allelopatik etkileşim daha etkin duruma geçerek komünitelerin oluşmasında ve belirli bir alandaki tür çeşitliliğinin belirlenmesi ve yayılımında etkin rol oynamaktadır.

Allelopati kavramının ve mekanizmasının anlaşılabilmesi için ilk önce bitkilerde bulunan allelokimyasalların etki şekilleri ve etkiledikleri yapılar iyi bilinmelidir. Allelokimyasalların hücre bölünmesi, iyon ve su alınımı, fitohormon metabolizması, solunum, fotosentez, enzim fonksiyonlarını ve hatta gen ekspresyonunu etkilediğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Singh ve Thapar, 2003; Inderjit ve Duke, 2003). Bitkilerin büyüme ve gelişimleri ile ilgili işlemleri gerçekleştiren bileşiklerin bilinen ortak etkileri, hepsinin bir aktiviteye sahip olduklarıdır, bu etki oksin, giberellik asit, etilen ve hatta jasmonik asit ve salisilik asit gibi bileşikler için de geçerlidir. Ancak allelokimyasalların direkt fitotoksik etkilerinin yanı sıra, yağ asidi ve triaçilgliserol gibi enerji bakımından zengin bileşiklerin sentezini, birikimini ve kullanımını engelleyerek dolaylı olarak gelişimi de etkiledikleri bilinmektedir (Belz ve Hurle, 2004).

Hedef bitkide maruz kalınan allelokimyasalın miktarı donör bitkiye olan uzaklığına göre farklılık göstermektedir. Donör bitkinin toprak ortamında fitotoksik etki gösterebilmesi için salınım yaptığı maddenin hedef bitkinin kök sistemine ulaşması gerekir. Bu ilerleme esnasında abiyotik (fiziksel ve kimyasal) ve biyotik (mikrobiyal) toprak bariyerleri, fitokimyasalın vereceği zararın, allelokimyasalın nitelik ve nicelliğinin değişmesine sebep olabilir (Inderjit ve Weiner, 2001). Allelokimyasallar sadece köklerden salınıp toprak ortamında etki göstermezler, yapraklardan salınan maddelerin buharlaşması veya kurumuş yaprakların toprağa karışması yoluyla da etki edebilirler.
Allelokimyasalların bitkilerde birçok fizyolojik değişikliklere yol açtığı, ancak bunların hangilerinin primer hangilerinin sekonder etki olduğunu belirleyebilmek için, donör ve hedef bitki hakkında bilgi sahibi olunması gerekir. Allelokimyasal uygulanan fideciklerde meydana gelen morfolojik değişiklikler, bazen etki mekanizmasını anlamamıza yardımcı olmaktadır. Örneğin anormal kök gelişimi, inhibitör maddenin mikrotübül oluşumunu engellediğini göstermektedir. Lateral kök gelişimi veya primer kökün zarar görmesi hormonal dengenin bozulduğunu ifade eder. Kök ve gövde uzunluğundaki faklılıklar, bitki gelişimin primer düzeyde etkilendiğini gösterir. Bu etkiler salınan allelokimyasalın etki mekanizması ve biyolojik etkisine bağlı olduğu kadar hedef bitkinin tolerans durumuna da bağlıdır. Şu an doğal kaynaklardan izole edilebilen aktif bileşiklerin çok az bir kısmı tanımlanabilmiş ve daha birçoğu fark edilmeyi beklemektedir (Inderjit ve Mukerji 2006).

2. ÇALIŞMANIN AMACI VE YÖNTEMİ

Modern Dünya hayatında kimyasal ürünler sağlık, besin ve enerji üretimi gibi her alanda yaşamımıza girmiş durumdadır. Sentetik ürünlerde olduğu gibi doğal ürünler hakkında da çok fazla bilgi sahibi olduğumuz söylenemez. Toksik ürünlerin etkileri için denemelerde hayvanlar kullanılmakta, ancak bu hem masraflı hem de zaman alıcı testler olarak bilinmektedir. Avrupa komisyonu hayvanlar üzerinde yapılacak toksikoloji çalışmalarının 2012 yılına kadar maliyetinin 2.1 milyar € olacağını bildirmektedirler (Omen, 1995). Bu yüzden biyolojik aktivitelerin tahmin edilmesi için daha etkili ve uygun yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Son zamanlarda farklı alandaki teorik bilgilerin toplandığı ve laboratuar çalışmaları yapılmadan toksikolojinin tahmin edildiği bir bilim dalı geliştirilmiştir. *In silico* yaklaşımında biyomateryallerin dizaynı, fitokimyasalların etkilerinin önceden tahmin edilmesi, fitokimyasalların; biyotransformasyon, çözünürlük, reseptör afinitesi gibi durumları uygun istatistiksel ve matematiksel yöntemler ile önceden tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Bu çalışmalar ile birlikte hedefe yönelik daha etkili ve sağlıklı çalışmalar gerçekleşecektir.

Allelopati kavramının oldukça geniş ve kompleks bir olay olduğu, fizyolojik ve ekolojik birçok faktörden etkilendiği bilinmektedir. Farklı özelliklere sahip oldukları bilinen bitki gruplarının allelopatik özelliklerinin belirlenmeye çalışıldığı, bu çalışmanın daha etkin şekilde kullanılabilir olabilmesi için birçok disiplinin bir arada çalışacağı ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durumda doğal yollar ile mücadele yöntemleri tüm yönleri ile aydınlatılmış olacaktır.

2.1. Bitki Ektsrelerinin Hazırlanması

Arazi çalışmalarında farklı lokalitelerden bez torbalar içerisinde getirilen bitki kısımları, toz ve kontaminasyonları uzaklaştırmak için önce musluk suyu ile daha sonra saf su ile yıkandı. Araziden getirilen bitki türlerinin farklı bitki türleri ile karışmaması için tek tek ayıklandı. Laboratuar ortamında serilen kurutma kâğıtları üzerine bırakılan bitki kısımlarına havada kurutma yöntemi uygulandı (Şekil 1). Bitkilerin alt kısımlarındaki kurutma kâğıtları gün aşırı değiştirildi. Nem ve küflenmeyi önlemek için bitkiler günlük alt üst edildi.

Şekil 1. Bitki ekstraktlarının hazırlanması

10 gün boyunca gölgede kurutulan bitkiler eldiven kullanılarak küçük parçalara ayrıldı. İlk önce 1mm'lik eleklerden geçirilen bitki kısımları daha sonra 0.5 mm'lik eleklerden geçirilerek tüm bitki parçalarının aynı büyüklükte olması sağlandı. Elde edilen bitki parçacıkları steril cam saklama kaplarına alınarak analizler için kuru ortamda oda sıcaklığında muhafaza edildi (Hisashi ve Ino 2005).

2.2.Denemenin Kurulması

Çalışma için Ziraat Fakültesi Bitki Koruma bölümünde bulunan iklim odası kullanıldı. Çalışmaya başlanmadan önce oda ve kullanılacak saksılar steril edildi. Odanın nemi su buharı, ışığı ise floresan lambalar aracılığı ile sağlandı. Nem kontrolü sensörler, ışık kontrolü ise zamanlayıcılar kullanılarak ayarlandı. Sıcaklık kontrolü ise klima sistemi ile düzenlendi. Gelişim ortam şartları; nem % 60, ışık ortalaması 10000 lux, gündüz sıcaklığı 27 ºC, gece sıcaklığı 18ºC olarak ayarlandı. Zamanlayıcılar ile 14 saat fotoperiyot sağlandı. İklim odasının sıcaklık, nem, ışık değerleri RAM DT-8820 Environtment Meter cihazı ile günlük olarak kontrol edildi. Bir hafta kontrol için boş çalıştırılan iklim odasında bu arada saksı toprakları ayarlandı. Steril edilen saksılar toprak; kum; gübre karışımından 2;2;1 oranındaki homojen karışım ile dolduruldu. Toprak ağırlıkları tartı ile tartılarak her saksıya 3200 gram toprak yerleştirildi. Bezelye ve arpa tohumlarından 10'ar adet, yabancı otlardan ise 50'şer adet tohum saksılara yerleştirildi. Saksıların alt kısımlarından su çıkışı gözleninceye kadar topraklar musluk suyu ile sulandı. Her saksı için yaklaşık 500 ml musluk suyu kullanıldı.

Çimlenmeleri için bir hafta beklenen fidelere hazırlanan bitki ekstraktları sulama suyu olarak bitkilerin dip kısımlarına döküldü. Ekstraklar günlük taze olarak hazırlandı, uygulama yapılmadan önce ekstraktların pH ve osmotik potansiyel değerleri ölçüldü. Günlük 100 ml ekstrakt uygulaması yapılan denemede kontrol grubu aynı oranda musluk suyu ile sulandı. Her uygulama bitkisi için kendi içinde kontrol gurupları oluşturulan deneme, iki tekerrürlü olarak tamamlandı. Uygulamaya 15 gün boyunca devam edildi. Uygulamanın ilk haftasında % 1,5'luk ikinci haftasında %3'lük ekstraktlar ile uygulama yapıldı. Çalışmanın her aşaması rapor edilerek bitkilerde meydana gelen morfolojik farklılıklar gözlendi. (Şekil 2). Deneme sonunda gelişimleri fotoğraflanan bitkilerin hasat anında kök ve gövde uzunlukları, osmotik potansiyelleri, taze ve kuru ağırlıkları ölçüldü. Daha sonra bitkilerin toprak altı ve toprak üstü kısımları ayrılarak sıvı azota maruz bırakıldı ve takiben havanda ezildi. Etiketleme yapılarak film kutuları içerisine yerleştirilen doku örnekleri analizlere kadar –80 ºC'de derin dondurucuda saklandı.

Şekil. 2. Denemenin Kurulması

2.3. Analizler

2.3.1. Klorofil tayini

Bitkilerin hasat edilme zamanında her gruptan alınan 100 mg yeşil yaprak örnekleri klorofil analizleri için kullanıldı. Bu örnekler % 80'lik aseton içerisinde iyice ezildi. Ezilen örnekler bir mezür yardımıyla filtre kağıdından süzülerek 100 ml'ye tamamlandı. Elde edilen pigment ekstraktlarının 645 ve 663 nm lerdeki absorbans değerleri spektrofotometrede (Jencons) okundu. Okunan bu absorbans değerleri aşağıdaki formüllerde yerine konarak klo.a, klo.b ve toplam klorofil değerleri bulundu (Lichtenthaller, 1987).

Toplam klorofil = 20,2 × A 645 + 8,02 × A 663

2.3.2. Prolin analiz metodu

Prolin analiz işlemleri, Bates ve ark. (1973) ile Gholuşm ve ark. (2002)'nın yöntemlerinde bazı değişiklikler yapılarak uygulandı. 100 mg taze yaprak, sıvı azot ile toz haline getirilerek, %40'lık 2 ml metanolle ekstrakte edildi. 1 ml ekstrakt, 1 ml glasiyel asetik asit (Merck) ve 6 M ortofosforik asid (Fluka) (3:2 V/V) karışımı ve 25 mg ninhidrin (Sigma) ile karıştırıldı. 1 saat 100 °C de inkübe edildi. Sonra tüpler soğutuldu ve 5 ml toluen (Merck) ilave edildi. İyice karıştırıldıktan sonra, en üstteki fazın absorbansı spektrofotometrik olarak 528 nm dalga boyunda okundu. Değişik konsantrasyonlarda L-prolin (Sigma) kullanılarak, standart regresyon eğrisi oluşturuldu. Bu regresyon eğrileri üzerinden, EasyPlot (Eplot) programı yardımıyla, spektrofotometrede absorbans değerleri belirlenen örneklerin miktar tayinleri yapıldı.

2.3.3. Serbest Şekerlerin Analizi

5 gram örnek sıvı azot eşliğinde, havan yardımıyla toz haline getirildi, üzerine 40 ml metanol ilave edilerek, son karışım magnetik karıştırıcı ile 20 dk homojenize edildi. 3000 rpm de 20 dk, uygun sıcaklıkta santrifüj yapıldıktan sonra, supernatantların hacmi metanolle 50 ml ye tamamlandı ve iyice karıştırıldı. Daha sonra metanol rotary evaparatörde uçuruldu. Arta kalan resudi su ile 5 ml ye tamamlandı. Bu ekstrakstlar Sep-Pak C18 kartuşlarından geçirildi. Filtratın 2.5 ml si, 7.5 ml asetonitrille karıştırıldı, 0.45 µm membran filtreden geçirildikten sonra HPLC (Waters)'ye enjekte edildi. Standart fruktoz, sukroz, maltoz ve glukoz çözeltileri kullanılarak HPLC kalibre edildi ve numune okumalarına geçildi. Serbest şekerlerin analizleri Torije ve ark. (1998) ile Karkacier ve ark. (2003)'nın metodlarına göre yapılmıştır.

2.3.4. Protein elektroforez

Protein ekstraktsiyonu Bradford (1976)' a göre yapılmıştır. Hazırlanan solüsyon (QB) metodu kullanılarak hazırlandı. Metot'ta 1 gr örnek alınarak üzerine 2 ml QB tamponu ilave edildi, partikül kalmayana kadar havan yardımı ile ezilen numuneler 15.000 rpm'de 5 dakika santrifüj edildikten sonra temiz bir ependorfa aktarıldı. 150 µl alınan numunelerin üzerine 100 µl sample buffer eklenerek sıcak su banyosunda 5 dakika kaynatıldı (Ni ve ark., 1996). Spot testi uygulanan numuneler uygun miktarlar belirlenerek elektroforeze yüklendi.

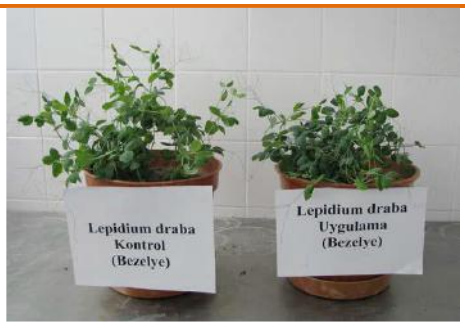
3. BULGULAR

3.1.Morfolojik Gözlemler

Amaranthus retroflexus bitkisineyapılan uygulamalarda, kontrole göre gövde boyu uzunluğu ve bitki yoğunluğunda azalmaların olduğu görüldü. En belirgin etkinin *Inula peacockiana* bitki ekstratı uygulamasında olduğu tespit edildi. (Şekil 3)

Şekil 3. Bitkilerin horoz ibiği (A. retroflexus) bitkilerindeki morfolojik değişimi

Inula peacockiana bitki ekstraktı uygulanan saksılarda Bezelye (*Pisum sativum* L.) bitkisinin gelişiminin olumsuz etkilendiği, ancak, diğer bitki ekstraktları ile yapılan uygulamalarda Pisum sativum fidelerinde bitki yoğunluğunun arttığı, ekstrakt uygulamaların Pisum sativum gelişimini teşvik edici özellikte olduğu belirlendi (Şekil 4)



Şekil 4. Bitkilerin Bezleye (P. sativum) bitkilerindeki morfolojik değişimi

3.2. Analiz Sonuçları

Yabancı ot olan horoz ibiği bitkisinde *L. draba* ve *A. repens* ekstrakt uygulamalarının klorofil değerlerinde artışa neden olduğu görüldü anacak bezelye bitkisinde anlamlı bri değişime neden olmadığı fark edildi.

Ekstrakt uygulaması sonucunda prolin değerleri incelendiğinde, *horoz ibiği* bitkisinde en yüksek prolin seviyesinin *Acroptilon repens* ekstrakt uygulamasında olduğu görüldü. T. kotscyanus uygulamaları dışındaki tüm uygulamalarda, bezelye bitkisinin prolin değerlerin kontrolden yüksek olduğu tespit edildi.

Tablo 1. Ekstresi uygulanan bitkilerin A.retroflexus (Horoz ibiği) bitkisi üzerine Etkileri

Çalışma bitkileri	Toplam klorofil	Prolin	Fruktoz	Glukoz	Sakaroz
Lepidium draba	22,37274 *	0,046±0,005 *	0,1138[a]	1,9986[a]	0,0836[a]
Acroptilon repens	18,62552 *	0,058±0,006*	0,231[ab]	1,5078[a]	0,0134[b]
Thymus kotschyanus	17,7106	0,032±0,02	0,0436[c]	1,7484[a]	0,1242[bc]
Inula peacockiana	18,41224	0,04±0,008	0,0284[c]	1,498[a]	0,221[c]
Kontrol	15,44324	0,032±0,002	0,0282[c]	1,6812[a]	0,183[bc]

P<0.05

Şeker sonuçlarında ise *I. peacockiana* uygulamasında artış tespit edildi. *A. repens* ve *L. draba* uygulamalarında sakkaroz miktarlarında kontrole göre azalmalar tespit edildi. A. retroflexus bitkisinde fruktoz miktarlarının *A. repens* ve *L. draba* uygulamaları ile aşırı şekilde artış gösterdiği tespit edildi. Glukoz seviyelerinde ise uygulamalar arasında belirgin fark gözlenmedi. *T. kotshyanus* ve *I. peacockiana* uygulamaları dışındaki diğer uygulamalarda sakkaroz miktarının kontrol grubuna göre azaldığı belirlendi

Tablo 2. Ekstresi uygulanan bitkilerin P.sativum (Bezelye) bitkisi üzerine Etkileri

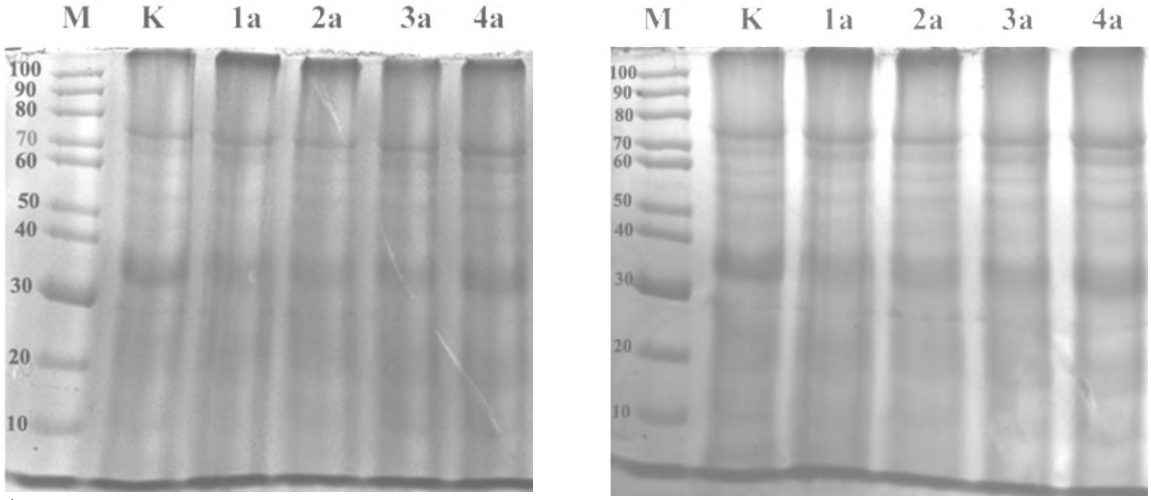
Çalışma bitkileri	Toplam klorofil	Prolin	Fruktoz	Glukoz	Sakaroz
Lepidium draba	25,24436	0,112±0,008*	0,0796[a]	0,867[a]	0,799[a]

Acroptilon repens	21,91594	0,120±0,014	0,0326[b]	1,013[b]	0,644[a]
Thymus kotschyanus	18,38196	0,072±0,06	0,0772[a]	0,8928[b]	1,0556[ac]
Inula peacockiana	25,12376	0,110±0,012	0,0798[a]	1,784[bd]	1,4098[ac]
Kontrol)	20,22454	0,075±0,009	0,0856[a]	1,0664[b]	1,4792[ac]

P<0.05

A.retroflexus bitkisine yapılan ekstrakt uygulamalarında, özelikle A. repens ve L. draba uygulamalarının 50-70 Kd arasındaki bantların yoğunluğunda artışa neden olduğu tespit edildi. L. draba ve A. repens uygulamalarının ise 36 Kd'luk yapısal proteinin miktarında artışın olduğu görüldü. Kontrol grubunda görülen 49 Kd'luk protein bandının uygulamalar ile birlikte miktarının oldukça azaldığı belirlendi (Şekil 5).

Kültür bitkilerinin uygulamasına bakıldığında, P. sativum bitkisine A. repens uygulamasında 50-70 Kd arasındaki yapısal protein olduğu düşünülen proteinlerde kantitatif artışın meydana geldiği görüldü. T. kotschyanus uygulamasında ise bu yapısal protein bandının yoğunluğunda azalmanın meydana geldiği tespit edildi. I. peacockiana uygulamasında 36 Kd'luk yapısal proteinin miktarında belirgin azalmanın olduğu gözlendi (Şekil 5).



a) b)

Şekil 5. Uygulama yapılan bitkilerdeki a; Amaranthus retrofelxus, b; Pisum sativum bitkilerindeki profil değişimleri, (M: Marker, 1a: *Thymus kotschyanus,* 2a: *Acroptilon repens* 3a: *Inula peacockiana,* 4a*: Lepidium draba)*

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışılan tüm bitkilerin allelopatik potansiyellerine genel olarak bakıldığında *Inula peacockiana* ve *Acroptilon repens* bitkilerinin allelopatik potansiyellerinin diğer bitkilere oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Dört farklı bitkinin allelopatik potansiyellerinin araştırıldığı çalışma sonucunda, elde edilen sonuçlara bakıldığında bitki ekstraktlarının teşvik edici durumlarının bitki büyüme düzenleyici maddeler olarak, baskılayıcı etki gösteren maddelerin ise doğal mücadele amaçlı kullanılabilmesi

mümkündür. Ancak tüm bu sonuçlar neticesinde allelokimyasalların hedef bitkiye, hedef dokuya ve nihayet hedef hücreye nasıl etki ettiği halen sır olarak kalmaktadır. Tüm bu olayların tam olarak aydınlatılabilmesi için farklı uzmanlık alanlarında ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Tarımın başlıca amacı ekolojik dengeleri bozmadan, birim alandan olabildiğince çok miktarda ve yüksek kalitede ürün elde etmektir. Bu amacı sınırlayan en önemli etmenlerden biri kuşku yok ki hastalık, zararlı ve yabancı otlardır. Dünyada tarımsal üretim yapılan alanlarda yaklaşık 7000 yabancı ot türü olduğu tahmin edilmekle birlikte bunların ancak 200–300 kadarı tarımsal üretimi olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir. Türkiye'de ise yaklaşık 1800 kadar yabancı ot türü bulunmaktadır (Üremiş 2006). Yabancı otlardan kaynaklanan ürün kaybının yaklaşık %32 olduğu ve bu kaybın tüm bitki koruma sorunlarından kaynaklanan zararın yaklaşık yarısına ulaştığı bildirilmektedir.

Ancak sentetik herbisitlerin sürekli olarak yüksek dozlarda kullanılması çevre kirliliğine neden olmakta, herbisitlere dirençli yabancı otların sayısının artması söz konusu olmakta, ekonomik zararlı olmayan türler zamanla baskın hale geçmekte, biyolojik zenginlik azalmakta, kültür bitkilerinde fitotoksiteler oluşabilmekte ve benzeri birçok olumsuzluk ortaya çıkmaktadır.

Doğayı belki de çevrecilerin eylemi değil de, biyolojik çeşitliliğin içinde bulundurduğu potansiyel kurtaracaktır. Hayat sistemimizin devamı için en uygun yol yeryüzünün kendi doğal çeşitliliğini korumaktır. Biyosferin, meydana gelen aksaklıkları kendi yöntemleri ile düzenleyerek daha sağlıklı bir yapıya sahip olması bunun en büyük kanıtıdır.

Bu çalışmayı FED-021 nolu proje ile destek veren Van Yüzüncü yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri başkanlığına teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Bates, L.S., Waldren, R.P., Teare, I.D. (1973), " Rapid determination of free prolin for water stress studies" Plant soil, 39: 205-207.
2. Belz, R.G., Hurle, K. (2004), "A novel laboratory screening bioassay for crop seedling allelopathy" Journal of Chemical Ecology., 30(1): 175-198.
3. Bradford, M.M. (1976), "A rapid sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilising the principle of protein-Dye Binding" Anal Biochem 72:248-254.
4. Gholuşm, C., Foursy, A., Fares, K. (2002), "Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars" Environmental and Experimental Botany, 47: 39-50.
5. Hisashi, K., Ino, T. (2005), "Concentration and release level off mamilactone B in the seedling of eight rice cultivars" Journal of Plant Physiology. 162: 965-869.
6. Inderjit., Duke, S.O. (2003), "Ecophysiological aspects of allelopathy" Planta 217: 529-539
7. Inderjit., Mukerji, K.G. (2006), "Allelochemicals: Biological Control of Plant Pathogens and Diseases" Springer, P.O. Box 17, 3300 AA Dordrecht, The Netherlands.
8. Inderjit., Weiner, J. (2001), "Plant allelochemicals interference or soil chemical ecology Perspectives in Plant Ecology" Evolution and Systematics,. 4(1): 3-12.
9. Karkacier, M., Erbas, M., Uslu, M.K., Aksu, M. (2003), "Comparison of Different Extraction and Detection Methods for Sugars Using Amino –Bonded Phase HPLC. Journal of Chromatographic Science" 41: 331-333.
10. Lichtenthaller, H.K.(1987), "Chlorophylls and Carotenoids, Pigments of Photosynthetic Biomembranes. Methods in Enzymology" 148:350-382.
11. Omen, G.S. (1995), "Assessing the Risk Assessment Paradigm" Toxicology, 102: 23-28.

12. Singh N,B, Thapar, R. (2003), "Allelopathic influence of Cannabis sativa on growth and metabolism of Parthenium hysterophorus" Allelopathy Journal, 12: 61-70.
13. Torije, E., Diez, C., Camara, M., Camacho, E., Mazairo, P. (1998), "Influence of freezing Process on Free Sugars Content of Papaya and Banana Fruits" J. Sci. Food Agric., 76: 315.
14. Üremiş, İ. (2006), "Türkiye'de Brassiceae Familyasından Bitkilerin Allelopatik Etkileri Üzerine Yapılan Çalışmalar, Alellopati Çalıştayı (Türkiye'de Allelopatinin Kullanımı: Dün, Bugün, Yarın)" Bildiri Kitabı Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü 13-15 Haziran 2006 –Yalova sf:24.

ÇÖL TUZLASI'NDAN (SİİRT-TÜRKİYE) TOPLANAN *POLYCARPON TETRAPHYLLUM* TÜRÜNÜN DPPH, TOPLAM FENOLİK MADDE MİKTARI VE ELEMENT ANALİZİ

DPPH, TOTAL PHENOLİC CONTENT AND ELEMENT ANALYSİS OF THE *POLYCARPON TETRAPHYLLUM* SPECİES COLLECTED FROM ÇÖL SALT AREA (SİİRT-TURKEY)

Doç. Dr. İbrahim TEĞİN

Siirt Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet FİDAN

Siirt Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü

ÖZET

Siirt il sınırları dâhilinde birçok tuzla alanı bulunmaktadır. Tuzla alanları extrem alanlar olduklarından dolayı her türlü bitkinin yayılış gösterebileceği alanlar değildir. Yoğun tuz stresine karşı tolerans sınırı geniş olan bitkiler bu alanlarda doğal olarak bulunabilirler. Siirt tuzcul alanlarda doğal yayılışı bulunan bitkilere yönelik yapılan çalışma sonucunda Çöl tuzlasından toplanan *Polycarpon tetraphyllum* (L.) L. türünün DPPH, toplam fenolik madde miktarı ve ICP-OES ile element analizi gerçekleştirilmiş ve analiz sonuçlarına göre % DPPH 80.89, toplam fenolik madde miktarı 92,33 $mg_{gallik}/mL_{ekstrakt}$ olarak hesaplanmıştır. ICP-OES analiz sonuçları ppm olarak; As(3,04), Be(1,52), Cd(1,39), Co(0,86), Cr(1,59), Cu(4,76), Fe(41,97), K(4832,33), Li(2,64), Mg(2155,78), Mn(9,71), Mo(1,59), Na(11770,20), Ni(1,98), Pb(3,77), Sb(3,83), Se(6,87), Sr(44,41), Ti(1,52), V(0,66), Zn(6,81) gibi 21 farklı element tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Tuzcul alan, Polycarpon tetraphyllum, ICP-OES, DPPH, Siirt*

ABSTRACT

There are many salt area in Siirt province. Since salt areas are extreme areas, they are not areas where all kinds of plants can spread. Plants with a high tolerance limit to intense salt stress can naturally be found in these areas. As a result of our study for plants with natural spread in Siirt salty areas, *Polycarpon tetraphyllum* species collected from Çöl saline were analyzed DPPH, total phenolic content and element analysis by ICP-OES. It was calculated % DPPH 80.89 and total phenolic content 92.33 mg_{gallik} / $mL_{extract}$. Analysis results of 21 different elements in ppm using ICP-OES were determined such as As (3,04), Be (1,52), Cd (1,39), Co (0,86), Cr (1,59), Cu (4,76), Fe (41,97), K (4832,33), Li

(2,64), Mg (2155,78), Mn (9,71), Mo (1,59), Na (11770,20), Ni (1,98), Pb (3.77), Sb (3.83), Se (6.87), Sr (44.41), Ti (1.52), V (0.66), Zn (6.81).

Keywords: *Saline area, Polycarpon tetraphyllum, ICP-OES, DPPH, Siirt*

1. GİRİŞ

Polycarpon L. cinsi Caryophyllaceae familyasında bulunan bir cins sıcak ve ılıman bölgelerinde yayılışı bulunan yaklaşık 16 türü bulunmaktadır (Fraga ve Rosselló 2011). Polycarpon ülkemizde *Polycarpon tetraphyllum* (L.) L. olarak tek türle temsil edilmektedir.

Bu çalışmada Siirt tuzcul alanlarda doğal yayılışı bulunan bitkilere yönelik yaptığımız çalışma sonucunda Çöl tuzlasından toplanan *Polycarpon tetraphyllum* (L.) L. (Şekil 2) türünün DPPH, toplam fenolik madde miktarı, fenolik bileşik analizi ve ICP-OES ile element analizi gerçekleştirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Çalışma materyalini Siirt ili tuzcul alanlarında doğal yayılışa sahip olan *Polycarpon tetraphyllum* türüne ait örnekler oluşturmaktadır. Siirt tuzcul alanlarından toplanan örnekler teşhis edildikten sonra laboratuvarda gölgelik alanda kurutuldu. Kurutulan örnekler blender ile öğütülerek toz haline getirildikten sonra cam kaplarda muhafaza edilmiştir.

4 gr toz haline getirilmiş bitki örneği 40 mL etanol içerisinde 24 saat boyunca oda sıcaklığında çalkalayıcıda çalkalandıktan sonra filtre kâğıdından süzüldü. Daha sonra çözgen evaporatör ile uzaklaştırıldı. Son konsantrasyon 20 mg/mL olacak şekilde stok çözeltiler hazırlanarak +4 ^{0}C'de çalışmalar gerçekleştirilene kadar muhafaza edilmiştir.

2.1. DPPH Serbest Radikal Giderme Aktivitesi

Hazırlanan her bir konsantrasyon için ayrı ayrı tüplere 1'er mL bitki ekstraktları konuldu. Üzerine 4 mL DPPH (0,001 M DPPH, saf metanolde çözünmüş) çözeltisi eklendikten sonra iyice karıştırıldı. Daha sonra 30 dakika inkübasyona bırakıldı. Spektrofotometrede 517 nm'de absorbansları ölçüldü. Kontrol için 4 mL DPPH üzerine 1 mL metanol konuldu.

DPPH aktivitesi (% inhibisyon) = $(A_K - A_1) / A_K \times 100$. ($A_K$: Kontrol Absorbansı, A_1: Numune Absorbansı) (Blois, 2002).

2.2. Toplam Fenolik Madde İçeriği

Fenolik madde içeriği için ekstraktların Folin-Ciocalteu (FCR) reaktifi ve Na_2CO_3 ile verdiği reaksiyonu sonucu elde edilen yeşil rengin elde edilmesi esasına dayanmaktadır. Tüplere 1'er mL numune konuldu. Üzerlerine 1'er mL FCR reaktifi ilave edildi. 3 dakika oda sıcaklığında inkübasyona bırakıldı. Daha sonra 1 mL doygun Na_2CO_3 (%7) ilave edildi. Bu aşamada köpürme ve yeşil renk oluşumu beklendi. Daha sonra 90 dakika oda sıcaklığında karanlıkta inkübasyona bırakıldı. Ardından 760 nm dalga boyunda absorbansı ölçüldü.

Kör; 1 ml çözücü+ 1 mL FCR +1 mL %7'lik Na2CO3; Standart ise Gallik asidin farklı konsantrasyonları ile (0,05-1 mg/mL) çözeltileri ile hazırlandı (Su ve ark., 2007).

2.3. ICP-OES Analizi

As, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, Ti, V, Zn analizleri gerçekleştirildi. Analiz işlemi Teğin ve ark. (2018)'na göre yapıldı.

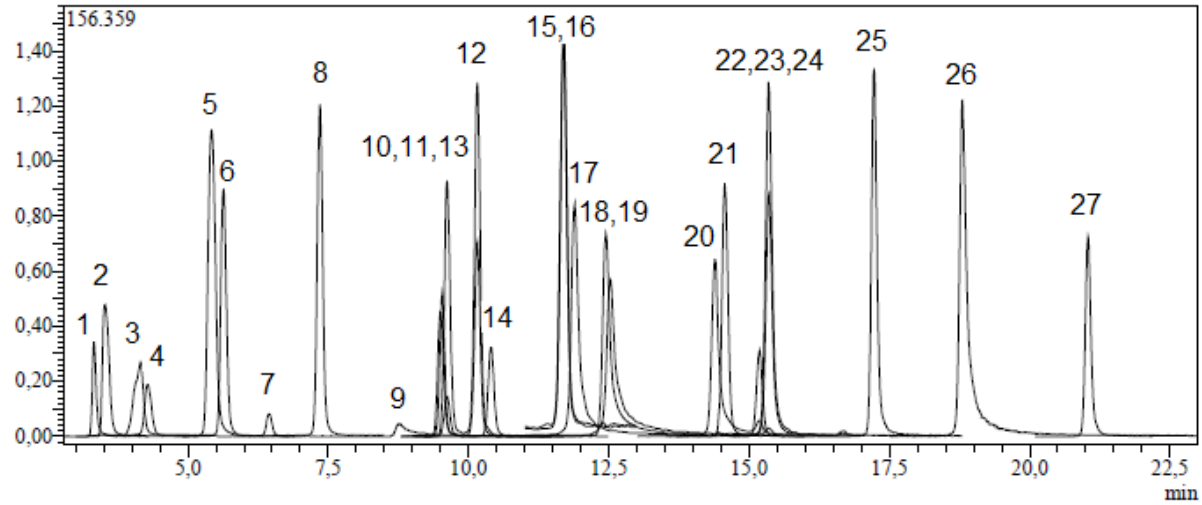
2.4. Fenolik Bileşik Profilinin Belirlenmesi (LC-MS/MS)

2.4.1. LC – MS / MS için bitki ekstraktının hazırlanması

Gölgede kurutulmuş ve toz haline getirilmiş bitki örnekleri (10,0 g), oda sıcaklığında 24 saat boyunca 300 mL metanol ile üç kez ekstrakte edildi. Evaporatör ile 30 °C'de çözücü uzaklaştırılarak kuru ekstrakt elde edildi (Verim:% 15,6). Kuru ekstrakt 1000 mg/L'ye seyreltildi ve LC-MS / MS analizinden önce 0,2 µm mikrofiber filtre ile süzüldü.

2.4.1. LC-MS/MS analizi

Örneklerin fenolik bileşik analizi Dicle Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde (DUPTAM) Shimadzu Neexera model UHPLC cihazı ve Shimadzu LCMS 8040 model üçlü dörtlü kütle spektrometresi ile tanımlandı. Kromatografik ayırma, bir C18 ters fazlı İnertsil ODS-4 kolonu (150 mm x 4.6 mm, 3 um) ile yapıldı (Ertaş ve ark., 2015) Elde edilen standart kromatogram, Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. 27 standart karışımın UHPLC-ESI-MS / MS kromatogramı (1: quinic acid, 2: malic acid, 3: tr-aconitic acid, 4: gallic acid, 5: chlorogenic acid, 6: protocatechuic acid, 7: tannic acid, 8: tr- caffeic acid, 9: vanillin, 10: p-coumaric acid, 11: rosmarinic acid, 12: rutin, 13: hesperetin, 14: hyperoside, 15: 4-OH benzoic acid, 16: salicylic acid, 17: myricetin, 18: fisetin, 19: coumarin, 20: quercetin, 21: naringenin, 22: hesperetin, 23: luteolin, 24: kaempferol, 25: apigenin, 26: rhamnetin, 27: chrysin).

3. BULGULAR VE SONUÇ

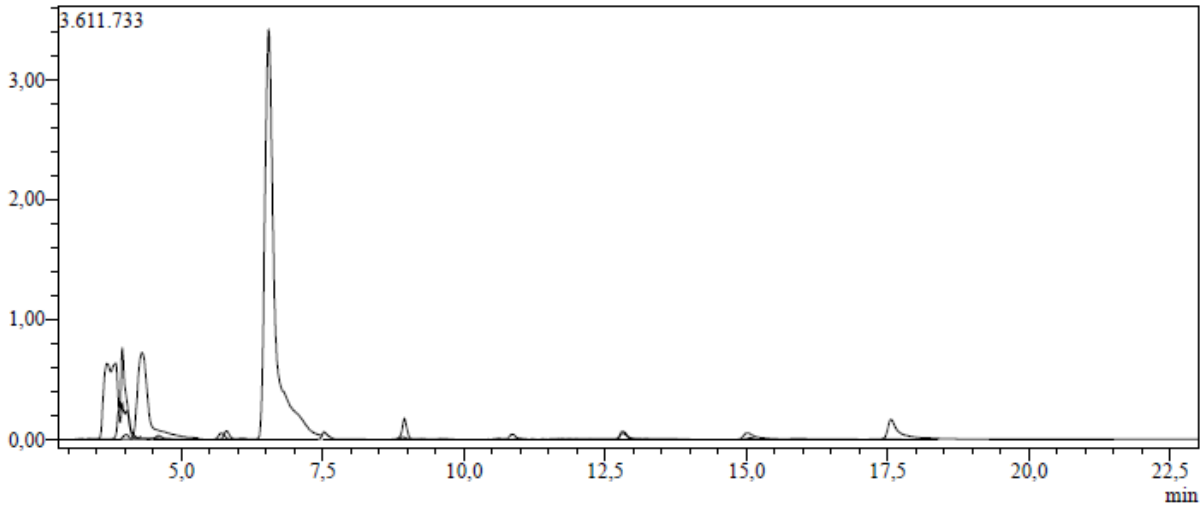
Yapılan çalışmanın materyali çöl tuzlasından toplanmıştır (Şekil 2).

Şekil 2. *Polycarpon tetraphyllum*'un doğal habitat görüntüleri

Yapılan analiz sonunda % DPPH 80,89, toplam fenolik madde miktarı 92,33 $mg_{Gallik}/mL_{ekstrakt}$ olarak hesaplanmıştır. ICP-OES analizi sonucunda 21 farklı element; As(3,04), Be(1,52), Cd(1,39), Co(0,86), Cr(1,59), Cu(4,76), Fe(41,97), K(4832,33), Li(2,64), Mg(2155,78), Mn(9,71), Mo(1,59),

Na(11770,20), Ni(1,98), Pb(3,77), Sb(3,83), Se(6,87), Sr(44,41), Ti(1,52), V(0,66), Zn(6,81) tespit edilmiştir.

Şekil 1'de verilen standartlar kullanılarak Ertaş ve ark., (2015) tarafından geliştirilen metot ile analiz yapılmış ve LC-MS/MS yapılan analizi sonucunda 21 farklı bileşik tespit edilmiştir. Bulunan sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir. Bunun yanında *Polycarpon tetraphyllum* türüne ait elde edilen UHPLC-ESI-MS/MS kromotogramı Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. *Polycarpon tetraphyllum*'un UHPLC-ESI-MS/MS kromotogramı

Tablo 1. *Polycarpon tetraphyllum* türüne ait LC-MS/MS analiz sonuçları

Fenolik Bileşik	**Değer**
Hesperidin	53,47±2,62
Quinic acid	35550,21±1706,41
Malic acid	17024,66±902,31
tr-Aconitic acid	198,49±9,73
Gallic acid	5264,59±268,49
Protocatechuic acid	342,91±17,49
Tannic acid	257152,20±13114,76
tr-caffeic acid	75,15±3,91
Vanillin	335,79±16,45
p-Coumaric acid	146,47±7,47
Rutin	76,93±3,85
Hyperoside	208,03±10,19
Fisetin	8,06±0,44
4-OH Benzoic acid	43,31±2,25
Salicylic acid	57,34±2,87
Quercetin	181,86±12,91
Kaempferol	9,41±0,49
Naringenin	15,93±0,88
Luteolin	6,23±0,43
Apigenin	5,32±0,28
Rhamnetin	1809,76±110,40

Analiz sonucunda elde edilen değerlere bakıldığında en yüksek ilk üç değer Tannic acid (257152,2±13114,76) Quinic acid (35550,21±1706,41), Malic acid (17024,66±902,31) ve en düşük üç değer Apigenin (5,32±0,28), Luteolin (6,23±0,43), Fisetin (8,06±0,44) olduğu görülmektedir.

Yapılan literatür çalışmaları sonucunda daha önce *Polycarpon tetraphyllum* türüne ait benzer bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Teşekkür

Bu çalışmanın bir kısım analizleri 2013-SİÜFED-F1 nolu proje ile destekleyen Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeler başbakanlığına teşekkür ederiz.

4. KAYNAKLAR

Blois, M.S. 2002. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical, Nature, (26): 1199-1200.

Ertaş A., Boga, M., Yılmaz, M.A., Yesil, Y., Tel, G., Temel, H., Hasimi, N., et al., A detailed study on the chemical and biological profiles of essential oil and methanol extract of Thymus nummularius (Anzer tea):Rosmarinic acid. Industrial Crops and Products, 67: 336-345, 2015.

Fraga P, Rosselló JA. 2011. Polycarpon dunense (Caryophyllaceae), a new psammophilous species from Minorca (Balearic islands). Fl. Montiberica 47: 29−35.

Su, L., Yin, J. J., Charles, D., Zhou, K., Moore, J., Yu, L. L., 2007. Total phenolic contents, chelating capacities, and radical-scavening properties of black peppercorn, nutmeg, rosehip, cinnamon and oregano leaf. Food Chemistry, (100): 990-997.

Teğin, 1., Yüksel, U., Fidan, M. 2018. Evaluation of Analysis Results and Element Analysis of Salted Field Plant Spergularia rubra (L) J. Presl & C. Presl Using Chemometric Techniques. Cumhuriyet Sci. J., Vol.39-4: 1007-1014.

SALVİA PACHYSTACHYS'İN ICP-MS İLE MİNERAL MADDE ANALİZİ

MINERAL MATTER ANALYSIS OF *SALVİA PACHYSTACHYS* BY ICP-MS

Doç. Dr. İbrahim TEĞİN
Siirt Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet FİDAN
Siirt Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü

ÖZET

Salvia pachystachys Trautv. (Yedi şalba) 2017 yılında Gevaş (Van) Artos dağının alpin kısımlarından (2712 m) toplanmıştır. Lamiaceae familyasının en büyük cinsi olan Salvia'ın Türkiye'de 114 taksonu bulunmaktadır. Bu taksonlardan 58 tanesi endemiktir. Salvianın bir çok türü adaçayı olarak halk arasında kullanılmaktadır. Özellikle kış aylarının vazgeçilmezi olarak bilinen adaçaylarının kimyasal içerik analizlerinin yapılması son derece önem arz etmektedir. Kimyasal içerik analiz basamaklarından biri olan element analizi ile bitkilerin sağlık açısından önemleri hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir.

Bu çalışmamızda doğal yaşam alanından toplanan *Salvia pachystachys* türünün ICP-MS ile mineral madde analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda Li (2,64±0,59 ppm), B (33,11±7,45 ppm), Na (80,16±20,35 ppm), Mg (4821,36±1,16 ppm), Al (1173,72±0,23 ppm), P (929,11±0,05 ppm), K (14944,01±1,11 ppm), Ca (9962,40±2,35 ppm), Cr (4,68±0,95 ppm), Mn (57,51±12,63 ppm), Fe (1838,41±0,36 ppm), Co (1,30±0,19 ppm), Ni (6,53±0,89 ppm), Cu (6,05±0,72 ppm), Zn (25,92±4,52 ppm), Ga (2,95±0,5 pm), As (1,08±0,19 ppm), Se (84,19±21,52 ppm), Sr (57,87±13,38 ppm), Mo (3,69±0,7 ppm), Ag (0,40±0,09 ppm), Cd (1,32±0,21 ppm), In (76,94±0,02 ppb), Sn (88,00±0,00 ppb), Sb (199,05±0,06 ppb), Ba (42,36±7,36 ppm), La (1,31±0,26 ppm), Ce (2,72±0,77 ppm), Pt (11,74±0,00 ppb), Tl (14,88±0,01 ppb), Pb (1,41±0,57 ppm), Bi (13,00±0,01 ppb) şeklinde 32 farklı element tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Salvia pachystachys, ICP-MS, metal analizi*

ABSTRACT

Salvia pachystachys Trautv. (Turkish name: Yedi şalba) was collected in 2017 from the alpine parts (2712 m) of Artos Mountain (Gevaş/Van). Salvia is the largest genus of the Lamiaceae There are 114

taxa in Turkey. 58 of these taxa are endemic. Many species of Salvia are used among the people as sage. Chemical content analysis of island teas, which are known as indispensable in winter months, is extremely important. Elementary analysis, which is one of the chemical content analysis steps, provides information about the importance of plants in terms of health. In this study, mineral substance analysis of *Salvia pachystachys* species collected from natural habitat was performed by ICP-MS. At the end of the analysis Li (2.64±0.59 ppm), B (33.11±7.45 ppm), Na (80.16±20.35 ppm), Mg (4821.36±1.16 ppm), Al (1173.72±0.23 ppm), P (929.11±0.05 ppm), K (14944.01±1.11 ppm), Ca (9962.40±2.35 ppm), Cr (4.68±0.95 ppm), Mn (57.51±12.63 ppm), Fe (1838.41±0.36 ppm), Co (1,30±0.19 ppm), Ni (6.53±0.89 ppm), Cu (6.05±0.72 ppm), Zn (25.92±4.52 ppm), Ga (2.95±0.5 pm), As (1.08±0.19 ppm), Se (84.19±21.52 ppm), Sr (57.87±13.38 ppm), Mo (3.69±0.7 ppm), Ag (0.40±0.09 ppm), Cd (1.32±0.21 ppm), In (76.94±0.02 ppb), Sn (88.00±0.00 ppb), Sb (199.05±0.06 ppb), Ba (42.36±7.36 ppm), La (1.31±0.26 ppm), Ce (2.72±0.77 ppm), Pt (11.74±0.00 ppb), Tl (14.88±0.01 ppb), Pb (1.41±0.57 ppm), Bi (13.00±0.01 ppb) in the form of 32 different element has been identified.

Keywords: *Salvia pachystachys, ICP-MS, metal analysis*

1. GİRİŞ

Salvia (Lamiaceae) cinsi 900'den fazla türden oluşur ve dünyanın tropikal ve ılıman bölgelerinde yaygın olarak dağılmıştır. Türkiye'de 58 taksonu endemik olmak üzere toplam 114 takson bulunmaktadır (Anonim 2019). Salvia cinsinin birçok taksonu doğal ürün olarak farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Doğal ürünler, doğal biyouyumlulukları ve biyobozunurlukları nedeniyle genellikle sentetik bileşiklerden daha güvenli olarak kabul edilirler (Pahlaviani ve ark. 2013). Esansiyel yağlar ve uçucu fitokimyasallar, antikanser, antiparaziter, böcek öldürücü, antioksidan, antibakteriyel ve antifungal aktiviteler gibi çeşitli biyolojik özelliklere sahip doğal ürünlerdir (Tserennadmid ve ark. 2010). Esansiyel yağların geniş aktivitesi, antibiyotik tedavisi ile kombinasyon halinde etki sinerjileri ile birlikte, insan mikrobiyal hastalıklarının tedavisinde kullanılmak üzere ilginç seçenekler sunar (Lysakowska ve ark., 2011). Son dönemlerde bitkilerin kimyasal kompozisyonları yanında içerdikleri besin elementlerine yönelik çalışmalarda yoğunluk kazanmış durumdadır. Bitkilerde element analizi, bitkiler için mutlak gerekli besin elementlerinin miktarları hakkında bilgi sahibi olmak ve içerdikleri diğer elementlerin oranlarının bilinmesi açısından önemlidir.

Bu çalışmada Van (Artos dağı- Gevaş) ilinden toplanan *Salvia pachystachys* türünün ICP-MS ile element analizi gerçekleştirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Çalışma materyalini *S. pachystacjys* örnekleri oluşturmaktadır. Bitki örnekleri 2017 yılında Van İli Gevaş ilçesi Artos dağından Dr. Öğr. Üyesi Mehmet FİDAN tarafından toplandı. Toplanan örnekler teşhis edildikten sonra laboratuvarda gölgelik alanda kurutuldu. Kurutulan örnekler blender ile öğütülerek toz haline getirildikten sonra cam kaplarda muhafaza edilmiştir.

4 gr toz haline getirilmiş bitki örneği 40 mL etanol içerisinde 24 saat boyunca oda sıcaklığında çalkalayıcıda çalkalandıktan sonra filtre kâğıdından süzüldü. Daha sonra çözücü evaporatör ile uzaklaştırıldı. Son konsantrasyon 20 mg/mL olacak şekilde stok çözeltiler hazırlanarak +4 ^{0}C'de çalışmalar gerçekleştirilene kadar muhafaza edilmiştir.

Berghof Speedwave MWS-2 User Manuel V. 5.1' e göre nem içermeyen toz numunelerden 2 tekrarlı 0,5 g numune tartılarak mikro dalga kaplarına bırakıldı. Ardından teflon kaplarda bulunan örneklerin üzerine 6 ml Nitrik asit (% 65) ve 2 ml hidrojen peroksit (% 30) ilave edildi. NO_2 dumanları uzaklaştıktan sonra kapaklar kapatıldı. Mikro dalga ortamında 175 ^{0}C'de 10+15 dakika bozundurma işlemine tabi tutuldu. Soğuma işleminden sonra numune hacimli kaplara alınarak son hacim 25 ml ye tamamlanarak analiz işlemi Thermo ICAP Q marka ICP-MS ile gerçekleştirilmiştir.

3. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmamızda *Salvia pachystachys* türünün ICP-MS ile mineral madde analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda Li (2,64±0,59 ppm), B (33,11±7,45 ppm), Na (80,16±20,35 ppm), Mg (4821,36±1,16 ppm), Al (1173,72±0,23 ppm), P (929,11±0,05 ppm), K (14944,01±1,11 ppm), Ca (9962,40±2,35 ppm), Cr (4,68±0,95 ppm), Mn (57,51±12,63 ppm), Fe (1838,41±0,36 ppm), Co (1,30±0,19 ppm), Ni (6,53±0,89 ppm), Cu (6,05±0,72 ppm), Zn (25,92±4,52 ppm), Ga (2,95±0,5 pm), As (1,08±0,19 ppm), Se (84,19±21,52 ppm), Sr (57,87±13,38 ppm), Mo (3,69±0,7 ppm), Ag (0,40±0,09 ppm), Cd (1,32±0,21 ppm), In (76,94±0,02 ppb), Sn (88,00±0,00 ppb), Sb (199,05±0,06 ppb), Ba (42,36±7,36 ppm), La (1,31±0,26 ppm), Ce (2,72±0,77 ppm), Pt (11,74±0,00 ppb), Tl (14,88±0,01 ppb), Pb (1,41±0,57 ppm), Bi (13,00±0,01 ppb) şeklinde 32 farklı element tespit edilmiştir.

Analiz sonunda en yüksek değer olarak K (14944,01±1,11 ppm) ve en düşük değer olarak Pt (11,74±0,00 ppb) olduğu görünmektedir. Bununla beraber makro besin elementlerin oranlarının

yüksek olması ve ağır metal konsantrasyonun düşük olması bitkiye önemli bir özellik katmaktadır. Yapılacak daha detaylı çalışmalar ile canlıların sağlığına olan etkisinin araştırılması önerilmektedir.

Fidan ve ark., (2018) yaptıkları "Determination of Antioxidant Properties of Salvia kurdica Boiss. & Hohen. ex Benth. and Salvia pachystachys Trautv.'' isimli çalışmada su ve etanol ekstraklarında DPPH, toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde ve FRAP analizleri gerçekleştirmişlerdir.

4. KAYNAKLAR

Anonim 2019. https://bizimbitkiler.org.tr/yeni/demos/technical/ (Erişim tarihi:26.11.2019)

Fidan, M., Erez M. E., Pinar, S. M., İnal, B. 2018. Determination of Antioxidant Properties of Salvia kurdica Boiss. & Hohen. ex Benth. and Salvia pachystachys Trautv. International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences (EurasianBioChem 2018).

Lysakowska, M.; Denys, A.; Sienkiewicz, M. The activity of thyme essential oil against Acinetobacter spp. Cent. Eur. J. Biol., 2011, 6, 405-413.

Pahlaviani, M.R.; Khoshkholgh, M.; Issazadeh, K.; Massiha, A.; Giahi, M. Chemical composition and antimicrobial activity of various extracts of Ocimum gratissimum L. from Guilan, Iran. Adv. Stud. Biol., 2013, 5, 51-60.

Tserennadmid, R.; Takó, M.; Galgóczy, L.; Papp, T.; Vágvölgyi, C.; GerL.; Krisch, J. Antibacterial effect of essential oils and interaction with food components. Cent. Eur. J. Biol., 2010, 5, 641- 648.

SCHIFF BASE CONTAINING THIOPHENE/PIRIDINE AND ITS RU(II), PD(II) COMPLEXES: THE SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND ANTIOXIDANT STUDIES

TİYOFEN/PİRİDİN İÇEREN SCHIFF BAZI VE ONUN RU(II), PD(II) KOMPLEKSLERİ: SENTEZ, KARAKTERİZASYON, ANTİOKSİDAN ÇALIŞMALAR

Associate Prof. Dr. Nevin TURAN
Muş Alparslan University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry
Prof. Dr. Ercan BURSAL
Muş Alparslan University, Faculty of Health, Department of Nursing
Prof. Dr. Naki ÇOLAK
Hitit University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry

ABSTRACT

Two new Ru(II) and Pd(II) coordination compounds were synthesized and their structures determined by the FT-IR, ^{1}H NMR, UV-Vis. spectroscopy, elemental analysis and mass spectrometer. All results confirmed that complex had 1:1 metal-to-ligand stoichiometry. Spectroscopic data were showed that the Schiff base coordinated to metal ions through the phenolic oxygen and the azomethine nitrogen. Furthermore, the antioxidant activities of the Ru(II) and Pd(II) complexes were investigated by using DPPH radical scavenging assay and it was found that all the complexes have good radical scavenging properties. The Ru(II) complex had the best antioxidant properties of all the tested compounds including standard antioxidants (BHA, BHT, ascorbic acid, and tocopherol).

Keywords: Antioxidant activity, DPPH,Schiff base, Ru(II) and Pd(II) complexes, Spectroscopy

ÖZET

İki yeni Ru(II) ve Pd(II) koordinasyon bileşiği sentezlendi ve yapıları FT-IR, ^{1}H NMR, UV–Vis. spektroskopisi, element analiz ve kütle spektrometresi ile belirlendi. Tüm sonuçlar, kompleks bileşiklerin 1:1 metal-ligand stokiyometrisine sahip olduğunu doğruladı. Spektroskopik veriler, Schiff bazının fenolik oksijen ve azometin azotuyla metal iyonlarına koordine olduğunu gösterdi. Ayrıca, bileşiklerin antioksidan aktiviteleri DPPH radikal giderici tekniği kullanılarak incelendi ve iki kompleksin de iyi radikal giderici özelliklere sahip oldukları bulundu. Rutenyum kompleksinin standart antioksidan bileşikler de (BHA, BHT, askorbik asit ve tokoferol) dahil olmak üzere test edilen tüm bileşikler içerisinde en yüksek antioksidan özellik sergilediği tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan aktivite, DPPH, Schiff bazı, Ru(II) ve Pd(II) kompleksleri, Spektroskopi

INTRODUCTION

Schiff bases represent one of the most widely utilized classes of ligands in metal coordination chemistry. Schiff base ligands with a variety of donor atoms including nitrogen, oxygen and sulfur can be coordinated with transition metal atoms. Depending on the type and oxidation state of the central metal atom and the ligand structure, they can be bidentate, tridentate, tetradentate or polydentate [1,2]. Schiff base metal complexes have aroused considerable attention due to their wide biological activity,

which can include antibacterial, antioxidant, anti-inflammatory, antidiabetic and antitumor properties [3-8]

Ruthenium complexes are presently the objective of a great deal of attention in the field of medicinal chemistry, as potential antitumor agents with selective antimetastatic properties and low systemic toxicity [9]. The chemistry of palladium complexes with multidentate Schiff base ligands has attracted huge attention because such complexes play an important role in bioinorganic chemistry and redox enzyme systems, and may provide the basis of models for active sites of biological systems or act as catalyst [10].

Based on the above facts, we were synthesized arene ruthenium(II) half-sandwich and palladium(II) Schiff base complexes containing (E)-6-tert-butyl 3-ethyl 2-(2-hydroxy-3-methoxybenzylideneamino)-4,5-dihydrothieno[2,3-*c*]pyridine-3,6(*7H*)-dicarboxylate as ligand. The antioxidant activities of new synthesized Ru(II) and Pd(II) complexes were evaluated by DPPH assay method and it was observed that Ru(II) complex had very effective free radical scavenging activity.

EXPERIMENTAL

Material and Physical Measurements

Elemental analysis of C, H, N and S were determinated on a Perkin-Elmer Model 240C analyzer. FT-IR spectra were recorded in the region 4000-400 cm^{-1} using KBr disc, on a Perkin Elmer 65 spectrometer. UV-Vis spectra were recorded on Shimadzu UV-Vis 1800 spectrophotometer. Mass spectra of the complexes weremeasured on an Agilent 1100 MSD spectrophotometer. The NMR (^{1}H and ^{13}C) spectra were determined with a Brucker 300 MHz and 75 MHz. All chemicals and solvents Sigma Aldrich products and used as received.

Synthesis of Ru(II) and Pd(II) Complexes

The Pd(II) complex was prepared through the reaction of (E)-6-tert-butyl 3-ethyl 2-(2-hydroxy-3-methoxybenzylideneamino)-4,5-dihydrothieno[2,3-*c*]pyridine-3,6(*7H*)-dicarboxylate (0.5 g; 1.2 mmol) and $[PdCl_2(CH_3CN)_2]$ (0.31 g; 1.2 mmol) in 20 mL of methanol. The mixture was stired at boiling temperature for one day, and the solvent was completely evaporated in vacuum. The product was crystallized from a DCM/Et_2O mixture. The same procedure was used in the synthesis of arene Ru(II) half-sandwich complex.The proposed structure for the arene Ru(II) half-sandwich and Pd(II) complexes was given in Figure 1.

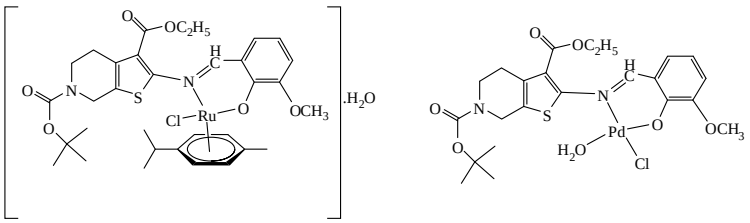


Figure 1. Structure of complex compounds

DPPH Radical Scavenging Assay

The DPPH free radical scavenging effects of complexes were determined according to a previous study [11]. DPPH free radical molecules show maximum absorbance at 517 nm. Thus, antioxidant molecules can reduce absorbance. For this aim, 0.5 mL of DPPH radical solution (0.1 mM) in ethanol was transferred to the different concentrations (10-30 µg/mL) of sample solutions (1.5 mL) which were

prepared in ethanol and incubated in dark for 30 min. Finally, the absorbance of samples were recorded at 517 nm. Analyses were achieved in triplicate.

RESULTS AND DISCUSSIONS

The UV-Visible spectra of arene Ru(II) half-sandwich and Pd(II) complexes in ethanol showed five bands in the region 203-501 nm. The bands appearing in the region 203-287 nm have been assigned to intraligand transitions. A less intense band in the region 303-390 nm corresponds to metal-to-ligand charge transfer transition (MLCT). The UV–Visible spectra of arene Ru(II) half-sandwich and Pd(II) complexes also showed d-d transition in the region 414-501 nm. The results are in accordance with the electronic spectra of other similar arene Ru(II) half-sandwich and Pd(II) complexes.

The IR spectra of arene Ru(II) half-sandwich and Pd(II) complexes of the Schiff base are compared with that of the Schiff base ligand in order to determine the coordination sites. The spectra of ligand showed a strong band at 1595 cm^{-1} due to ν(CH=N). As a result of coordination, this band has been shifted to a lower wave number (1604 and 1600 cm^{-1}) in the complexes, indicating participation of the azomethine nitrogen in coordination [7]. The band in the region 1304-1316 cm^{-1}, which is assigned to phenolic oxygen in the free ligand is shifted to a higher wave number (1310-1334 cm^{-1}) in complexes, suggesting the coordination through phenolic oxygen to Ru(II) and Pd(II) ions. Additional weak bands were observed in the infrared spectra of arene Ru(II) half-sandwich and Pd(II) complexes in the range of 575-529 and 460-455 cm^{-1} and were assigned to M–O and M–N stretching vibration, respectively.

The disappearance of signal due to phenolic hydrogen atom in the ^{1}H NMR spectra of arene Ru(II) half-sandwich and Pd(II) complexes indicates the deprotonation of this group and the Schiff base are coordinated to metal ion. The singlet at 8.51 ppm was due to azomethine proton in the spectrum of ligand which was shifted to downfield at 8.79 and 878 ppm due to coordination to the central metal atom in arene Ru(II) half-sandwich and Pd(II) complexes, respectively. The ^{13}C-NMR spectra resonance of azomethine (-CH=N-) carbon atom of Ru(II) and Pd(II) complexes observed at 161.60 and 160.61 ppm, respectively. This signal indicated coordination of azomethine nitrogen Ru and Pd atoms.

Antioxidant Activity

DPPH assay the most common spectrophotometric method for radical scavenging determination. An antioxidant substance can donate hydrogen atoms and scavenge DPPH free radicals. The electron or hydrogen atom donation capacity of samples can be determined easily by DPPH method [12,13]. The decreasing absorbance at 517 nm indicate scavenging DPPH radicals by existence antioxidant substances. The effective antioxidant character of arene Ru(II) half-sandwich complex can be clearly seen in Figure 2.

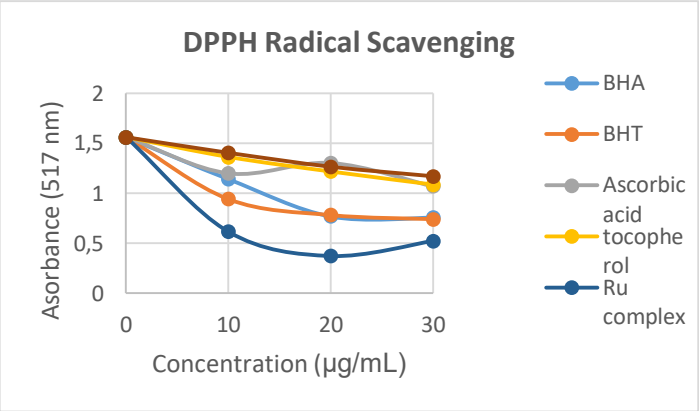


Figure 2. DPPH radical scavenging graph for evaluation of antioxidant activities of Ru and Pd complexes

The IC_{50} values indicate antioxidant potential of a substance to scavenge 50% of DPPH free radicals. Furthermore, the arene Ru(II) half-sandwich complex scavenged 67.7% of DPPH free radicals at 30 µg/mL, which means to have higher free radical scavenging ability than standard compounds.The percentages of DPPH free radical scavenging and IC_{50} values of the complexes and standards were given in Table 1.

Table 1. Radical scavenging percentages (%) and IC_{50} values (determination of concentrations to scavenge 50% of radicals, µM) ofcomplexes and standard compounds

Standards and Complexes	DPPH• scavenging IC_{50}*	% Radical scavenging
BHA	22.5±5.8	43.0±14.0
BHT	20.4±8.0	47.4±6.8
α-Tocopherol	43.6±20.0	21.6±8.8
Ascorbic acid	44.8±5.0	23.6±7.5
Ru complex	14.7±7.3	67.7±7.9
Pd complex	54.3±5.2	18.0±7.5

CONCLUSION

The Ru(II) and Pd(II) transition metal complexes were synthesized and characterized by a variety of spectroscopic techniques. The *in vitro* antioxidant activities of complexes have been studied against the DPPH free radical. In conclusion, the arene Ru(II) half-sandwich complex exhibited significant antioxidant properties, making them of probable interest to drug research.

References

1. Y.P. Tian, C.Y. Duan, C.Y. Zhao, X.Z. You, T.C.W. Mak, Z. Zhang, *Inorgorganic Chemistry* 36 (1997) 1247-1252.
2. I. Sakıyan, E. Logoglu, S. Arslan, N. Sari, N. Sakiyan, *Biometals* 17 (2004) 115-120.
3. A. Shanmugapriya, G. Kalaiarasi, P. Kalaivani, F. Dallemer, R. Prabhakaran, *Inorganica Chimica Acta* 449 (2016) 107-118.
4. V. Gupta, S. Singh, Y.K. Gupta, *Research Journal of Chemical Sciences* 3 (2013) 26-29.
5. T. Singha Mahapatra, S. Chaudhury, S. Dasgupta, V. Bertolasi, D. Ray, *New Journal of Chemistry* 40 (2016) 2268-2279.

6. A.A. Emmanuel-Giota, K.C. Fylaktakidou, D.J. Hdajipavlou-Litana, K.E. Litinas, D.N. Nicolaides, *Journal of Heterocyclic Chemistry* 38 (2001) 717-722.
7. N. Turan, K Buldurun, *European Journal of Chemistry* 9 (2018) 22-29.
8. J. Vanco, J. Marek, Z. Travnicek, E. Racanska, J. Muselik, O. Svajlenova, *Journal of Inorganic Biochemistry* 102 (2008) 595-605.
9. L. Trynda-Lemiesz, *Acta Biochimica Polonica* 52(1) (2004) 199-205.
10. M. Amirnasr, K.J. Schenk, S. Meghdadi, M. Morshedi, *Polyhedron* 25 (2006) 671-677.
11. A. Aras, E. Bursal, Y. Alan, F. Turkan, H. Alkan, O. Kilic, *Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering* 37 (2018) 209-219.
12. İ. Gulçin, P. Taslimi, A. Aygün, N. Sadeghian, E. Bastem, O.I. Kufrevioglu, F. Turkan, F. Şen, *International Journal of Biological Macromolecules* 119 (2018) 741-746.
13. G. Güzel, R. Boğa, E. Bursal, *Muş Alparslan University Journal of Science* 1(1) (2013)17-25.

THE SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF FE(II) AND ZN(II) COMPLEXES WITH A SCHIFF BASE DERIVED FROM SALICYLALDEHYDE

SALİSİLALDEHİTTEN ELDE EDİLEN SCHIFF BAZI İLE FE(II) VE ZN(II) KOMPLEKSLERİNİN SENTEZİ, KARAKTERİZASYONU, ANTİOKSİDAN AKTİVİTELERİ

Doç. Dr. Nevin TURAN
Muş Alparslan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü
Prof. Dr. Ercan BURSAL
Muş Alparslan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü

ABSTRACT

The aim of this study is to synthesize and characterize the original Schiff base and its Fe(II), Zn(II) metal complexes and to investigate their antioxidant properties. For this purpose, after synthesis of methyl 6-acetamino-2-amino-4,5,6,7-tetrahydrobenzo[*b*]thiophene-3-carboxylate, the starting material, new Schiff base ligand were synthesized with salicylaldehyde. The metal complexes of the obtained Schiff base ligand were prepared with $FeCl_2{\cdot}4H_2O$ and $ZnCl_2$ metal salts. The structures of the synthesized ligand and complexes were characterized using elemental analysis, ^{1}H-NMR, ^{13}C-NMR, FT-IR, LC-MS, UV-vis., magnetic susceptibility methods. Antioxidant properties of ligand and metal complexes were also investigated. It was determined that Fe(II) and Zn(II) complexes had octahedral structure. It was also determined that Fe(II) and Zn(II) complex compounds generally showed more effective antioxidant activity than ligand but they demonstrated lower than standard antioxidants.

Key words: Antioxidant activity,Metal complexes, Schiff base, Characterization.

ÖZET

Bu çalışmadaki amacımız özgün Schiff bazı ligandı ve onun Fe(II), Zn(II) metal komplekslerini sentezleyip karakterize etmek ve antioksidan özelliklerini incelemektir. Bu amaçla, metil 6-asetamino-2-amino-4,5,6,7-tetrahidrobenzo[*b*]tiyofen-3-karboksilat başlangıç maddesinin sentezi yapıldıktan sonra salisilaldehit ile yeni Schiff bazı ligandı sentezlendi. Elde edilen Schiff bazı ligandının metal kompleksleri $FeCl_2{\cdot}4H_2O$ ve $ZnCl_2$ metal tuzları ile hazırlandı. Sentezlenen ligand ve komplekslerin yapıları elementel analiz, ^{1}H-NMR, ^{13}C-NMR, FT-IR, LC-MS, UV-vis., magnetik süsseptibilite, termal analiz yöntemleri kullanılarak aydınlatıldı. Ayrıca, ligand ve metal komplekslerinin antioksidan özellikleri incelendi. Elde edilen Fe(II) ve Zn(II) komplekslerin oktahedral yapıya sahip olduğu görüldü. Fe(II) ve Zn(II) kompleks bileşiklerin liganda nazaran daha etkili antioksidan aktivite gösterdiği ancak standartlara göre daha düşük etki gösterdiği tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan aktivite, Metal kompleksler, Schiff bazı, Karakterizasyon.

INTRODUCTION

Schiff bases play an important role in coordination chemistry because they form stable compounds with transition metal ions. The field of use of Schiff bases and metal complexes is quite extensive [1]. Various derivatives of Schiff bases containing thiophene and their metal complexes are of great interest in chemistry, biology and pharmacology because of their biological functions such as antitumor, antineoplastic, antiviral, antibacterial, antimalarial. Thiophene moiety is found to be very potent in various biological activities [2-4]. Various 4-arylthiophene-2-carbaldehydes showed moderate to excellent ability against antibacterial, anti-urease, hemolytic, and antioxidant activities [5]. Furthermore, studies on the structure activity relationship of these compounds have been the subjects of many studies.
In the present study, the new Schiff base ligand ((*E*)-methyl 6-acetamido-2-(2-hydroxybenzilideneamino)-4,5,6,7-tetrahydrobenzo[b]thiophene-3-carboxylate) was synthesized due to imines and thiophene compounds have chemical and biological properties, also Schiff base were be coordinated to Fe(II) and Zn(II). Furthermore, antioxidant activity of all the synthesized compounds were investigated and compared with that of Schiff base ligand. The except our work, no report has been found about investigation of its biological application.

EXPERIMENTAL

Synthesis of ligand and its Fe(II), Zn(II) complexes

The methyl 6-acetamino-2-amino-4,5,6,7-tetrahydrobenzo[*b*]thiophene-3-carboxylate (0.8 g, 3 mmol) dissolved in ethanol (20 mL) was added to a stirred solution of salicylaldehyde (0.3 g, 3 mmol) in an equimolar ratio followed by 2-3 drops of acetic acid. The reaction mixture was stirred for 2 h with continuous monitoring through TLC. The solid crystallized product was obtained which was filtered, washed with ethanol and dried.

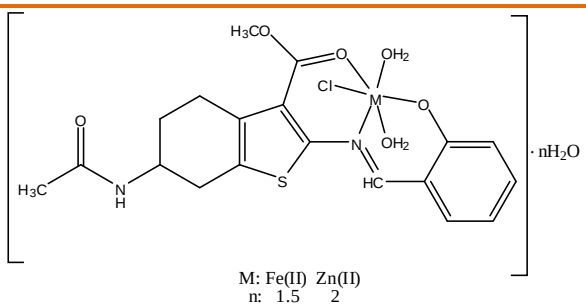
The Fe(II) and Zn(II) complexes were prepared according to the standard procedure in which ethanol solution (15 mL) of the respective metal(II) salt (3 mmol) was added respectively into a refluxed ethanol solution (30 mL) of the Schiff base ligand (3 mmol). The mixture was refluxed for 6 h, during which a precipitated product was formed. It was then cooled to room temperature, filtered, washed with hot ethanol and finally with diethyl ether. The precipitated product thus obtained was dried.

DPPH radical scavenging assay

The DPPH free radical scavenging effects of complexes were determined according to a previous study [6]. DPPH free radical molecules show maximum absorbance at 517 nm. Thus, antioxidant molecules can reduce absorbance. For this aim, 0.5 mL of DPPH radical solution (0.1 mM) in ethanol was transferred to the different concentrations (10-30 µg/mL) of sample solutions (1.5 mL) which were prepared in ethanol and incubated in dark for 30 min. Finally, the absorbance of samples were recorded at 517 nm. Analyses were achieved in triplicate.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Preparation of ligand and its complexes was showed in Scheme 1. The methyl 6-acetamino-2-amino-4,5,6,7-tetrahydrobenzo[*b*]thiophene-3-carboxylate was used as a starting material.



Scheme 1. Structure of Fe(II) and Zn(II) complexes

Antioxidant activity

DPPH method was used for radical scavenging determination of the samples. Antioxidants can scavenge DPPH free radicals by hydrogen atom or single electron tranfers [7,8]. The decreasing absorbance at 517 nm indicate scavenging DPPH radicals by existence antioxidant substances. The radical scavenging antioxidant character of the ligand and the complexes were shown in Fig. 1. According to the data, ligand and its complexes demonstrated lower scavenging activities than standards. The sharply decrasing absorbance of BHA and BHT proved the high antioxidant potential of standards that used.

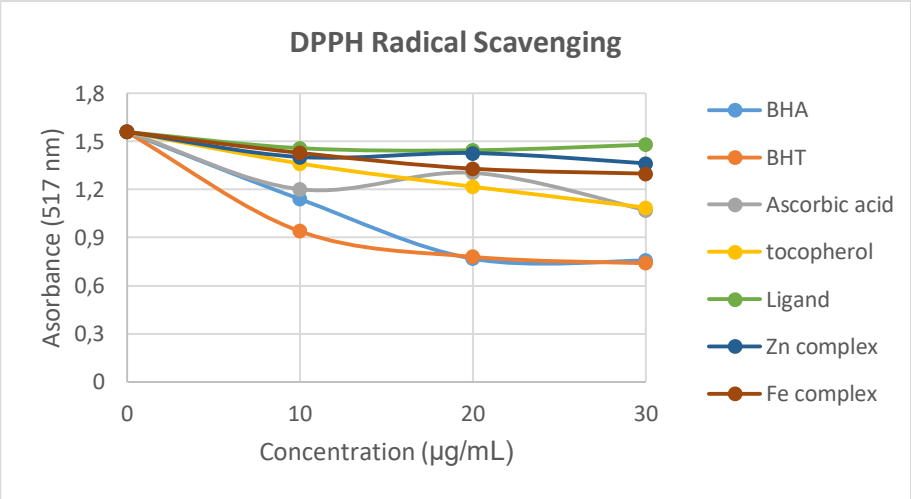


Figure 1. DPPH radical scavenging graph for evaluation of antioxidant activities of a novel Schiff base and its complexes

Table 1. Radical scavenging percentages (%) and IC_{50} values (determination of concentrations to scavenge 50% of radicals, µM) ofcomplexes and standard compounds

Standards and Complexes	DPPH• scavenging	
	IC_{50}*	% Radical scavenging
BHA	22.5±5.8	43.0±14.0
BHT	20.4±8.0	47.4±6.8
α-Tocopherol	43.6±20.0	21.6±8.8
Ascorbic acid	44.8±5.0	23.6±7.5
Ligand	170.8±13.5	6.3±1.1
Zn complex	95.1±39.5	10.4±2.1
Fe complex	72.1±15.5	13.3±4.4

The IC_{50} values indicate antioxidant potential of a substance to scavenge 50% of DPPH free radicals. The ligand scavenged 6.3±1.1% of DPPH free radicals. On the other hand, the Zn(II) complex scavenged 10.4±2.1 and the Fe(II) scavenged 13.3±4.4 of DPPH free radicals at 30 µg/mL, which means to have higher free radical scavenging ability than the ligand. The percentages of DPPH free radical scavenging and IC_{50} values of the complexes and standards were given in Table 1.

CONCLUSION

The newly synthesized Schiff base acted as tridentate ligand for chelation with the Fe(II) and Zn(II) metal atoms. Physical and spectral data established that the Schiff base ligand is coordinated with the metal ions through azomethine-N, carbonyl-O and phenol-O presenting an octahedral geometry. The obtained results of antioxidant activities revealed that the metal complexes are found to be more biological active against as compared to their non-coordinated Schiff base ligand.

References

1. E. Guler, F. Sevgi, B. Ozkalp, *Journal of Molecular Structure* 1048 (2013) 476-481.
2. S. Ali, N. Rasool, A. Ullah, F.-u.-H. Nasim, A. Yaqoob, M. Zubair, U. Rashid, M. Riaz, *Molecules* 18 (2013)14711-14725.
3. L. Xiaoyun, W. Baojie, G.F. Scott, Y. Qidong, *European Journal of Medicinal Chemistry* 46 (2011) 3551-3563.
4. Y.N. Mabkhot, A. Barakat A.M. Al-Majid,S. Alshahrani, S. Yousuf, M.I. Choudhary, *Chemistry Central Journal* 7 (2013) 112.
5. T. Rasheed, N. Rasool,M.Noreen, Y. Gull, M. Zubair, A. Ullah, U.A. Rana, *Journal of Sulfur Chemistry* 36 (2015) 240-250.
6. A. Aras, E. Bursal, Y. Alan, F. Turkan, H. Alkan, O. Kilic, *Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering* 37 (2018) 209-219.
7. İ. Gulçin, P. Taslimi, A. Aygün, N. Sadeghian, E. Bastem, O.I. Kufrevioglu, F. Turkan, F. Şen, *International Journal of Biological Macromolecules* 119 (2018) 741-746.
8. G. Güzel, R. Boğa, E. Bursal, *Muş Alparslan University Journal of Science* 1(1) (2013)17-25.

KARS POPÜLASYONUNDA VÜCUT KİTLE İNDEKSİNİN İSTATİKSEL DAĞILIMLARININ BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF STATISTICAL DISTRIBUTION OF BODY MASS INDEX IN KARS CITY POPULATION

Doç. Dr. İlhami GÖK

Kafkas Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü

ÖZET

Bu çalışma Kars ilinde yaşayan sağlıklı bireylerin ankete dayalı Vücut Kitle İndeksi (VKİ) değerlerinin araştırılması amaçlı yapıldı. Araştırmamızda rastgele popülasyondan seçilen bireyler ile yüze yüz görüşülerek gönüllülük esasına göre anketler uygulandı. Araştırma grubuna 30-65 yaş arası toplam 200 birey dahil edildi. Çalışmada kadın ve erkek bireyler sayıca eşit alındı. Yapılan istatiksel veriler sonucunda popülasyundaki ortalama VKİ en düşük 17,5 kg/m² VKİ en yüksek 40,3 kg/m² bulundu. Genel popülasyonda ortalama VKİ ise 26,7 kg/m²; olarak tesbit edildi. İncelenen populasyonda kadınlarda ortalama VKİ 26 kg/m² ve erkeklerde ortalama VKİ 27.7 kg/m² olduğu görüldü. Bölgemiz popülasyonunda erkekleri VKİ değerleri kadınların VKİ değerlerinden 1.7 kg/m² daha yüksek olduğu tesbit edildi. İncelenen popülasyonda kilolu ve obez bireylerin oranı % 61 olarak gözlendi. Türkiye popülasyonunda kilolu ve obez bireylerin oranı 2019 Dünya sağlık örgütü verilerine göre % 32 olduğu bilinmektedir. Araştırmamızda Kars ili için obez ve kilolu bireylerin oranı Türkiye ortalamasından iki kat yüksek olduğu belirledik. .Sonuç olarak olarak yapılan istatistiksel veriler bize bölgemizde de aşırı kiloluluk ve obezitenin bölgesel beslenme alışkanlıklarına ve mevsimsel etkilere bağlı olabileceğini var saymaktayız. Bu anlamda beslenme eğitimi ve spor alışkanlıklarının bölgemizde erken yaşlardan itibaren topluma kazandırılmasının sağlık açısından çok önemli olduğuna inanıyoruz.

Anahtar Kelimeler: Vücut kitle indeksi (VKİ), Beslenme ve Spor, Obezite, Kars

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the body mass index (BMI) values of healthy individuals living in Kars. In our study, face to face interviews were conducted with individuals selected from random population and questionnaires were applied on a voluntary basis. A total of 200 individuals aged between 30-65 years were included in the study group. In this study, the numbers of male and female subjects were equal.Our results showed that the lowest BMI in the population was found to be 17.5 kg / m² and the highest BMI was 40.3 kg / m². The average BMI in the general population was 26.7 kg /

m². The mean BMI of women was 26 kg / m² and the mean BMI of men was 27.7 kg / m². In the population of our region, BMI values of men were found to be 1.7 kg / m² higher than BMI values of women. The rate of over weight and obese in the examined population was 61%. In the rate of overweight and obese in is known to be 31%. according to the 2019 WHO data for Turkish populations. Our findings rate of overweight and obese in the Kars were two times that higher the Turkish population in general.

In conclusion, we assume that overweight and obesity in our region may be due to regional feeding habits and seasonal effects. In this sense, we believe that nutrition education and sports habits are very important in terms of health in our region.

Keywords: Body mass index (BMI), Nutrition and Sport, Obesity, Kars

1. GİRİŞ

1.1 Vücut Kitle İndeksi Nedir

Vücut Kitle İndeksi (VKİ) algısı ve ölçülen beden ağırlığı arasındaki uyumluluk olarak tanımlanır ve bu potansiyel olarak ağırlık durumu ile ilgili sağlık risklerinin farkındalığını da gösterir.Vücut kitle indeksi, kiloyla ilgili insan sağlığına etki eden riskleri önceden tespit etmek için önemli bir araç vazifesi görür. Vücut kitle indeksi (VKİ), bir kişinin ağırlığının ve boyunun uygunluk derecesini değerlendirmeyi ve böylece kütlenin yetersiz, normal veya aşırı olup olmadığını dolaylı olarak değerlendirmeyi mümkün kılan bir değerdir. (1).İnsan vücudunun ağırlığı: kemik, kas, iç organ, sıvı ve yağ dokusunun ağırlığının toplamıdır. Su, toplam vücut kütlesinin % 60-65'ini oluşturur ve küçük miktarlarda hızla değişen bir bileşendir.İnsan vücudunda, yağsız ve yağlı kısımlar olmak üzere iki bileşen ayırt edilir. Yağsız vücut kütlesi, protein, su ve minerallerle temsil edilir. Sağlıklı bir insanda yağsız vücut kitlesi sabit bir bileşime sahiptir: su -% 72-74, protein - yaklaşık% 20, erkekler için potasyum 60-70 mmol / kg ve kadınlar için 50-60 mmol / kg. Vücudun yağ kısmının miktarı önemli ölçüde değişebilir (2-4). Çocuklarda, büyüme hızı pozitif bir enerji dengesinin mutlak bir göstergesidir. Yetişkinlerde, vücut ağırlığındaki değişiklikler tüketilen ve harcanan enerji dengesindeki bir değişikliği de gösterir.Vücut ağırlığı, vücuttaki yağ birikiminin ana ölçüsü ve beslenme durumunun bir ölçüsüdür. Bununla birlikte, vücut ağırlığının mutlak değerleri büyük ölçüde bir kişinin boyuna ve vücut parçalarının boyutuna bağlıdır. Bu nedenle, beslenme durumunun teşhisi için vücut ağırlığı ve boy oranının karakteristiği kullanılır.VKİ değerlerinin sadece bir kişinin boyuna ve kilosuna bağlı değildir, aynı zamanda beslenme durumunu karakterize edilebilir. Obeziteyi sadece 18 ile 70 yaşları arasındaki bireylerde teşhis etmek için uygundur. Çocuklarda ve yaşlılarda VKİ' nin yaşla birlikte değiştiğinden, çocuklar için daha kas gelişimi tamamlanmamış olmasından ve yaşlılarda ise kas kaybı gibi durumlar ortaya çıkacağından VKİ ölçüm sonucunda yanıltıcı sonuçlar çıkabilir .Bununla beraber koşucularda,hamilelerde,ağırlık çalışanlarda uygun olmayan bir yöntemdir.Çünkü VKİ değeri doğrudan vücuttaki yağ miktarı ve kas oranını hesaba katmadığından doğru sonuçlar vermeyebilir..Kas oranı yüksek olan sporcuların VKİ değerlerinin fazla çıkması onların sağlık riski taşıdıkların göstergesi değildir. VKİ'nin tıbbi önemi, 25-30'dan büyük olan büyüklüğünün, aşırı kilolu ve obezitenin

gelişiminde rol oynayan kronik bulaşıcı olmayan hastalıklardan kaynaklanan ölüm riskiyle doğrudan ilişkili olduğu yönündedir (4-5).

1.2. Vücut Kitle İndeksi Nasıl Hesaplanır?

Vücut ağırlığı ve boy oranını belirleyen çeşitli göstergeler mevcuttur. En erişilebilir, kolay ve bilgi verici olan formül ile hesaplanan vücut kitle indeksidir. Vücut kitle indeksi, aşağıdaki formülle hesaplanır burada: VKİ = m: (h x h).(m - Kilogram cinsinden vücut ağırlığı, h - Metre cinsinden boy uzunluğu, VKİ değeri kg / m² cinsinden hesaplanır

Örneğin, bir kişinin ağırlığ = 78 kg, boyu = 169 cm. VKİ = 76: (1.69× 1.69) = 26.6 kg / m²

1.3. Vücut Kitle İndeksi ve İnsan Sağlığı

Hem yüksek hem de düşük VKİ değerleri sağlık riski ile ilişkilidir. Düşük VKİ ile bulaşıcı hastalıklar ve gastrointestinal sistem hastalıkları riskini artırır. VKİ'nin yüksek olaması , obezite , uyku apnesi, metabolik hastalıklar, kardiyovasküler hastalıklar, hipertansiyon, tip1-2 diyabet, akciğer hastalıkları , kanser çeşitleri, kadınlarda bazı meme ve rahim kanseri, erkeklerde prostat kanseri ve böbrek kanseri riski artar. Yapılan prospektif çalışma obeziteninc bozulmuş glukoz toleransı, dislipidemi, hipertansiyon, insülin direnci ve metabolik sendrom ile ilişkisini kanıtlamaktadır (6-7). Yanlış beslenme, hareketsiz yaşam tarzı, metabolik bozukluklar - bunların tümü aşırı vücut yağına neden olabilir. Aynı zamanda, vücut şeklinin zayıflığı, hareket esnekliği kaybolur, toplam vücut ağırlığı artar, sağlık sorunları ortaya çıkar. Birçok diyetin vücuttaki veya kas kütlesindeki su miktarını azalttığı ancak yağ dokusunu etkilemediği bilinmektedir .Gerçek şu ki, insan vücudundaki tüm dokular kendi direnç kuvvetlerine sahiptir. Bu aynı zamanda yağ tabakaları için de geçerlidir (6-8). Vücut kitle indeksi (VKİ) 30-35 arası olan bireylerde kalp yetmezliği riski sağlıklı aralık olarak bilinen 18,5-24 VKİ'yi sahip kişilere kıyasla yüzde 70 daha fazladır. Yaklaşık 2,8 milyon yetişkini inceleyen araştırma, biraz kilolu insanların bile Tip 2 diyabet riskinin iki katına çıktığını gösteriyor. İskoçya'nın Glasgow kentinde yapılan Avrupa Obezite Kongresi'ne sunulan araştırma ayrıca şunları gösteriyor: VKİ 35-40 olanlarda Tip 2 diyabet riski dokuz kat daha yüksek olduğu gösterildi. Bu durum uyku apnesi bireylerde risk 12 kat daha fazladır. VKİ 40-45 olan aşırı obez kişilerde ise Tip 2 diyabet riski 12 katına çıkabilir ve uyku apnesi riski 22 katına çıktığı görülmüştür. Bu kişilerde kalp yetmezliği, yüksek tansiyon ve yüksek kolesterol riski üç kat artıyor. Bu gruptakilerin herhangi bir nedenle erken ölüm riski yüzde 50 daha fazladır.

Tablo 1. Dünya Sağlık Örgütü Göre Yetişkin Bireylerin VKİ Değerlerine Gruplandırılması

Sınıflandırma	**VKİ (Kg/m²)**
Zayıf	<18.50
Ciddi Zayıflık	<16.00
Orta Zayıflık	16.00-16.99
Hafif Zayıflık	17.00-18.49
Normal Vücut	**18.50-24.99**
Hafif Şişman	≥25.00
Obezite Öncesi	25.00-29.00
Obez	**≥30.00**
1. Dereceden Obez	30.00-34.99
2. Dereceden Obez	35.00-39.99
3. Dereceden Obez	≥40.00

1.4. Dünyada Vücut Kitle İndeksinin Durumu Ve Hastalıklar

Dünyada ortalama VKİ değerinin 22 olduğu varsayılmaktadır. Gelişmiş ülkeler için normal VKİ değerleri 20-25 arasındadır ve gelişmekte olan ülkeler için VKİ 18,5-24,9 kabul edilebilir bir değerdir. Standart VKİ değerleri erkekler ve kadınlar için aynıdır. Fazla kilo ve şişmanlık prevalansı hem Amerika Birleşik Devletlerinde hem de diğer ülkelerde giderek artmaktadır (2-3). Farklı popülasyonlar için yetişkinlerin vücudundaki adipoz doku yüzdesi, vücut ağırlığının %10 ila% 30'u arasındadır. Bu aralığın alt sınırı, düşük bir yaşam standardına sahip Afrika ve Asya ülkelerinin nüfusu için tipiktir ve sanayileşmiş ülkelerin nüfusu için üst sınırdır (8-9). Dünya Sağlık Örgütünün verilerine göre dünya genelinde 1980 yılından günümüze obezite sıklığı ikiye katlanmıştır. 1980 yılında dünya genelinde erkeklerin %5'i, kadınların %8'i obez iken 2008 yılında bu oran erkeklerde %10 kadınlarda %14 olmuştur. Dünyada 2008 yılında 20 yaş üzeri 1,4 milyar fazla kilolu yetişkin içerisinde 200 milyondan fazla erkek ve 300 milyona yakın kadın ise obezdir. Dünya Sağlık Örgütüne göre farklı coğrafyalardaki kadınlar erkeklerden daha fazla obez olmaya yatkındır. Yer yüzünde fazla kilolu ve obez kişilerin prevalansı Amerika bölgesinde (%36 fazla kilolu, %26 obez) en yüksek olup, Güney Doğu Asya bölgesinde (%11 fazla kilolu, %3 obez) en düşüktür. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre Avrupa, Doğu Akdeniz ve Amerika bölgesinde fazla kilolu kadınların oranı %40'nin üzerindedir (10-12). Ancak günümüzde, düşük ve orta gelirli ülkelerin özellikle kentsel yerleşim alanlarında fazla kilolu ve obez çocuk sayısı artmaktadır. Bebek ve genç çocuklarda fazla kiloluluk prevalansı yüksek-orta gelirli ülkelerde en yüksektir. Dünya Bankasına göre Türkiye yüksek-orta gelir grubunda yer almaktadır. Obezitede en hızlı yükselme düşük-orta gelirli ülkelerde görülmektedir.2017 yılında yayınlanan OECD

Obezite raporuna göre, OECD ülkelerinde toplam nüfusa oranla ortalama yetişkin obezite oranı %19,5 olarak belirtilmiştir. Obezitenin yetişkinlerde en fazla görüldüğü OECD ülkelerinin başında ise %38,2 ile Amerika Birleşik Devletleri yer almaktadır. Amerika Birleşik Devletlerini Meksika, Yeni Zelanda, Bulgaristan ve Avustralya izliyor. Obezitenin en az görüldüğü OECD ülkelerinin başında ise %3,7 ile Japonya geliyor. Obezitenin en az görüldüğü diğer ülkeler; Güney Kore, İtalya, İsviçre ve Norveç'tir.

Tablo 2. Dünya Sağlık Örgütünün 2019 Yılı Verilerine Göre Bazı Ülkelerde VKİ Ve Obezite Oranları nüfusları

Ülke adı	Obezite Oranı %	**VKİ (Kg/m²)**	Nüfus (2019) .
Amerikan Samoa	74.60	34.9	55,312
Kuveyt	37.90	30	4,207,083
ABD	36.20	28.8	329,064,917
Turkiye	32.10	27.8	83,429,615
Macaristan	26.40	26.3	9,684,679
AB	26.1	25.5	450.000
Bulgaristan	25.00	26	7,000,119
Pakistan	8.60	23.8	216,565,318
Japonya	4.30	22.6	126,860,301
Nepal	4.10%	22.2	28,608,710
Güney Kore	4.70%	23.9	51,225,308
Bangladeş	3.60	21.1	163,046,161
Etyopya	4.50%	20.6	112,078,730
Kuzey Kore	6.80%	21.8	25,666,161

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu çalışma Ekim 2011 ve Mayıs 2014 tarihleri arasında yapıldı. Araştırmanın ilk aşaması olan anketlerin hazırlanması ve etik kurul onayının alınması ve anketlerin yüz yüze uygulanması ile yapıldı. Katılımcılara tarafımızca geliştirilen açık ve kapalı uçlu sorular içeren standart anket formu uygulandı. Anketin ilk bölümünde hastaların yaş, cinsiyet, ekonomik gelir, meslek, boy ve kilo gibi sosyo demografik verileri bulunmaktadır.

2.1 Popülasyon ve Demografi.

Çalışmaya dahil edilen bireyler 200 bireyin 30-65 yaş arası olanlar tercih edildi. Toplamda Anket uygulamasında kadın erkek oranı eşit tutuldu. Kişilere ait bilgilerin gizli kalması için etik kurallara uyuldu. Çalışmada deneysel işlemler yapılmadı. Sadece önceden belirlenen anket uygulandı. Çalışmaya alınan 200 bireyin bunlardan 100'i kadın (% 50) ve 100'i erkektir (% 50). Bu hastaların cinsiyete ve yaşa göre dağılımı Tablo 3.'de gösterilmiştir. Yapılan çalışmanın cinsiyete göre VKİ değerleri ve standart sapmaları Tablo 4. ve Tablo 5 .' de verildi.

Tablo 3. Popülasyonun demografik Dağılımı.

Yaş Aralığı	Kadın (n)	%	Erkek (n)	%
30-35 yaş	19	0.19	15	0.15
36-40 yaş	59	0.59	73	0.73
41-60 yaş	16	0.16	11	0.11
>60 yaş	6	0.06	1	0.01
Toplam	100	1.00	100	1.00

Not: Popülasyonun Genel Yaş Ortalaması :44.3 ,kadınlar:45.1, erkekler 45.5dır.

Tablo 4. Popülasyonunda (30-65 Yaş) VKİ kg/m² Dağılımları.

Kg / m²	VKİ:≤19 Zayıf		VKİ:20-24 Normal		VKİ:25-29 Preobez		VKİ:≥30 Obez	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Kadın	12	0.12	42	0.42	26	0.26	20	0.2
Erkek	0	0	24	0.24	58	0.58	18	0.18
Toplam	12	0.06	66	0.33	84	0.42	38	0.19

Not: Genel popülasyonun ort. VKİ 26,9 kg / m² ve (erkekler ort. VKİ 27,7 kg / m² , kadınlar ort. VKİ 26 kg / m²)

Tablo 5. Genel popülasyonun VKİ değerleri kadın erkek açısından standart sapmaları.

Birey sayısı	VKİ (Kg / m²) En düşük	VKİ (Kg / m²) En yüksek	VKİ (Kg / m²) Ortalama ± Standart Sapma
Kadınlar(n=100)	16.8	36.3	22.75 ± 3.60
Erkekler(n=100)	17.5	40.3	26.87 ± 4.92
Toplam(n=200)	17.15	38.3	24.81 ± 4.77

3. SONUÇ VE TARTIŞMA.

Bu çalışma Kars ve çevresinde yaşayan popülasyonlardan ankete dayalı Vücut Kitle İndeksi (VKİ) değerlerinin araştırılması amaçlı yapıldı. Çalışma grubu olarak 30-65 yaş arası toplam 200 birey seçildi. Bunlardan kadın ve erkek bireyler sayıca eşit alındı. Yapılan istatiksel analizler sonucunda araştırma grubunda ise (30-65 yaş) VKİ en düşük 17.5 kg/m² VKİ en yüksek 40.3 kg/m² ve ortalama VKİ ise 26.9 kg/m² olarak tespit edildi. Araştırmada bireylerde kilolu ve obez sayısı %61 olarak gözlendi Oysa Türkiye genelinde obezite genel ortalaması % 32 'dir. 2019 yılı DSÖ verilerine göre dünyadaki popülasyonların ortalama obezite değerlerine bakıldığında ABD %38.2, Meksika %32.4, İngiltere %26.9, Kanada %25.8 olduğu gözleniyor (11,15,16). Türkiyede ise VKİ değerleri %27.8 olduğu önceden yapılan çalışmalar ile belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda 2019 yılı için bölgesel popülasyonun VKİ değerleri 26,9 kg/m² dir. Ülkemiz için VKİ değerleri son 15 yıl içinde yaklaşık 3 puan artış olduğu gözlenmiştir (13-14). Diğer bir bakışla VKİ değerleri ülkemizden az olan ülkeler Almanya %26,3, İspanya %25,7, Rusya %26.3, İsrail %26,1, Fransa % 25,3 olarak OECD verileri ile teyit edilmektedir. VKİ değerlerinin popülasyonlarda farklılık göstermesinin sebebi olarak beslenme alışkanlıklarını, mutfak kültürlerini, sosyal yaşam tarzlarını yada yaşanılan iklim etkilerini dikkate alabiliriz. . Dünya geneli ile karşılaştıracak olursak ABD, Meksika, İngiltere, Kanada gibi ülkelerden ülkemiz VKİ değerleri daha düşük ancak Almanya, Rusya, İsrail, Fransa gibi ülkelerden, ülkemizin VKİ değerleri daha yüksektir (11). Bu anlamda ülkemiz bölgeleri için farklı çalışma grupları oluşturmalıdır. Bu popülasyonları gelecekte araştırması bize daha sağlıklı bilgilere ulaşmamız açısından daha gerçekçi bilgiler verebilir.

Bu anlamda değişik toplumlarda beslenme ile ilgili küçük yaşlarda çocuklara verilen eğitim de öncelik kazanabilir. Eğitimsiz anne ve babaların küçük yaşlarda çocuklarına verdiği besinlerin fazla olması VKİ değerlerini yükselmesine hatta çocuk yaşda obezitenin oluşmasına neden olabilir. Popülasyon beslenme alışkanlıklarından dolayı obez bir topluma dönüşebilir. Bu anlamda ABD ve Avrupa'dan ithal etiğimiz Fast Food kültürü obeziteyi tetiklemektedir. Çünkü çoğu Fast Food gıdalarında bağımlılık yaratan ya da iştah açıcı kimyasalların var olduğu bilimsel çalışmalarla ispat edilmiştir. Amerikan toplumunun dünyada obeziteden birinci sırada olma sebebinin Fast Fud türü beslenmeye dayalı olduğu söylenebilir (15-16). Türkiye de aşırı kiloluluk ve obezitenin bölgesel beslenme alışkanlıklarına göre her geçen gün artığını bilmekteyiz..Bu bize sağlıksız beslenme alışkanlıklarının, beslenme kültürünün, bireylerin eğitim seviyelerinin bölgemiz açısından olumsuz olduğunu gösteriyor. Araştırmamızda bölgesel popülasyondan seçtiğimiz 200 kişilik grupta için genel veriler (30-65) yaş grubu için en düşük VKİ değeri kıyaslandığında ortalama standart sapma değerleri ise 26.87±4.92 olarak belirlenmiştir. Bu değerler bize kilolu ve obez bireylerin oranının bölgemiz popülasyonunda Türkiye popülasyonu ortalamasından iki kat daha yüksek olduğu göstermektedir. Bu yaş grubunda VKİ değerleri daha da hızlı değişim göstermektedir. Sonuç olarak bölgemizde yaptığımız popülasyon çalışması VKİ değerleri Türkiye ortalamasının daha üzerindedir. Biz VKİ değerlerinin popülasyonda

normal değerlerde kalması için sağlıklı beslenmek ve sağlıklı yaşayabilmek için bireylere sağlıklı beslenme eğitimi verilebilir.

KAYNAKLAR

1 Mümtaz Mazıcıoglu M. Büyüme gelişme izleminde kullanılan antropometrik ölçüm yöntemleri: Büyüme takibinin metodolojisi. Türk Aile Hek Derg 2011;15(3):101-108

2. Başıbüyük G Ö, Sönmez G, Korkmaz BA , Doğan M, Ay F, Çınar Z. Atıf. Sivas'ta Yetişkin Bireylerde Antropometrik Ölçümlerin Değerlendirilmesi: Yaş Ve Cinsiyet Farklılıkları. Hitit Üniversit esi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi - Yıl 8, Sayı 1, 2015

3. Sözeni S, Bilir N,Yıldız AN,.Yıldız E, Sözen T. Metal Sektöründe Bir İşyerinde Çalışanların Beslenme Alışkanlıkları ve İlişkili Antropometrik Ölçümleri. Toplum Hekimliği Bülteni. Cilt 28, sayı 3.2009

4. Şanlıer N. Gençlerde Biyokimyasal Bulgular, Antropometrik Ölçümler, Vücut Bileşimi, Beslenme Ve Fiziksel Aktivite Durumlarının Değerlendirilmesi. GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 25, Sayı 3 (2005) 47-73.

5. Kuyumcu G. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi 1. Ve 6. Sınıf Öğrencilerinde Vücut Kitle İndeksi Ve Bazı İlişkili Etmenler. Uzmanlık Tezi. Ankara.2007.

6. Yılmaz F Ç,Yardımcı H. Beden Kütle İndeksinin İnfertilite Üzerine Etkisi. Hacettepe Universıty Faculty of health sciences journal vol 1. Supp.2015.

7. Frankel S, Elwood P, Sweetnam P, Yarnell J, Smith GD. Birthweight, body-mass index in middle age, and incident coronary heart disease. Lancet. 2016, 348(9040):1478-80.

.8. Komisyon. Sağlık Bakanlığı. İstanbul Sağlık Müdürlüğü Çalışanlarında Obezitenin Değerlendirilmesinde Beden Kitle İndeksinin İncelenmesi. Araştırma Raporu İstanbul-2015.

9. Bartolome R, Claudia G, Cote Jose M, Marin, Ciro C, Montes M, Reina A, Mendez, A, Pinto V, M a Howard J. Cabral, HJ. The Body-Mass Index, Airflow Obstruction, Dyspnea, and Exercise Capacity Index in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. N Engl J Med 2004; 350:1005-1012

10.Çifçi S, Acar N A,Değer V B. Sağlık Yüksekokulu Ebelik Öğrencilerinin Beslenme Davranışları Ve Beden Kitle İndeksi (vki) Kullanılarak Obezite Durumunun Saptanması. Journal of Nutrition Research. Doi: 10.17362/DBHAD.2017.3.3.

10. Sasi F.Obesity and the Economics of Prevention Fit not Fat 2010 OECD . OECD publications.2010.EU

11. http://worldpopulationreview.com/countries/most-obese-countries/

12. http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/ index.html.

13. http://gamapserver.who.int/gho/interactive_charts/ncd/risk_factors/bmi/atlas.html

14. Komisyon. Türkiye Obezite (Şişmanlık) ile Mücadele ve Kontrol Programı (2010-2014). Sağlık Bakanlığı yayınlar. Ankara, 2014

15. http://www.who.int/topics/mental_health/en/

16. Sencer E, Orhan Y. Beslenme ders kitabı.İstanbul Medical Yayıncılık.İstanbul.2005.

DOĞU ANADOLU BÖLGESİNDE OBSTRÜKTİF UYKU APNE SENDROMLU HASTALARDA VÜCUT KİTLE İNDEKSLERİNİN (VKİ) İSTATİKSEL DAĞILIMLARI

STATISTICAL DISTRIBUTION OF BODY MASS INDEXES IN PATIENTS WITH OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA SYNDROME IN EASTERN ANATOLIA

Doç. Dr. İlhami GÖK

Kafkas Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü

ÖZET

Bu çalışma bölgede yaşayan obstrüktif uyku apne sendromlu (OUAS) hastalarda VKİ oranları ile populasyondaki sağlıklı bireylerin VKİ oranlarını araştırmak amacıyla yapıldı.

Çalışmamızda Kafkas Üniversitesi Araştırma hastanesi uyku laboratuvarında obstrüktif uyku apne tanısı almış 74 hasta ve bu sendrom ile ilişkili olmayan 78 bireyin VKİ değerleri dahil edildi. Yapılan istatiksel analizler sonucunda obstrüktif uyku apne sendromlu hastalarda ortalama VKİ değeri 32.3 kg/m²; bu oran Kadınlarda ortalama VKİ 31.5 kg/m² ve erkeklerde ortalama VKİ 33.2 kg/m² olduğu görüldü. Araştırmaya dahil edilen sağlıklı bireylerde ortalama VKİ 26,6 kg/m²; kadınlarda ortalama VKİ 25.5 kg/m² ve erkeklerde ortalama VKİ 27.7 kg/m² olduğu görüldü. Bölgemiz popülasyonunda sağlıklı bireyler ile obstrüktif uyku apnesi hasta bireylerin VKİ değerlerini karşılaştırdığımızda OUAS' sı bireylerin VKİ oranları 5.7 kg/m² daha yüksek olduğu görüldü.

Sonuç olarak, 74 hastanın 56 'sı (%75,6), a VKİ değerlendirmesi sonucu aşırı kilolu ya da obez olduğu görüldü. Kontrol gruplarında ise 78 kişiden 23'ünde (%29.4) VKİ değerinin aşırı kilolu olduğu gözlendi. Ancak hastalarda vücut kitle indeksi 30'dan büyük olanlar dikkate alındığında aşırı kilo ve obezitenin OUAS' sni tetikleyebileceğini düşünmekteyiz..

Anahtar Kelimeler: Obstrüktif Uyku Apnesi, Doğu Anadolu, Vücut kitle indeksi

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the BMI rates of patients with obstructive sleep apnea syndrome (OSAS) and BMI rates of healthy individuals in Eastern Anatolia population.

In this study, BMI values of 74 patients with obstructive sleep apnea and 78 individuals not associated with this syndrome were included in the sleep laboratory of Kafkas University Research Hospital. We found that the mean BMI value of the patients with OSAS was 32.3 kg / m²; this rate was found to be 31.5 kg / m² for females and 33.2 kg / m² for males. The mean BMI was 26.6 kg / m² in healthy subjects, and the mean BMI was found to be 25.5 kg / m² in women and 27.7 kg / m² in men. When we compared the BMI values of healthy individuals and OSAS patients in our region population, BMI rates of OSAS individuals were found to be 5.7 kg / m²higher than health ones.

In conclusion, 56 (75.6%) of 74 patients were overweight or obese as a result of BMI evaluation. In the control group, BMI value for 23 out of 78 (29.4%) was evaluated as overweighed. However, considering the patients with a body mass index greater than 30, we think that overweight and obesity may trigger OSAS.

Keywords: Obstructive Sleep Apnea, Eastern Anatolia, Body mass index

1. GİRİŞ

İnsan sağlığı için uyku vazgeçilmez bir durumdur. Yapılan çalışmalarda uykunun biyolojik ve psikolojik yenilenmeye hizmet ettiği tespit edilmiştir. Uyku ile ilişkili solunum bozuklukları hem kişisel sağlık problemleri ve ölüm oranı, hem de toplumsal ekonomik kayıplarla ilişkilidir [1]. Obstrüktif Uyku Apne Sendromu (OUAS) %90 oranında uykuda en çok görülen solunum bozukluğudur [2]. Apne, on saniye veya daha fazla süreyle ağız ve burunda hava akımının durmasıdır [3]. OUAS ise uykuda üst hava yolunda tekrarlanan tıkanıklıklar nedeniyle uyku sırasında oluşan solunum durması nöbetleridir. Uyku bölünmeleri, oksijen basınç oranı ve gündüz artmış uyku hali ile şekillenen klinik bir tablodur. OUAS sık görülen fakat yeteri kadar tanınmayan bir hastalıktır [4]. OUAS bilimsel anlamda ilk kez 1956'da Burwell ve arkadaşları tarafından tanımlamıştır. Avrupa da 1965 yılında birbirinden bağımsız olarak Fransa'da Gastaut, Tassinari ve Duran, Almanya'da ise Jung ve Kuklo OUAS'ı keşfedip bu sendromu tanımlamışlardır [5]. OUAS terimi 1973 yılında, Standford Üniversitesi'nde uyku kliniği kuran, Guilleminault ve arkadaşları tarafından tıp literatürüne girmiştir [6].OUAS ilk tanımlandığında boyundan soluk borusuna açılan bir delik ile tedavi edilmiştir [7]. Sürekli Pozitif Hava Yolu Basıncı (Nazal CPAP)'nın 1981 yılında Sullivan ve arkadaşları tarafından geliştirilmesi ile uyku apnesinin sistemik olmayan güvenli, kolay uygulanabilir ve etkili tedavisi gündeme gelmiştir [8]. Türkiye de yaklaşık 1 milyondan fazla uyku apneli hasta bulunmaktadır [2]. Denek sayısının fazla olduğu, büyük olgu serisi araştırmalarda hastalığın 40-65 yaş arasında pik yaptığı ve erkeklerde %4, kadınlarda ise %2 orana sahip olduğu tespit edilmiştir [9, 10]. Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde 30-65 yaş gruplarında 12 milyon kişinin OUAS'lı olduğu ve bunlarında yaklaşık %25'inin orta veya ağır dereceli Apne Hipopne İndeks (AHİ)'ine sahip olduğu tahmin edilmektedir. 65 yaş üzerindeki yaklaşık 31 milyon ABD'linin ise en iyi tahminle 7,5 milyonunun OUAS'lı olduğu ve bunlarında %46'sının orta veya ağır dereceli AHİ'ye sahip olduğu tahmin edilmektedir [11].1993 yılında Young ve ark. ABD'de yaptıkları bir çalışmada, yaşları 30-60 arasında değişen, sağlıklı görünen bir popülasyonda 1453 kişide sürekli horlama saptamışlar ve bunların 602'sine polisomnografi (PSG) uygulamışlardır. Kadınların %9'unda ve erkeklerin %24'ünde AHİ değeri >5, kadınların %5'inde ve erkeklerin %15'inde AHİ değeri >10, kadınların %4'ünde ve erkeklerin %9'unda ise AHİ değeri >20 olarak saptanmıştır [12 -13].

1.1 Obstrüktif Uyku Apne Sendromu (OUAS)

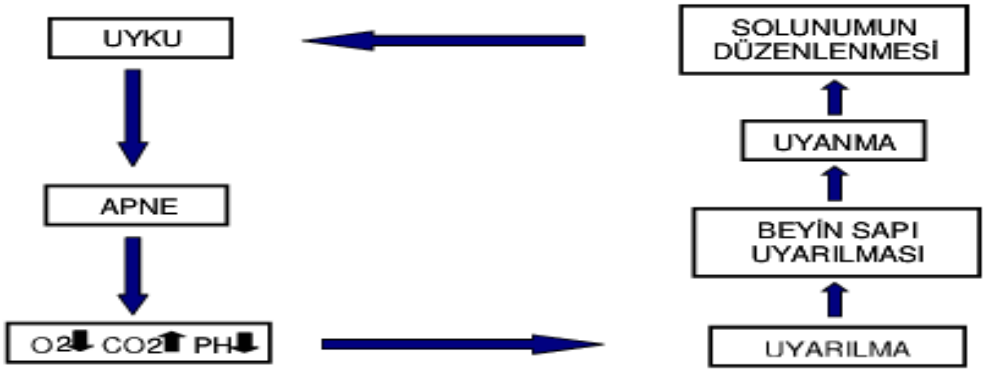
OUAS hava yolu daralmasına bağlı tekrarlayan hava akımı kısıtlığı veya durması ile karakterize bir hastalık olduğu belirtilmiştir . OUAS basit horlamadan, ciddi kardiyak ve akciğer ile ilgili

komplikasyonlara kadar uzanan geniş semptomlar dizisine sahip bir hastalık olduğu belirtilmiştir [14-16]. OUAS, her iki cinste, tüm ırk, yaş, sosyoekonomik düzey ve etnik gruplarda görülebilen ve en sık karşılaşılan uyku bozukluklarından biridir. OUAS; toplumdan topluma değişen yaygınlığa sahip bir hastalıktır . [17]

Tablo 1. OUAS sıklığı üzerine yapılan coğrafik çalışma sonuçları [18]

Ülke	N	Etnik	Uygulanan metot	Görülme sıklığı		Kaynak
				Erkek	Bayan	
ABD	602	Beyaz	Polisomnografi	%4	%2	Young
	1,741	Beyaz	Polisomnografi	%3.9	%1.2	Bixer
Avustralya	485	Beyaz	Mesam IV	%3.1	-	Bearpark
Hindistan	250	Hintli	Polisomnografi	%7.5	%4.5	Udvadia
Çin	258	Çinli	Polisomnografi	%4.1	-	Ip
		Çinli	Polisomnografi	-	%2.1	Ip
Kore	457	Koreli	Polisomnografi	%4.5	%2.3	Kim

Uykuya dalınca apne (10 sn veya daha uzun süre ile solunumun durması) başlamakta, oksijen düzeyi düşerken CO_2 düzeyi artmakta ve pH düşmektedir (Şekil 2. 1). Tüm bu değişmeler, organizmada uyarılmışlığın yaşanmasına, ölüme benzer bir durumun ortaya çıktığı sinyallerin alınmasına yol açmaktadır [19]. OUAS'ın şiddeti, uyku sırasında meydana gelen apne ve hipopnelerin toplam sayısının, toplam uyku saatine bölünmesiyle elde edilen apne hipopne indeksiyle (AHİ) ölçülmektedir [20]. Apne-hipopne indeksi 5'ten büyük olgular OUAS olarak kabul edilir. Bu kriter dikkate alınarak yapılan sınıflama tablo 2 deki gibidir [17].



Şekil 1. 1 Uyku apne sendromunda solunum-uyku ilişkisi [19]

Tablo 2. OUAS Derecesinin Apne ve Hipoapneye göre değerlendirilmesi

AHİ	OUAS DERECESİ
5<	Basit horlama
5-15	Hafif
15-30	Orta
>30	Ağır

Apne: Hava akımında oronazal airflowmetre ile saptanan, 10 sn veya daha fazla süreli kesilme olmasıdır. **Hipopne:** Hava akımının oronazal airflowmetre ile saptanan 10 sn veya daha uzun süre ile % 50 veya daha fazla azalması, beraberinde oksijen saturasyonunun % 4 veya daha fazla oranda düşmesi ve arousalların görülmesidir .

1.2. OUAS Risk Faktörleri

OUAS için obezite, erkek cinsiyet, yaş, boyun çevresi, ırk, sigara, alkol, ilaçlar, genetik faktörler, menopoz sonrası dönem, küçük dil büyüklüğü, uzun yumuşak damak yapısının en önemli risk faktörü olduğu belirtilmiştir [21].Dünyada beslenme alışkanlıklarına bağlı olarak obezite insan sağlığını tehdit eden hızlı bir yayılım göstermektedir [21]. ABD'de artan obezite sıklığı ile birlikte OUAS'ın artan bir sağlık sorunu olacağı öngörülmüştür [6]. Özellikle santral obezite, Üst solunum yolu (ÜSY) çevresinde yağ birikimi ile ÜSY açıklığını etkiler. Ayrıca karındaki yağ birikimi ile solunum düzensizliği OUAS'a eğiliminin arttırdığı bildirilmiştir [22]. 40-65 yaş erkeklerde OUAS sıklığının arttığı belirtilmiştir [21]. 1001 kişilik 35-65 yaş arası erkek popülasyonunda yapılan çalışmada boyun çevresi, alkol alımı, yaş ve obezitenin OUAS için bağımsız risk faktörü olduğu bulunmuştur [22]. Erkeklerde boyun çevresi 43 cm, kadınlarda 38 cm ve üstü risk faktörü olarak kabul edildiği bildirilmiştir [22]. Wetter 1994 yılında yaptığı çalışmada sigara içicilerinde 3 kat daha fazla OUAS riski olduğunu tespit etmiştir [20]. OUAS'ın birçok kalıtsal hastalıkla bağlantısı olduğunu gösteren çalışmalar vardır.

1.3 OUAS'la İlişkili Hastalıklar ve VKİ

Diğer taraftan metabolik sendromun bir parçası olan obezite, hem OUAS hem de hipotiroidizm ile yakın ilişki içerisinde olan bir tablodur. Bu nedenden dolayı bu hasta gruplarında VKİ'nin mutlaka ölçülmesi gereksinimini ortaya çıkarmaktadır. Obezite direkt olarak üst hava yollarında kollapsa neden olarak OUAS'a zemin hazırlayabildiği gibi solunum kas gücü kaybı ve adipoz dokudan salınan sitokinler aracılığıyla inflamasyonu arttırıcı bir etkiye de sahiptir (5). Hipotiroidi hastalarında ise obezite bozulan metabolik dengenin sonucunda sıklıkla eşlik eden bir bulgu olarak karşımıza çıkmaktadır (6). Tüm bu bilgiler ışığında OUAS şüphesi veya tanısı olan hastalarda tiroid fonksiyonlarının rutin ölçümünün gerekliliği ve hastalık ağırlığı ile ilişkisinin netleştirilmesi önem arz etmektedir. Bu açıdan bu çalışmada OUAS ön tanısı ile tüm gece polisomnografi (PSG) testine alınan olgularda altta yatan tiroid fonksiyon bozukluklarının sıklığı ve hastalıkla ilişkisi düşünülmektedir.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. Hastalar ve Demografi

Bu çalışma Mart 2011 -Nisan 2013 tarihleri arasında Kafkas Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Nöroloji Anabilim Dalı'na başvuran ve uyku laboratuarında Obstrüktif Uyku Apne Sendromu (OUAS) tanısı almış 49'ü (%66.3) erkek, 25'u (%33.7) kadın olmak üzere toplam 74 hastadan ve kontrol grubu olarak 45'i (%57) erkek, 33'ü (%43) kadın olmak üzere toplam 78 sağlıklı bireyden oluşturuldu. Çalışmaya başlamadan önce gerekli etik kurul izinleri alındı ve çalışmaya dahil edilen her birey için "Gönüllü Olur Formu" oluşturuldu.Hastalar ve demografileri tablo 3 'de verildi. Tablo 4 'de VKİ bulguları ve tablo 5 'de Apne – Hipoapne bulguları verildi.

Tablo 3. Hastaların cinsiyet ve yaşlara göre dağılımı

Yaş Aralığı	Kadın (n)	%	Erkek (n)	%
25-40 yaş	6	% 24	14	%28.05
41-60 yaş	13	%52	29	%59.1
>61 yaş	6	%24	6	%7.69
Toplam	25	%100	49	%100

Tablo 4. Hastaların cinsiyet ve vücut kitle indeksine göre dağılımı

	Kadın (n)	% oran	Erkek (n)	% oran
20-30 VKİ	5	%5.40	13	%18.91
>31 VKİ	20	%27.02	36	%48.64
Toplam	25	%32.04	50	%67.56

Tablo 5. Hastaların cinsiyet ve apne hipopne indeksine göre dağılımı

	Kadın (n)	%	Erkek(n)	%
5-15 AHİ Hafif	5	%5.04	6	%9.04
15-30 AHİ Orta	7	%9.04	13	%17.56
>30 AHİ Ağır	13	%17.56	30	%40.05
Toplam	25	%32.04	49	%67.46

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Dünyanın değişik ülkelerinde OUAS klinik bulgular açısından farklılıklar göstermektedir ve vakalar daha çok 40-65 yaş arası yaygınlığı artmaktadır. Genel olarak popülasyonlarda bu hastalık erkeklerde %4 oranında, kadınlarda ise %2 oranında olduğu tespit edilmiştir [9]. Türkiye popülasyonunun ise yaklaşık %0.9-1.9'ünde uyku apne sendromu bulunmaktadır [2].

Son yıllarda OUAS'ın klinik tanı yöntemleri yanında genetik yönünün araştırmalarına önem verilmiş, şimdiye kadar bu hastalık ile ilgili pek çok gen ve polimorfizm bölgeleri tanımlanmıştır [23]. Araştırmada Kars ili popülasyonunda polisomnografi sonuçlarına göre OUAS tanısı hastaların % 70'i 40 yaş üstü ve %62'si de VKİ 30'dan büyük olan vakaları içermektedir. Large ve arkadaşlarının 1997 yılında İsveç'te yaptıkları çalışmada 140 kadından %50'sinin vücut yağ oranının 20 kg'dan fazla olduğunu belirtmişler ve obezite ile önemli ölçüde bir ilişki olabileceğini belirtmişlerdir. [24]. Araştırmamız Large ve arkadaşlarının yaptığı araştırma ile uyumluluk içindedir. Maha H. D. ve arkadaşlarının 2012'de Suudi Arabistan'da yaptıkları çalışmada 329 bireyden 109'u erkek, 220'si kadın olan popülasyonu incelemişlerdir. Bu popülasyondaki erkeklerin %32.1'i normal kilolu, %25.6'sı fazla kilolu, %42.2'si obez, kadınların %36.36'sı normal kilolu, %18.18'i fazla kilolu, %45.45'i ise obez bireylerden oluşur. Bu çalışma sonucunda Suudi popülasyonunda obezitenin OUAS gelişimi üzerinde etkili olabileceğini savunmuşlardır. Ancak çalışmanın sınırlarını genişleterek teyit edilmesi gerektiğini önermişlerdir [25].

Meirhaeghe A. ve arkadaşları 2000 yılında Fransa'da yaptıkları çalışmada, 419 erkek ve 417 kadından oluşan ve VKİ'si %39.9 olan popuslayonu incelemişlerdir. Çalışmalarında Fransız erkeklerinde OUAS ile obezitenin ile ilişkisi olduğunu savunmuşlardır [23]. Bu istatistiksel verilere göre polimorfizm ile obezite arasındaki anlamlılık değerini $p>0,95$ bulmuşlardır.

Sonuç olarak; çalışmamızda VKİ'nin OUAS ile doğrudan ilişkisinin olduğunu ve OUAS'lı hastalarda ve kontrollerde VKİ'inin 30'un üzerinde olması durumunda bu riskin daha da artırabileceği görüşündeyiz.

KAYNAKLAR

[1] Sengul, YS. vd."The effect of exercise on obstructive sleep apnea: a randomized and controlled trial", Sleep Breath DOI 10, 1007/s11325- 009-0311-1.

[2] Gok I, Huseyinoglu N, Ilhan D.Genetic polymorphisms variants in interleukin-6 and interleukin-1beta patients with obstructive sleep apnea syndrome in East Northern Turkey.Med Glas (Zenica). 2015 ;12(2):216-22.

[3] Gök I, Celebi I, Hüseyinoğlu N, Ozic C.Roles of beta2-adrenergic receptor gene polymorphisms in a Turkish population with obstructive sleep apnea syndrome or obesity.Genet Mol Res. 2014,20;13(4):8511-8

[4] Larkin, EK. et al.,"A candidate gene study of obstructive sleep apnea in European Americans and African Americans", Am J Respir Crit Care Med, 2010;182:947-53.

[5] Mokhlesi, B."Update in sleep medicine 2010", Am J Respir Crit Care Med, 2011;183:1472-6.

[6] Türkiye Klinikleri, J Int Med Sci, 2005, 1(3):93-96.

.**[7]** Lugaresi, E. et al."Effects of tracheotomy in hypersomnia with periodic respiration", Rev Neurol (Paris), 1970;123(4):276-268.

[8] Sullivan, CE. et al.,"Reversal of obstructive sleep apnoea by continuous positive airway pressure applied through the nares", Lancet, 1981;1:862-865.

[9] Midilli, M."Obstrüktif uyku apne sendromlu hastalarda pozitif havayolu basıncı tedavisine uyumu etkileyen faktörler", İzmir, 2009.

[10] Young, T. et al."Menopausal status and sleep-disordered breathing in the Wisconsin Sleep Cohort Study. Am J Respir Crit Care Med", 2003, May 1;167(9):1181-5.

[11] Köktürk, O."Obstrüktif uyku apne sendromu epidemiyolojisi", Tüberküloz ve Toraks dergisi, 1998, 46(2): 193-201.

[12] Young, T, et al."The occurance of sleep disordered breathing among middle-aged adults", N Engl J Med ,1993;328:1230-5.

[13] Kaparianos, A. et al."Obstructive sleep apnoea syndrome and genes", The Journal of Me

[14] Lugaresi, E. Plazzi G."Heavy snorer disease: from snoring to the sleep apnea syndrome-An overview", Respiration, 1997; 64: 11-4.

[15] Hofstein, Victor. Mateika, Susan.,"Cardiac arhythmias, snoring, and Sleep apnea", Chest, 1994; 106: 466-71.

[16] Matthew, E. et al."Sleep apnea and Panic attacks", Comprehensive Psyciatry 1991; 32: 130

[17] Alişan, M. "Eskişehir ilinde bir yıl içerisinde sağlık kuruluşlarında polisomnografi ile OUAS tanısı alan hastaların sıklığının belirlenmesi", Uzmanlık Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Nöroloji Anabilim Dalı, 2012.

[18] Naresh, M.P."The epidemiology of adult obstructive sleep apnea", Proc Am Thorac Soc, 2008;5,136-143.

[19] Bulut, M."Obstruktif uyku apne sendromu (OUAS) olan hastalarda oksidan-antioksidan durumlarının araştırılması", Uzmanlık Tezi, Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroloji Anabilim Dalı, Gaziantep, 2012.

[20] Shamsuzzaman, AS. et al., "Obstructive sleep apnea: implications for cardiac and vascular disease", JAMA, 2003;290(14):1906-14.

[21] Demirdöğen, E."Obstrüktif uyku apne sendromlu hastalarda fibrinojen düzeylerinin değerlendirilmesi", Uzmanlık Tezi, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları ve Tüberküloz Anabilim Dalı, Bursa, 2009.

[22] Prentice, AM."The emerging epidemic of obesity in developing countries", Int J Epidemiol, 2006, 35:93-9.

[23] Schwab, RJ. et al.,"Sleep apnea syndrome", In: Fishman P (ed), Pulmonary Disease and Disordes, 3rd edition, New York: McGraw-Hill Companies, 1998, 1671-37.

[24] Larkin, EK. et al.,"A candidate gene study of obstructive sleep apnea in European Americans and African Americans", Am J Respir Crit Care Med, 2010;182:947-53

[25] Maha, H. D. et al."Arginine 16 Glycine Polymorphism in β2-Adrenergic Receptor Gene Is Associated with Obesity, Hyperlipidemia, Hyperleptinemia, and Insulin Resistance in Saudis", International Journal of Endocrinology Volume 2012, Article ID 945608, 8 pages

SALVİA CANDİDİSSİMA BİTKİSİNDEN YAĞ ELDESİ YAKITA ÇEVRİLMESİ ve İÇTEN YANMALI MOTORLARDA KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Öğr. Gör. Dr. Erdal ÇILĞIN
Dicle Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Motorlu Taşıtlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü
Prof. Dr. Hasan BAYINDIR
Dicle Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü
Öğr. Gör. Halis DEVİREN
Dicle Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Motorlu Taşıtlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü

ÖZET

Bu çalışmada yeni bir biyodizel kaynağı olarak Salvia candidissima bitkisinden hidro distilasyon yöntemi kullanılarak yağ elde edilmiş, elde edilen yağ ile transesterifikasyon reaksiyonu sonucunda biyo yakıt elde edilmiştir. Reaksiyon sonucunda elde edilen biyodizel fosil kökenli yakıt olan dizel yakıtı ile %10 hacimsel olarak karıştırılmıştır. Elde edilen karışım ve dizel yakıtı; dört silindirli, dört zamanlı, su soğutmalı ve direkt enjeksiyonlu olan bir dizel jeneratör motorunda aynı parametrelerde test edilmiştir. Motor devri dakikada 1500 devirde sabit tutularak farklı yüklerde biyodizel ve dizel yakıtı ürettikleri egzoz emisyonları bakımından karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda biyodizel yakıtın motorda yakılması sonucunda dizel yakıta göre; Karbonmonoksit (CO), Hidrokarbon (HC) ve emisyon gazı sıcaklıklarında azalma, Karbondioksit (CO_2) ve Azotoksit (NO_x) salınımlarında ise artış görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Salvia candidissima, Biyoyakıt, , Egzoz emisyonu

1.GİRİŞ

Birleşmiş Milletler tarafından hazırlanan rapora göre yaklaşık 7,7 milyar olan dünya nüfusunun 2050 yılında iki milyar kişi daha artarak 9,7 milyar kişi olacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca bu raporu hazırlayan uzmanlar, olağanüstü olay/olaylar olmaması durumunda içerisinde bulunduğumuz yüzyılın sonunda dünya nüfusunun 11 milyara ulaşacağını tahmin etmektedirler. Ayrıca Uluslararası Enerji Ajansı'nın raporlarından da 14 milyar ton eşdeğer petrol (TEP) olan dünya birincil enerji tüketimininde gelecek 20 yıl içerisinde %45 oranındaki artış ile 20,3 Milyar TEP seviyelerine ulaşacağı tahmin edilmektedir [**1].** Farklı ülkelerin farklı seviyede enerji talebi olmasına karşın küresel ölçekte enerji talebinin hızla arttığı ve bu artışın, büyük bir hızla devam edeceği öngörülmektedir **[2**]. Enerji Kaynaklarının Tüketim Oranları petrol %33, Doğalgaz %24, Kömür % 30 Nükleer %4, Hidro %7 ve yenilenebilir %2 şeklinde gerçekleşmektedir **[3**]. Bu oranlara göre fosil yakıt rezervleri sürekli artış gösteren küresel enerji ihtiyacından dolayı hızla azalacaktır [**4]**. Fosil yakıt rezervlerinin tükenecek olmasının yanı sıra zararlı çevresel etkileri de söz konusudur. Belirtilen bu olumsuz nedenlerden dolayı alternatif enerji kaynaklarına yönelme ivme kazanmıştır. Doğal çevreden sürekli veya tekrar tekrar elde edilebilen enerji çeşidi yenilenebilir enerjidir **[7,5].** Doğal kaynaklardan kolayca elde edilebilen yenilenebilir enerji, enerji tüketiminin artmış olduğu günümüzün gereklerine uygun bir alternatif enerji üretim türü olarak görülüyor. Doğada zaten mevcut olan ayrıca zaman içerisinde tükenmeyen yenilenebilir olan bu enerji türleri; Güneş, rüzgâr, dalga enerjisi vb. alternatif enerji olarak sunulabilir **[6**]. Yenilenebilir ve fosil yakıtlara alternatif olabilen bu enerji türlerinin oluşabilmesi için petrol türevli

yakıtlar gibi uzun yıllar geçmesine gerek olmadığı gibi çevre üzerindeki hava kirliliği vb. olumsuz etkilerinde önüne geçmektedir. Ayrıca petrol türevli kaynaklar gibi tükenme yerine, kaynaklarında süreklilik olması tercih sebeplerindendir [**8**]. Güneş, rüzgâr, dalga vb. doğa unsurlarından elde edilebilen ve sürdürülebilirlik özelliği taşıyan bu enerji türlerinin tükenme hızı kendini yenileme hızından düşük olduğundan tamamen tüketilmesi söz konusu olmamaktadır. Yenilenebilir enerji türlerinin bu özelliklerinin aksine petrol türevli yakıtların atmosfere olumsuz etkileri ve tüketimlerinin çok hızlı olması yenilenebilir enerji türlerinin ön plana çıkma sebeplerindendir **[9].** Yenilenebilir enerjinin; organik atıkların fermente edilmesi sonucunda elde edilen gazın ısınma, elektrik enerjisi elde edilmesi ve taşıtlarda yakıt olarak kullanılması türüne biyogaz, güneş panelleri aracılığı ile güneş ışınlarından direkt olarak faydalanılmasına güneş enerjisi, rüzgar türbinleri aracılığı ile havanın kinetik enerjisinden yararlanarak elektrik enerjisine dönüştürülmesi rüzgar enerjisidir **[10**]. Bitkisel veya hayvansal yağlardan belirli işlemler sonrası elde edilen yakıta ise biyodizel denmektedir.

Biyodizel setan sayısı, viskozite, buharlaşma ısısı, alevlenme sıcaklığı vb. kimyasal ve fiziksel özellikler bakımından dizel yakıt özellikleri ile benzerlik gösterdiği için belirli oranlarda dizel yakıtı ile karıştırılarak veya karıştırılmadan bir dizel motorunda yakıt olarak kullanılabilir. Hayvansal veya bitkisel yağlardan elde edilen biyodizelin, dizel motorlarında yakıt olarak kullanılmasının birçok avantajı vardır [**11].** Biyodizel petrol türevli yakıt olan dizele göre daha az emisyon salınımına neden olduğu gibi, ülkelerin kendi kaynakları ile elde edilebilmesinden dolayı ülkelerin ihtiyaç duydukları enerji kaynaklarının ithalatında düşmeye neden olmasından ötürü dışa bağımlılığı da azaltacaktır. Motor performansını ve emisyon salınımını da olumsuz etkilemeyen biyodizel hayvansal ve bitkisel atık yağlardan elde edilebildiği için yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Bitkiler güneşten aldıkları ışık enerjisini klorofiller aracılığıyla kimyasal enerjiye dönüştürmek sureti ile besin olarak depolarlar, bu bakımdan biyodizelin kaynağı güneş enerjisi olarak düşünülebilir. Biyodizelin bu sağladığı avantajların yanı sıra dezavantajları da bulunmaktadır. Bu dezavantajlar; hammaddelerinin genel olarak yenilebilir tarımsal ürünlerden seçilmiş olması, üretimi esnasında yüksek miktarda su ihtiyacı duyulması, ilerleyen zamanlarda, tarım alanlarının biyodizel kaynaklarına ayrılmasını sağlamış ve biyodizel kaynaklarının dışında ekilen ürünlerin ekim alanlarını daraltarak gıda fiyatlarının yükselmesine, yüksek miktarda su kullanımına ve biyolojik çeşitlilik kaybına neden olmasıdır **[12-14**]. Bu çerçevede çalışmalar doğal olarak yetişen ve tarım alanları üzerinde hiçbir baskı yaratmayan kaynaklar üzerinde yoğunlaşmıştır **[15-17].** Bu çalışmanın ana amacı da geleneksel yakıtlara bağımlılığı azaltacak, gıda olarak tüketilmeyen, tarım alanlarını işgal etmeyecek şekilde doğal yetişebilen yeni kaynak arayışı çabasıdır. Aynı zamanda zararlı emisyonların azaltılmasında bu çalışmanın asli hedefleri arasındadır. Bundan kaynaklı olarak yerli bir tür olan bilimsel adı salvia candidissima çalışmaya konu edilmiştir.

2. METERYAL METOD

2.1. Salvia Candidissima

Salvia candidissima Lamiaceae familyasındandır. Bu bitki türlerinin çoğunluğu çok yıllık olmasının yanında iki ve tek yıllık olanları da vardır [18]. Salvia bitki türü dünyanın her iki yarım küresinde, özellikle tropik ve subtropik bölgelerle, Akdeniz çevresi ve Orta Avrupada bulunmaktadır [19]. Bu bitkinin tür sayısını araştırmacılar 1000 kadar olduğunu belirtmektedirler [20]. Salvia cinsinin Ülkemizde 95 türü bulunmaktadır [21]. Bunlardan 51 tanesi endemik tür sınıfındadır [22] Salvia candidissima ise genellikle Yunanistan, Irak, İran ve ülkemizin bazı bölgelerinde bulunur [23]. Dik gövdeli 30-60 cm boyunda üstten dallanan çok yıllık çalı formda bir bitkidir [24]. Yaprakları yoğun tüylü, basit, oblong-genişçe ovat, çiçek durumu panikulat, sarımsı yeşil korolla beyazdır. Kayalık kireçtaşı ve şist bayırlarda bulunur. Genellikle 700-2000 m rakımda yetişir. Uçucu yağ ana bileşenleri:

Camphor (%28.94), bornyl acetate (%12.80), borneole (%9.44), beta-cadinene (%5.88), alpha-caryophyllene (%5.40), 1.8-cineole (%5.15) [7]. Bu çalışmada kullanılan Salvia candidissima bitkisi Tunceli ili Ovacık ilçe kırsalında toplanmıştır ve burada glabor yöresel adıyla isimlendirilmektedir.

2.2. Yağın Hazırlanması

Toplanan salvia bitkisi ayıklanma işleminin ardından yağ eldesi için uçucu bileşiklerde yaygın olarak kullanılan geleneksel bir yöntem olan Clevenger tipi bir aparatla destilasyon işlemi uygulanmıştır. Yöntemin esası; Bitki yaprakları soğutucu ile bağlantılı halde bulunan cam balon içerisindeki su ile 2-4 saat kaynatılarak su buharı ile hareket etmesi sağlanan yağ moleküleri bir soğutucuda yoğunlaştırılmak sureti ile yağ molekülerinin sudan ayrıştırılmasına dayanmaktadır **[25].**

2.3. Biyodizel Üretilmesi

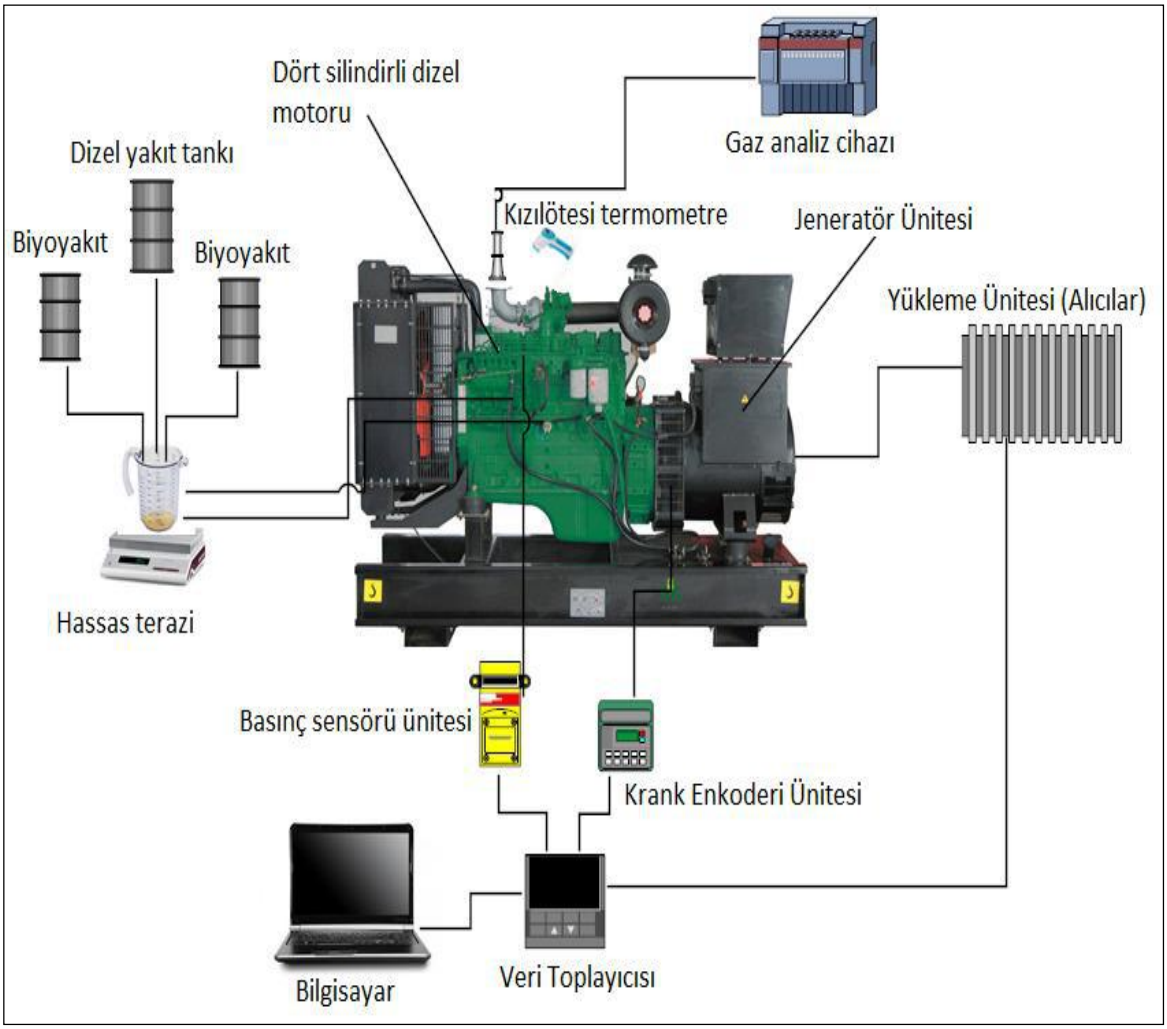
Transesterifikasyon reaksiyonu, bitkisel ve hayvansal yağların dizel yakıt özelliklerine yakın hale getirilmesinde kullanılan bir kimyasal yöntemdir. Bu reaksiyonda bitkisel yağ, alkolün katalizör olarak kullanılması sonucunda gliserin ve yağ asidi esteri oluşturmak amacı ile reaksiyona girmektedir. Bitkisel yağların muhteviyatı yaklaşık %97'si trigliserid, %3'ü di-,monogliserid ve eser miktarlarda serbest yağ asitlerinden oluşmaktadır **[26]**. Bitkisel yağ asit esterleri, ethanol ile belirli koşullarda reaksiyona sokulması sonucunda daha düşük yeni esterler elde edilebilmektedir **[27]**. Elde edilen yağların kimyasal ve fiziksel özellikleri dizel yakıtların kimyasal ve fiziksel özelliklerine yaklaştığı için dizel yakıt ile çalışan motorlarda doğrudan yakıt olarak kullanılmasına olanak sağlamaktadır **[28].** Bu çalışmada da üretim maliyetinin düşüklüğü, daha az deneysel ekipmana ihtiyaç duyulması ve bu işlemin kolaylığı nedeniyle transesterifikasyon reaksiyonu tercih edilmiştir. Öncelikle içinde bir manyetik karıştırıcı bulunan ısıtıcıda bitkisel yağ 60 ^{o}C kadar ısıtılmıştır. Bu sıcaklıkta, bitkisel yağ oranının %20 si kadar metil alkol içinde %1,5 – 2 g KOH katalizörü karıştırıcı yardımı ile alkolün içerisinde çözdürüldü ve sabit sıcaklıktaki yağa eklenmiştir. Reaksiyon 2 saat sürdürülmüş ve sonrasında 24 saat oda sıcaklığında beklemeye bırakılmıştır. Bu işlem sonrasında daha yüksek viskoziteye sahip bir gliserol tabakası oluşmuştur. Gliserol tabakası karışımdan ayırma hunisiyle toplanmıştır. Biyodizelin, yakıt olarak gösterdiği performans saflığına bağlı olduğundan, reaksiyondan sonra saflaştırılmalıdır. Bunun için en yaygın yöntemlerden biri, su ile yıkanmasıdır. Bundan dolayı bu çalışmada artık katalistler, metanol, sabun ve gliserol gibi çözünebilir kirliliklerin giderilmesi için yıkama işlemine tabi tutulmuş ve elde edilen biyodizel dizel yakıtına hacimsel olarak % 10 eklenmiş SB-10 olarak isimledirilmişlerdir. Deney yakıtının özellikleri Tablo 2.3'te verildiği gibidir.

Tablo 2.3 Deney Yakıtlarının Yakıt Özellikleri

Özellik	MCP-100	D2	SB	(EN 14214)
Yoğunluk(kg/L)	0,905	0,848	0,897	0.860–0.900
Kinematik Viskozite (40°C)mm^{2}/s	2,27	2,73	2.0	3,5 - 5
Parlama Noktası (^{o}C)	-	67	-	> 101
Isıl değer (MJ/kg)	-	45.3	-	

2.4 Deney Motoru

Deneyler, özellikleri Tablo 2.5'te verilen bir dizel jeneratör motoru ile yapılmıştır. Şekil 2.4'te deney test düzeneğinin şematik görünüşü verilmiştir. Egzoz manifoldu sıcaklık ölçümleri kızıl ötesi termometre ile gerçekleştirilmiştir. Egzoz gazı emisyon ölçümünde teknik özellikleri Tablo 2.4'te verilen Capelec Cap 3200 model egzoz gazı analiz cihazı ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.4 Yakıtların Test Edildiği Deney Düzeneğinin Şematik Görünüşü

Tablo 2.4 Capelec Cap 3200 Gaz Analiz Cihazın Teknik Özellikleri

Parametre	Ölçme Aralığı	Hassasiyet
HC	0-20000 ppm	1 ppm
CO_2	%0-20	%0,1
CO	%0-15	%0,001
O_2	%0-21,7	%0,01
NO_x	0-5000 ppm	1 ppm

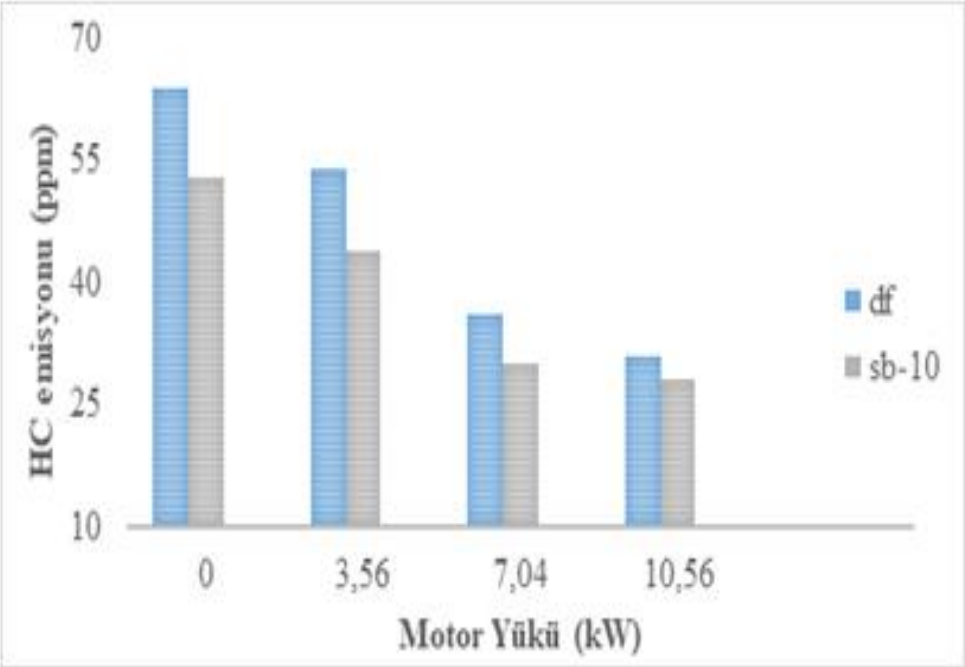
Motorun yüklenmesi jeneratöre alıcı bağlayıp elektrik enerjisini üç farklı kademede 16A, 32A ve 42A çekmek suretiyle yapılmıştır. Tablo 2.5'te deneylerde kullanılan dizel motor teknik Özellikleri verilmiştir. Motor gücü (P_e) jeneratörün gösterge panosundan okunan akım şiddeti (I) ve gerilim (V) değerlerinin çarpılmasıyla elde edilmiştir.

Tablo 2.5 Deneylerde Kullanılan Dizel Motorunun Teknik Özellikleri

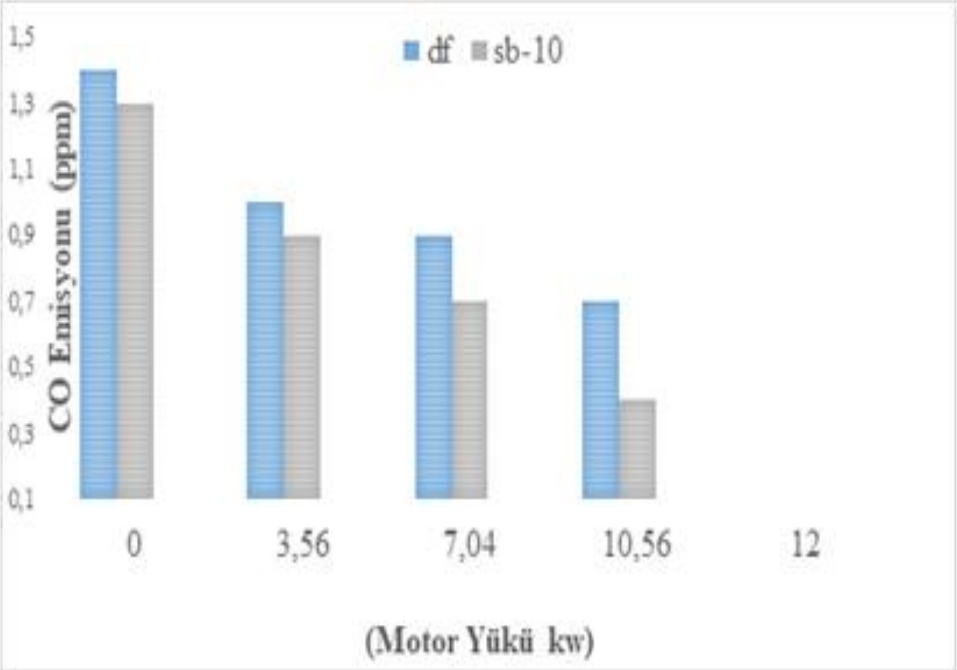
Üretici	NWK22
Motor gücü@1500d/d	18kW
Motor soğutma sistemi	Su soğutmalı
Emme sistemi	Doğal emişli
Motor modeli	4DW81-23D
Çap Strok (mm)	85x100
Silindir sayısı	4
Yanma sistemi	Direk enjeksiyon
Kompresyon oranı	17:1

3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Şekil 3.1'de test yakıtlarının HC emisyon değişimleri verilmiştir. Düşük yüklerde yüksek olan HC emisyonlarının, karışımın zengin ve türbülansın az olması nedeniyle yanmanın kötüleşmesi nedeniyle oluştuğu düşünülmüştür. Motora yapılan yüklemenin artması ile yüksek olan HC emisyonları bütün yakıtlar için önemli derecede azalmıştır. Ayrıca [SB-10] yakıtının kullanımı ile [DF] yakıtına oranla %15.92 ppm azalmalar görülmüştür. Muhtemel sebebi Biyoyakıt içeriğindeki oksijenin oksidasyonu arttırdığı şeklinde düşünülmüştür **[5].** DF yakıtı ile salvia tabanlı biyoyakıt karışımlarının CO emisyonu değişimi Şekil 3.2 incelendiğinde, DF yakıtına kıyasla SB-10 yakıtı ile %25 oranında azalmalar belirlenmiştir. Biyo yakıt kullanımı ile elde edilen CO emisyonunda ki bu azalmaların temel sebebinin setan sayısının ve oksijen içeriklerinin yüksek olması dolayısı ile yanmanın iyileştirdiği şeklinde yorumlanmıştır.

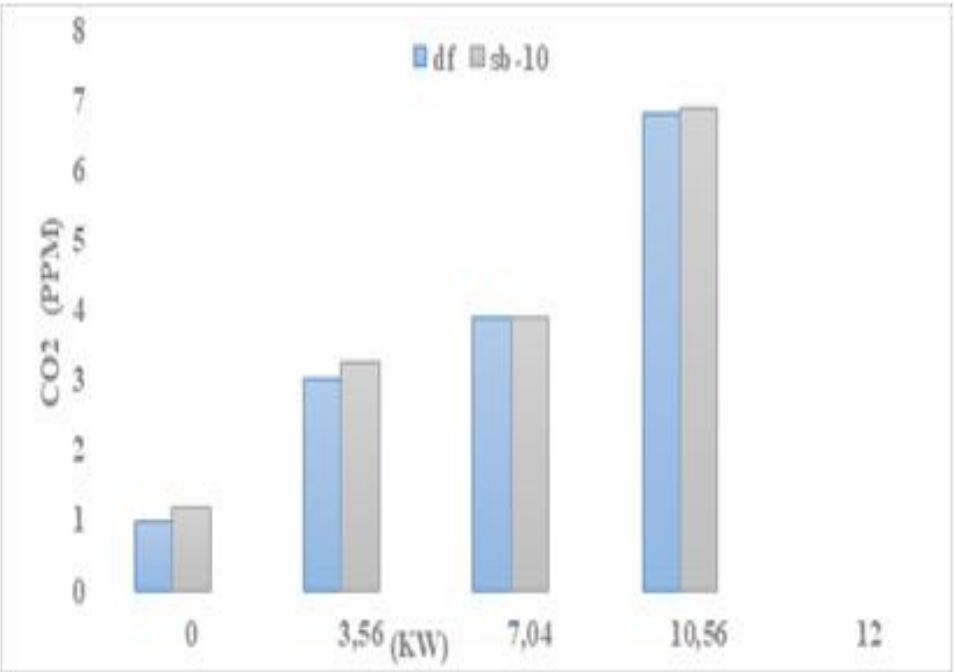


Şekil 3.1 Test yakıtlarının motor gücüne bağlı olarak HC emisyon değişimleri



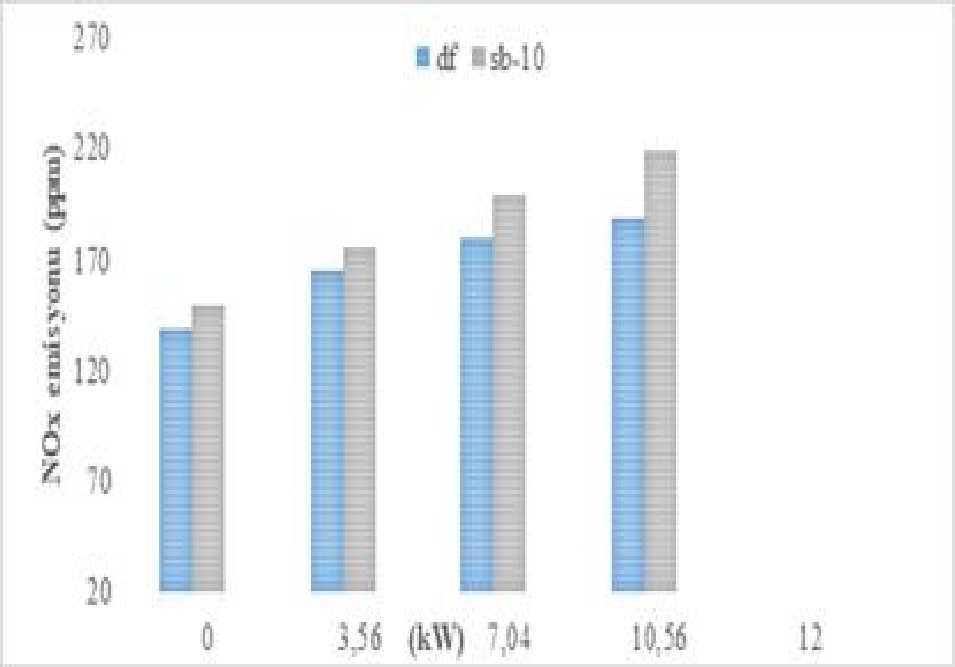
Şekil 3.2 Test yakıtlarının motor gücüne bağlı olarak CO emisyon değişimleri

Egzoz emisyon ürünleri içerisinde karbondioksitlerin bulunması tam yanmanın gerçekleştiğini göstermesinden dolayı önemli bir parametredir. Günümüzde en önemli çevre sorunu, sera etkisi nedeni ile küresel ısınmaya neden olan CO_2 emisyonunudur. (DF) ve (SB-10) test yakıtları motorun sabit devir farklı yükleme durumlarına bağlı CO_2 emisyonu değişimi Şekil.3.3'te grafik halinde gösterilmiştir. Düşük motor yüklerinde her iki test yakıtı için CO_2 emisyonları düşük çıkmıştır. 10.56 kw yükleme durumunda maksimum CO_2 değerleri elde edilmiştir. Grafiğin geneline bakıldığında Salvia biyodizeli karışımı yakıtı SB-10 ile dizel yakıtına oranla, %3.50 daha yüksek CO_2 emisyonu ürettiği tespit edilmiştir.



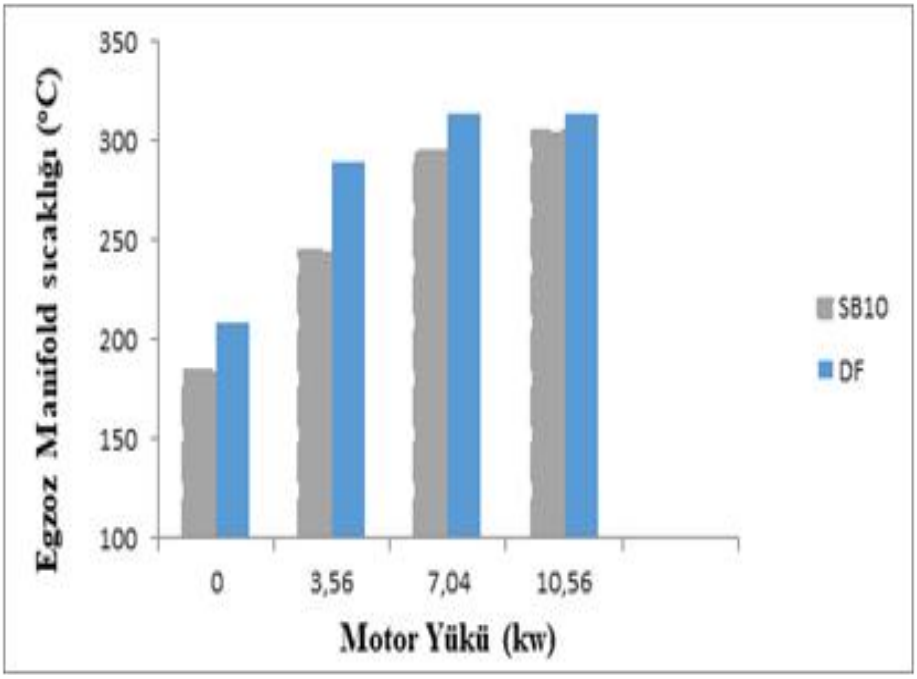
Şekil 3.3. Test yakıtlarının motor gücüne bağlı olarak CO_2 emisyon değişimleri

Bir diğer atmosfer kirletici emisyon olan azot oksitlerin (NOx)'in kaynakları içten yanmalı motorlar ve sabit yakma tesisleridir. Bu emisyonlar doğalgaz çevrimine dahil olarak Nitrik Asit (HNO_3) oluşumuyla sonuçlanan zincirleme reaksiyonları tamamlamaktadırlar. Deneylerde kullanılan yakıtların emisyon ölçümlerinde azot oksit miktarlarının sabit devirde yüke bağlı değişimi Şekil 3.4'te gösterildiği gibidir. SB-10 yakıt kullanımı ile dizel yakıtına kıyasla %9.30ppm NOx artışı belirlenmiştir.



Şekil 3.4. Test yakıtlarının motor gücüne bağlı olarak NOx emisyon değişimleri

Sabit motor devrinde farklı motor yüklerine bağlı egzoz manifoldu sıcaklığı [EMS] değişimleri şekil.3.5.de verilmiştir. [DF] yakıt kullanımıyla [SB-10] yakıta kıyasla daha yüksek [EMS] elde edilmiştir. Maksimum değerlerin elde edildiği 10,56 kw yüklerde [DF] yakıt için maksimum 314 ˚C, iken [SB-10] için 305 ˚C olarak ölçüm yapılmıştır. Yanma odasına giren biyodizel içerikli yakıtın [SB-10] oksijen ihtiva etmesine rağmen [EMS] değerlerindeki azalmalar literatürde de belirtildiği gibi biyodizel yakıtların [DF] yakıtına göre daha düşük ısıl değere sahip olmaları ayrıca yanma sürelerinin [DF] yakıtına göre daha kısa olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 3.5. Test yakıtlarının motor gücüne bağlı olarak EMS değişimleri

4. SONUÇLAR

Salvia candidissima biyodizelinin dizel motorunda kullanımı ile elde sonuçlar şu şekildedir;

- SB-10 yakıt kullanımı ile dizel yakıtına kıyasla %9.30 ppm emisyon artışı belirlenmiştir.
- Salvia biyodizeli karışımı yakıtı SB-10'nun dizel yakıtına oranla, %3.50 daha yüksek CO_2 emisyonu ürettiği tespit edilmiştir.
- HC emisyonlarında SB-10 yakıtının kullanımı ile DF yakıtına oranla %15.92 ppm azalmalar görülmüştür.
- DF yakıtına kıyasla SB-10 yakıtı ile %25 oranında azalmalar belirlenmiştir.
- Elde edilen sonuçlar, Salvia candisisima biyodizelinin yüksek oksijen içeriğinin, yanma reaksiyonunda önemli genel iyileşmelere yol açtığını göstermektedir.

KAYNAKLAR

[1] IEA, " OECD and Non-OECD Countries Energy Statistics"International Energy Agency, Erişim Tarihi: 12.11.2012. http://www.iea.org/stats/index.asp

[2] EIA, International Energy Outlook -2011, Energy Information Administration, Erişim Tarihi: 08.02.2013 www.eia.gov/ieo

[3] EIE, "Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası, GEPA" Yenilenebilir Enerji Kaynakları Genel Müdürlüğü, Erişim Tarihi: 01.01.2013 http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx

[4] EIE, "Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası ve İşletmedeki RES santraller, Erişim Tarihi: 02.09.2012 http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/ruzgar.aspx

[5] Erişim Tarihi: 10.11.2018, http://www.Enerjibes.Com/Yenilenebilir- Enerji-Kaynaklari-Nelerdir

[6] Neil Schlager And WeiSBlatt (Ed.), Alternative Energy Volume Three, Library Of Congress Cataloging İn Publication Data, Thomson Gale, 2006; s.381 50

[7] Akaydın, M. (2005). Akdeniz Üniversitesi Sıfır Emisyon Kampus Stratejisi. www.akdeniz.edu.tr adresinden 04.12.2008 tarihinde indirilmiştir.

[8] Kumbur, H., Özer, Z., Özsoy, D. H., Avcı, E. D. (2005). Türkiye'de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması. III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Bildiriler

[9] Erişim Tarihi: 10.11.2018, http://www.fizik.us/alternatif-enerji/6.-biyokutle-enerjisi.html

[10] Erişim Tarihi: 10.11.2018, http://www.ekoses.com/ekolojikyasamportali/bpg/publication

[11] Yıldız .,M., Atık Yağlardan Biyodizel Üretimi ve Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi. 2008

[12] Özesen A. N., Çanakçı M. 2009. Biyodizel ve Karışımlarının Kullanıldığı bir DizelMotorda Performans ve Emisyon Analizi, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15(2):173-180.

[13] Dobrucalı, E. Biyodizelin Bir Gemi Dizel Motorunun Performansına Olan Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Mayıs 2007

[14] Tüccar, G., 2011. Biodiesel Productıon From Mıcroalgae. Msc Thesıs Çukurova Unıversıty Instıtute of Natural And Applıed Scıences, Adana

[15] Ahmed, A.S., Khan, S., Hamdan, S., Rahman,R., Kalam,A., Masjuki , H.H. and Mahlia, T.M.I., 2010. Biodiesel Production from Macro Algae as a Green Fuel for Diesel Engine, Journal of Energy & Environment, 703-726.

[16] Niraj, S., Topare, V. and C, Renge., 2011. Biodiesel from Algae Oil as an Alternative Fuel for Diesel Engine, 2(2-3), 116-120 May-December.

[17] Özler M.A., Duru M.E., Diri H.A. and Harmandar M., 2009. Antioxidant activity and chemical composition of the essential oil of Salvia candidissima Vahl. Growing Wild in Turkey. In: I International Medicinal and Aromatic Plants Conference on Culinary Herbs. Antalya. Edited by: Turgut, K; Onus, AN; Mathe, A.,Acta Horticulturae, 826: 363-369

[18] Ozer H., Altun A., Saraydin S.U., Soylu S., Goktas S., Tuncer E., Inan DS., Koksal B., Temiz T.K. and Tepe B., 2013. Antitumoral effects of Salvia absconditiflora Greuter & Burdet syn. Salvia cryptantha Montbret & Aucher ex Benth. on Breast cancer. Indian Journal of traditional knowledge, 12(3): 390-397

[19] Ozer H., Kilic H., Baris O., Adiguzel A. and Gulluce M., 2007. Composition of the essential oil of Salvia longipedicellata from Turkey. Chemistry of Natural Compounds, 43 (2): 230-231.[2] (Celep ve ark., 2009),

[20] Bayram E. (2001). A study on selecting suitable types of the Anatolia sage (Salvia fruticosa Mill.) in the flora of western Anatolia. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 25, 351-357

[21] İpek A., Gurbuz B., Bingol M.U., Geven F., Akgul G., Rezaeieh K.A.P. and Cosge B., 2012. Comparison of essential oil components of wild and field grown Salvia cryptantha Montbert & Aucher ex Benthan, in Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 36 (6):668-672

[22] Özler M.A., Duru M.E., Diri H.A. and Harmandar M., 2009. Antioxidant activity and chemical composition of the essential oil of Salvia candidissima Vahl. Growing Wild in Turkey. In: I International Medicinal and Aromatic Plants Conference on Culinary Herbs. Antalya. Edited by: Turgut, K; Onus, AN; Mathe, A.,Acta Horticulturae, 826: 363-369

[23] Al-Qudah M., Al-Jaber H., Zarga MHA, Orabi STA. (2014). Flavonoid and phenolic compounds from Salvia palaestina L., growing wild in Jordan and their antioxidant activities. Phytochemistry, 99: 115-120

[24] Alizadeh A. (2013). Essential oil constituents, antioxidant and antimicrobial activities of Salvia virgata Jacq. from Iran. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 16:2, 172-182

[25] Fakhari, A. R., Salehi, P., Heydari, R., Ebrahimi, S. N., Haddad, P. R., 2005 Hydrodistillation-Headspace Solvent Microextracti On, A New Method For Analysis Of The Essential Oil Components Of Lavandula angustifolia Mill. J.of Chromatography A, 1098, 14-18.

[26] Vellguth, G., 1984. “Performance of Vegetable Oils and Their Monoesters As Fuels For Diesel Engines”, SAE 831358.

[27] Kush, F., 1982. “Transesterification of Vege-table Oils for Fuels”, Vegetable Oils Fuels Proceedings of the International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels, ASAE August.

[28] Vellguth, G., 1984. “Performance of Vegetable Oils and Their Monoesters As Fuels For Diesel Engines”, SAE 831358.

[29] Hsieh W-D, Chen R-H, Wu T-L, Lin T-H. Engine performance and pollutant emission of an SI engine using ethanolegasoline blended fuels. Atmos Environ 2002;36(3):403e10.

THE COST OF BUILDING AN ECOLODGE IN DUHOK GOVERNORATE, NORTHERN IRAQ

Doç. Dr. Zehra ŞAPCI AYAS
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet TÜRKMENOĞLU
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü
Araz BAHJAT ABDULLAH
(Yüksek Lisans Öğrencisi) Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü

ABSTRACT

Nature-based tourism is a broad term that covers all tourism experiences centered on wild or natural environments. An ecolodge (bungalow) is a small hotel or guesthouse that incorporates local architectural, cultural and natural characteristics, promotes environmental conservation, and produces social and economic benefits for local communities. There are many, many good natural areas to build an ecolodge in Duhok governorate, Northern Iraq. These can be in forested settings, in the mountains, beside rivers, lakes or near villages.

In our project, we used abundant and cheap natural building materials. Because, tourists want to an ecolodge to be built of wood, bamboo, etc. For road construction in this project, we chose the natural stones. This project was built according to 25 ecolodges, which dispersions were selected as 15 numbers of 1+1 room, 7 numbers of 2+1 room, and 3 numbers of 3+1 room. In our project also have some private rule and laws most of these laws good for tourists' health such as no smoking, no alcoholic drinks, only natural eating and drinking (herbal tea, village eggs, herbal oil, natural vegetables, fruit juice etc.). Regarding this study result, which be ecofriendly and profitable for rural people, total construction cost of these ecolodge complex, is depreciated after 5 years.

Keywords: Ecotourism, Ecolodge, Costs, Naturel Materials

1. Introduction:

The history of tourism spans over thousands of years. Travel and tourism have grown since and have today become the largest business sector in the global economy, providing more than 230 million jobs worldwide (TIES, 2006). The immense industry is very complex with several different kinds of tourism and tourists, and includes stakeholders of sizes ranging from multinational chains to small, family-run businesses. The United Nations Environment Programme (UNEP) states that the three main areas of impact caused by the tourism industry are depletion of natural resources, pollution, and

physical impact (UNEP, 2010). On the other hand, tourism can offer strong economic support to a developing country. The International Ecotourism Society (TIES) claims that tourism today is one of the main sources of foreign exchange to 83 % of the world's developing countries, and the main source of foreign exchange to one third of the poorest countries (TIES, 2006). Nature-based tourism (NBT) or leisure travel to natural areashas shown tremendous growth over the past two decades (Balmford et al., 2009) and is expected to keep growing from an estimated 7% of global tourism in 2007 to as much as 25% by 2020 (Honey, 2008). Together with the closely related area of ecotourism or NBT that actively contributes both to conservation as well as local livelihoods it is often promoted as a winwin scenario in which tourists have an enjoyable experience, tour operators earn a good profit, funds are raised for environmental conservation, and livelihoods within local communities are improved (Higham, 2007; Honey, 2008; Stronza & Durham, 2008). Nature-based tourists who enjoy their experience may then be open to becoming more deeply involved in adopting pro-environmental behaviors (Ballantyne & Packer, 2011). Nature-based tours have indeed been shown to be a powerful mechanism for transforming the environmental behavior of some visitors (Ballantyne & Packer, 2011; Christie & Mason, 2003; Powell, Brownlee, Kellert, & Ham, 2012). They can enhance environmental knowledge, attitudes, and behavioral intentions through meaningful, firsthand opportunities with wildlife, natural history, and conservation messaging (Ballantyneet al., 2011; Powell, 2005; Powell & Ham, 2008). Such experienceswhen individuals are eager to learn something new and do something different may in turn prime long-term learning (Falket al., 2012). Not surprisingly, visitors may leave NBT experiences poised to undertake action (Ballantyneet al., 2010, 2011; Powell, 2005) or serve as "opinion leaders" on environmental issues in their respective communities (Crompton & Lamb, 1986). An ecolodge is a small hotel or guesthouse that incorporates local architectural, cultural and natural characteristics, promotes environmental conservation, and produces social and economic benefits for local communities.

The number of ecolodges worldwide seems to have increased rapidly the last decade, but a stated and commonly used definition is difficult to find. Osland & Mackoy (2004) describe ecolodges as "the accommodation facilities and services established in, or very near, natural areas visited by ecotourists". This broad definition, that could include a Hilton hotel next to Central Park, narrows down considerably by further describing ecolodges as "a critical component of ecotourism since their design and operation influence the natural environment, their employment practices and purchases affect the local community, and the ways they serve their guests have an impact on the education and satisfaction of ecotourists". This definition brings up good examples of environmental, social and economic sustainability and points out how intricately the ecolodge is connected to its surroundings and to ecotourism. The design should be "integrated with the natural environment versus developed as an enclave", the food should be "good-and-hearty versus gourmet", and the activities should be based on nature education as opposed to being "relaxation and facility based". These factors show an ambition to educate the visitors about and have the lodge blend in with the local environment, rather than trying to adapt the local environment to the lodge: making the surroundings the main attraction, not the lodge.

North of Iraq is well known by its remarkable landscape diversity, cultural richness and historic tourist attractions (Youssef et al., 2019). This diversity richness promotes an interesting and lucrative opportunity for investing in tourism/ecotourism activities (Tourist guide, 2005; IOR, 2014). In addition, it is a part of the Mesopotamian Region "cradle of civilization" that its location can become one of the most important international tourism destinations. In the new global economy, these tourism activities have become a central issue, in recent decades, for development and economic significance in several provinces like Duhok (Tourist guide, 2005). For example, the North of Iraq territory is gradually gaining recognition as a best tourist destination distinct from the rest of Iraq mainly due to its relative stability, peaceful and socio-cultural richness diversity and thus attracting increased tourism-related investment (IOR, 2014 and 2018). By way of illustration, over 500 archaeological and historic sites exist in Erbil province alone (Tourist guide, 2005).

Therfore the main objective of these study are to decrease the the affects of tourists complex on the environment and creating new type of tourism withe minimum affect to the environment and this project is very important for relaxing and listening and Minimize physical, social, behavioral, and psychological impacts.

2. Materials and methods

2.1 Site selecting

Where should you build an ecolodge? This is a very good question because if you build in the wrong spot, your investment will be lost. The good news is that there are many, many good natural areas to build an ecolodge in Duhok governorate, Northern IRAQ. These can be in forested settings, in the mountains, beside rivers, lakes or near villages. If you are building in town, there should be an adequate buffer zone between the ecolodge and large infrastructure such as roads, big buildings or commercial structures. Tourists like quiet, relaxing surroundings with a view. You should not build too close to archaeological or religious sites, areas that flood, or sensitive natural habitats such as animal breeding sites. When preparing a site for construction, cut as few trees as possible and try to position your rooms along the natural slope of the land. Do not clear the whole area expecting to plant trees again later. It will be many years before the trees you cut down grow back. If there is a natural slope or hills where you are building, take advantage of any opportunities you have to enhance the view from each room and the restaurant. Also consider water drainage and erosion if your land is located on a hill or riverbank.

Sherana valley in the province of Duhok has been one of the hottest tourist destinations in the northern Iraq this summer thanks to its stunning landscape and nature. The place remained untouched until recently. The location resides in the mountains, meaning people have to hike at least for two hours before reaching the spot. People on social media have called Gali Sherana "the paradise of northern Iraq" with its blue water and stunning view. The water is extremely cold and crystal clear.

Tourists have called on the government to build an appropriate road to the area and provide more services. Many concerned environmentalists and outdoor enthusiasts have also urged the government to protect the area and keep it pristine, calling on them to establish rules and force visitors not to throw

or leave their garbage behind and clean up after themselves.

2.2 Building materials

In our project we using abundant and cheap natural building materials Remember, tourists want an ecolodge to be built of wood, bamboo, tile, and stone.

Use as much wood and bamboo in the general construction as possible. It is fine to show the timber frames of an ecolodge; tourists find this very appealing. You can make sturdy foundations for the ecolodge's main support pilings with stone or brick, and it is suggested that you lay natural colored earthenware tiles in the bathroom. Another possibility is to use walls made of cement or plaster over bamboo frames. These are all inexpensive materials that lower your investment costs and are what tourists like. Do not paint the beautiful wood you build with. Instead apply teak oil, "cuprinol" or "timbershield" to enhance its beauty.

The restaurant is an essential structure that should be built first. Why? Because a restaurant will allow you to produce immediate cash flow and draw additional customers that are not staying at your ecolodge. When people eat at your restaurant they also have the chance to see the ecolodge's nicely designed rooms and garden. Also, another reason to build the restaurant first is that because ecolodges are generally located outside of town, your guests will need somewhere to eat! The restaurant should be located at a central and easily accessible location. It should not be too close to the rooms because guests will be bothered by noise from the restaurant or the exhaust from kitchen fans. Odors from kitchen waste should not be blowing into guest's rooms or the restaurant. If there is a view of mountains, a river or any other attractive natural feature from your property, consider building the dining room in a place where tourists can have a full, unobstructed view from their tables. Build both open air and covered dining areas because tourists like to eat under the stars, and there is only vitamin bar don't have any alcoholic bar and don't have smoking place according to complex rules.

For road construction in this project we use the natural stones (old stones) because this stone is eco-friendly and low cost and its good for ecolodge projects.

2.3 Composition of complex:

The complex composed of both restaurants, market, Vitamin bar, W.C and listening rooms. We have 3 eating males Breakfast, Lunch and Dinner and in each meal 1 drink in restaurant. In market also don't have gazes and alcoholic drinks and chips. Have the card system to payment. The main services will be: health center for emergency cases, ambulance, fire extinguisher, earthquake attentions, scuba diver, tour guide to local natural and cultural tourist attractions, Private barbecue place. And we have the nature based tourism activities in this project like:swiming, fishing, bysecling, hiking, rafting, jeep safari etc.

2.4 number and size and prices of ecolodges:

In our project we have 25 building with Three deferent sizes including 15 numbers of 1+1 ecolodges

and 7 numbers of 2+1 and 3 numbers of 3+1 ecolodges for big families. Number of 1+1 ecolodges is 15 buildings and the capacity of each 1+1 ecolodge is 3 persons. The price of this ecolodge is 150$/night with 3 meal eating and 1 drink for each meal. Number of 2+1 ecolodges is 7 buildings and the capacity of each 2+1 ecolodge is 5 persons. The price of this ecolodge is 250$/night with 3 meal eating and 1 drink for each meal. Number of 3+1 ecolodges is 3 buildings and the capacity of each 3+1 ecolodge is 7 persons. The price of this ecolodge is 300$/night with 3 meal eating and 1 drink for each meal.

3. Results, calculating the costs and annual profits of project:

3.1 costs:

Cost of ecolodges construction, according to our research's and interviews with some construction companies the costs of our ecolodges will be 150$/m^2.

The area of 1+1 ecolodges will be 90 m^2
150$ x 90 = 13500$ per 1 ecolodge (1+1)
15 x 13500$ = 202500$ total costs of 15 numbers of 1+1 ecolodges

The area of 2+1 ecolodges will be 130 m^2
150$ x 130 = 19500$ per 1 ecolodge (2+1)
7 x 19500$ = 136500$ total costs of 7 numbers of 2+1 ecolodges

The area of 3+1 ecolodges will be 170 m^2
150$ x 170 = 25500$ per 1 ecolodge (3+1)
3x 25500$ = 76500$ total costs of 3 numbers of 3+1 ecolodges

Sum of all ecolodge construction costs is:
202500$ + 136500$ + 76500$ = 415500$ total costs of ecolodge construction
This costs including ecolodge completely (rooms, bath room, wc, electrical lines, furniture).

Cost of complex construction**,** including restaurant, market, vitamin bar, wc and listening rooms.
The complex builds on 700M^2 area. It's also costs 150$/m^2.
700 x 150$ = 105000$ total costs of complex construction.

Cost of Roads construction, the road constructed by natural stones (old stones) and the costs of 1 cubic meter is 7.5$, we have 1000 meter length and 7 meter width of all roads.
1000 x 7 = 7000 M total area of roads
7000 x 7.5$ = 52500$ total costs of roads construction.
This cost includes every road and streets in our village.

Total costs of this village construction are:
Costs of ecolodges = 415500$
Cost of complex = 105000$
Cost of road = 52500$
Total costs of construction are 573000$.

3.2 Annual profits

For 1+1 ecolodges 150$/night - Income
150$ x 15 ecolodges = 2250$/night
2250 x 30 nights x 3 month
202500$ in high season (summer) 100% demand
101250$ in middle season (spring) 50% demand
50625$ in low season (autumn) 25% demand
50625$ in low season (winter) 25% demand
Annual income for 1+1 ecolodges is 405000$/year

The expenses for 1+1 ecolodges is 100$/night
100$ x 15 ecolodges = 1500$/night
1500$ x 30 night x 3 month
135000$ in high season (Summer) 100% demand
67500$ in middle season (Spring) 50% demand
33750$ in low season (Autumn) 25% demand
33750$ in low season (Winter) 25% demand
Annual expenses of 1+1 ecolodges is 270000$/year
405000$ - 270000$ = 135000$ annual profit of 1+1 ecolodges

The annual income and expenses of 2+1 ecolodges by using same previous equation:-
Annual income is 315000$/year
Annual expenses are 233100$/year
Annual profit of 2+1 ecolodges is 81900$/year

The annual income and costs of 3+1 ecolodges by using same previous equation :-
Annual income is 162000$
Annual costs is 121500$
Annual profit of 3+1 ecolodges is 40500$/year

The annual salary of staff and security including:
General Manager, sales manager, 3 personal staff, 3 security, ecotour guide, doctor, 5 persons for

cleaning is 92400$ annually
Cost of maintenance, water and electric is 30000$ annually

Total profits of this village annually are:
135000$ + 81900$ + 40500$ = 257400$ total profit of ecolodges
92400$ + 30000$ = 122400$ total costs
Estimated profit of this village is 257400 - 122400 = 135000$ annually

Total construction costs of this project are 573000$
And annual profit of project are 135000$/year

These mean that total construction cost of these ecolodge complex, is depreciated after 5 years.

4. Conclusion:

Every tourism complex have laws in our project also have some private rule and laws most of this laws good for tourists health : no smoking, do not have alcoholic drinking, have only natural eating and drinking (plant tea, village eggs, flowers oil, natural vegetables, fruit juice etc.).
The nature based tourism village is very important for relaxing and listening and Minimize physical, social, behavioral, and psychological impacts. This project is eco-friendly. Build environmental and cultural awareness and respect. This project profit annually is 135000$ and the costs of instruction this project is 573000$. We need maximum 5 year for recovering construction costs.

References

Tourist Guide (2005). General Establishment of Tourism, Erbil, Northern Iraq.

Wearing, S. and Neil, J. (1999) *Ecotourism: Impacts, Potentials, and Possibilities*. Butterworth Heinemann, Oxford, UK.

Youssef, S., Mahmood, A., Cartereau, M., & Vela, E. (2018). New cytological, morphological, and chorological data on Prospero seisumsianum (Ruk? ans & Zetterl.) Yıldırım (Asparagaceae) from the Zagros area. Turkish Journal of Botany, 42(5), 581-590.

Youssef, S., Galalaey, A., Mahmood, A., Mahdi, H. and Véla, E. (2019). Wild orchids of the Northern Iraq areas: a scientific window on the unexpected nature of the North-Western Zagros.

Amelung, B., Nicholls, S. & Viner, D. (2007). Implications of Global Climate Change for Tourism Flows and Seasonality. Journal of Travel Research, 45, 285-296

Becken S. & Hay J. (2007) Tourism and Climate Change – risks and opportunities. Clevedon: Channel View Publications

Ecotourism in the context of climate change Nyi Nyi Kyaw Director General Forest Department Ministry of Environmental Conservation and Forestry Myanmar 19-21 May 2015.

World Tourism Organisation (WTO). 1998. «Ecotourism: now one-fifth of market». World Tourism

Organisation News, January-February, 6.

Barkin, D. (1996) Ecotourism: a tool for sustainable development in an era of internationalintegration? In: Miller, J.A. and Malek-Zadeh, E. (eds) *The Ecotourism Equation:Measuring the Impacts*. Yale University Press, New Haven, Connecticut, pp. 263–272.

Bidwell Pearce, A., and Ocampo-Raeder, C. (2008) A Montana Lodge and the case for a broadly defined ecotourism. In:Stronza, A., and Durham, W.H. (eds) *Ecotourism and conservation in the Americas*. CAB International. Cambridge, USA.

Borman, R. (1999) Cofan: story of the forest people and the outsiders. *Cultural SurvivalQuarterly* 23, 48–50.

VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ 1. SINIF ÖĞRENCİLERİNDE ANTROPOMETRİK GÖVDE ÇEVRE ÖLÇÜMLERİ İLE BEDEN KİTLE İNDEKSİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Öğr. Gör. Veysel AKYOL
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu
Dr. Öğr. Üyesi Necat KOYUN
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi

ÖZET

Bu çalışmada Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi 1. sınıf öğrencilerinde beden kitle indeksi (BMI: Body Mass Index) ile antropometrik gövde çevre ölçümleri (omuz, göğüs, karın ve kalça) arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Antropometri insan vücudunun anatomik belli özelliklerini inceleyerek standartlarını tespit eden bir yöntemdir. Bireyin ağırlığı ve vücut ölçülerinin belirli noktalarını referans alarak ölçer ve bireyler arasında karşılaştırma olanağı sağlar. Obezite ve zayıflık birçok hastalıkla ilişkilidir. Çevresel, sosyal, fiziksel aktivitede ve besin tüketimi, obezite ve zayıflık gelişimini etkilemektedir. Ölçümler, 18-25 yaş arası 60 kız ve 60 erkek toplam 120 öğrenci üzerinde yapıldı. Fiziksel problemi bulunan, spor geçmişine sahip ve ölçüm günü okula gelmeyen öğrencilerde ölçümler yapılmadı. Ölçümler gönüllülük esasına dayalı olarak gerçekleştirildi. İlk aşamada öğrencilerin vücut ağırlığı ve boyları ölçüldü ve beden kitle indeksi (BMI: Body Mass Index) hesaplandı, ardından antropometrik gövde çevre ölçümleri yapıldı. Vücut ağırlığı ve boy ölçümü için baskül ve boy ölçer kullanıldı. Antropometrik ölçümler için esnek olmayan mezura kullanıldı. Tüm ölçümlerde hata oranını en aza indirmek için ölçümler tek kişi tarafından gerçekleştirildi. Elde edilen veriler SPSS 23 istatistik programı ile analizi yapıldı. Parametreler arasında korelasyonu hesaplamak için çift taraflı Pearson korelasyon testi uygulandı. Test sonucunda BMI oranı ile omuz, göğüs, karın ve kalça çevre ölçümleri arasındaki korelasyon katsayıları (r), istatistiksel olarak kız öğrencilerde; anlamlı olmadığı ($p>0,05$), erkek öğrencilerde ise anlamlı olduğu tespit edildi ($p<0,05$). Hem erkek hem de kız öğrencilerde gövde çevre ölçümlerinin birbirleri arasındaki korelasyon güçlü derecede anlamlı olduğu tespit edildi ($p<0,05$). Kız ve erkek öğrenciler arasında cinsiyete göre karşılaştırma sonucunda kalça çevresi dışındaki tüm parametrelerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edildi ($p<0,001$).
Sonuçlarımızın öğrencilerin ileriki zamanlarda obezite veya zayıflığa karşı sağlıklı yaşam koşullarının oluşturulmasında katkı sağlayacağı ayrıca sağlık ile ilgili bilimsel çalışmalara veri desteği sunacağı kanaatindeyiz.

Anahtar Kelimeler: Antropometri, , beden kitle indeksi, gövde çevre ölçümü, obezite, zayıflık.

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the relationship between body mass index (BMI) and anthropometric trunk circumference measurements (shoulder, chest, abdomen and hip) in the first year students of Van Yüzüncü Yıl University. Anthropometry is a method that determines the standards of human body by examining certain anatomical features. It measures the individual's weight and body

measurements with reference to specific points and allows comparison between individuals. Obesity and weakness are associated with many diseases. Environmental, social, physical activity and food consumption affect the development of obesity and weakness. The measurements were carried out on 120 students, 60 girls and 60 boys aged 18-25 years. Measurements were not performed in students who had physical problems, who had a sports history and who did not come to school on the day of the measurement. Measurements were performed on a voluntary basis. In the first stage, body weight and height of the students were measured and body mass index (BMI) was calculated, followed by anthropometric body circumference measurements. Body and height scales were used for the measurement of body weight. Inelastic tape measure was used for anthropometric measurements. All measurements were performed by one person to minimize the error rate. The data were analyzed with SPSS 23 statistical program. Pearson correlation test was used to calculate the correlation between the parameters. The correlation coefficients (r) between BMI ratio and shoulder, chest, abdominal and hip circumference measurements were statistically significant in female students; was not significant ($p > 0.05$), but it was found to be significant in male students ($p<0,05$). The correlation between trunk circumference measurements was found to be strongly significant in both male and female students ($p < 0.05$). As a result of the comparison between female and male students according to gender, all parameters except hip circumference were found to be statistically significant ($p < 0.001$).
We believe that the results obtained will contribute to the creation of healthy living conditions against obesity or weakness in the future and provide data support for scientific studies related to health.
Key words: Anthropometry, body mass index, trunk circumference measurement, obesity, weakness.

GİRİŞ

Antropometri insan vücudunun belli özelliklerini inceleyip standartlarını ortaya koyan bir yöntemdir. Bireyin ağırlığı ve vücut ölçülerini belirli noktaları referans alarak ölçer ve bireyler arasında karşılaştırma imkanı sağlar (Kanra 1988). Günümüzde insan sağlığını ilgilendiren birçok alanda antropometri kullanılmaktadır. Bilim ve teknolojideki ilerlemeler sonucu ekonomik alım gücündeki artış yetersiz beslenme ile aşırı beslenme gibi sağlık problemlerini arttırmaktadır (Özenoğlu 2001). Eksik ya da aşırı besin alımına bağlı olan düşük doğum ağırlığı, gelişme geriliği, zayıflık ve obezite, boy ve kilo ölçümleri ile saptanmaları mümkündür (Report of WHO Expert Comittee 1995). Şişmanlık harcanandan fazla enerji alımına bağlı olarak ortaya çıkan enerji dengesizliği iken obezite ise yüksek sağlık riskleri ile yakın ilişkide olan yağ depolanmasının derecesi olarak tanımlanmaktadır (Gündağ 1993; Report of WHO Expert Comittee 1995). Obezite kardiovasküler hastalıklar, diabet, bazı kanserler, mortalite ve morbidite riski taşıması yanı sıra birçok kronik hastalığı şiddetlendirir. Ayrıca psikolojik ve psikososyal etkilere de neden olmaktadır (Şanlıer 2005). Obezitenin tanımlanması BMI (ağırlık (kg) / boy $(m)^2$) bağlı olmakla birlikte vücut yağ miktarını ölçen birçok yöntem bulunmaktadır (Hasde 1992). Geniş kitlelere en uygun kullanımı sağlayan BIM ve çevre ölçümleri olarak kabul edilmektedir. Obezitenin dereceleri için 25, 30, 40 ‘ cut – off ’ sınırları olarak belirlenmiştir (Tablo 1). Bu derecelendirme BMI ve mortalite ilişkisini temel almaktadır (Report of WHO Expert Comittee 1995).

BMI (kg/m^2)	Anlamı
< 16.00	Ağır derecede zayıf
16.00-16.99	Orta derecede zayıf
17.00-18.49	Hafif derecede zayıf
18.50-24.99	Normal
25.00-29.99	Grade 1 obez
30.00-39.99	Grade 2 obez
> 40.00	Grade 3 obez

Tablo 1 Beden Kitle Indeksi (BMI)'nin cut-off değerleri ve ifade ettiği anlamlar.

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi 1. sınıf öğrencilerinde beden kitle indeksi (BMI) ile antropometrik gövde çevre ölçümleri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi.

Çalışmamızda elde edilen verilerin üniversite yaşamına başlayan bireylerde yetersiz beslenme ya da aşırı beslenme sonucu oluşan obezitenin ortaya çıkaracağı kardiovasküler hastalıklar, diabet, bazı kanserler, mortalite, morbidite gibi sorunların tespiti; Ayrıca anatomik olarak sağlık problemlerinin belirlenmesi ile psikolojik ve psikososyal sorunların önceden tespit edilmesidir. Tespitler sonucu üniversite yönetiminin yeni başlayan öğrencileri için sağlıklı yaşam sunabilmesi açısından önemli katkı sağlayacağı kanaatindeyiz.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi 1. Sınıf öğrencileri üzerinde gerçekleştirildi. Antropometrik ölçümler, 18-25 yaş arası 60 kız ve 60 erkek toplam 120 öğrenci üzerinde yapıldı. Ölçümler gönüllülük esasına bağlı olarak fiziksel problemi bulunan, spor geçmişine sahip ve ölçüm günü okula gelmeyen öğrencilerde ölçümler yapılmadı. Öğrencilerin kilo ve boyları ölçüldü ardından antropometrik ölçümler belirlenen anatomik noktalardan (Tablo 2) vücudun göğüs, karın ve kalça kompartımanlarının ölçümler yapıldı. Kilo ve boy ölçümü için baskül, boy ölçer antropometrik ölçümler için de esnek olmayan mezura kullanıldı. Ölçümlerde hata oranını en aza indirmek için ölçümler tek kişi tarafından yapıldı. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin istatistik analizi SPSS versiyon 23 programı ile yapıldı. Parametreler arsındaki korelasyonu hesaplamak için çift taraflı pearson korelasyon testi kullanıldı.

Uzunluk ölçümleri	Anatomik Noktalar
Omuz çevresi	: M. deltoideus'un en belirgin bölgesinden ekspirasyon sonunda ölçüldü
Göğüs çevresi	: Önde 4. kaburga, arkada infrascapulare'den göğüs çevrelenip ölçüldü
Karın çevresi	: Mezura yere paralel şekilde umblicus üzerinden karın çevrelenip ölçüldü
Kalça çevresi	: Mezura yere paralel şekilde m. gluteus maksimus'un ençıkıntılı bölgesinden çevrelenerek ölçüldü

Tablo 2 Antropometrik gövde çevre ölçümleri.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Antropometrik ölçümler yapılan üniversite öğrencilerinden, kız öğrencilerin boy ortalamaları 161,93 cm. vücut ağırlık ortalamaları 55,69 kg. erkek öğrencilerinin ise boy ortalamaları 175,57 cm. vücut ağırlık ortalamaları 70,51 kg. olarak bulundu (Tablo 3).

Ölçümler	Kız öğrenci (cm)	Erkek öğrenci (cm)
Boy	161,93	175,57
Vücut Ağırlığı	55,69	70,51

Tablo 3 Tüm ölçümlerin cinsiyete göre ortalamaları.

Vücudun göğüs, karın ve kalça kompartımanlarının çevre ölçümleri yapıldı. Kız öğrencilerde göğüs ortalaması 87,84 cm iken erkek öğrencilerde 90,64 cm; kız örencilerde karın ortalamaları 72,94 cm erkek öğrencilerde 82,84 cm; kız öğrencilerde kalça çevresi ortalaması 94,30 cm erkek öğrencilerde ise 97,78 cm olarak bulundu (Tablo 4).

Kız ve erkek öğrencilerin beden kitle indeksleri ölçülerek ortalamaları yüzdelik değerleri bulundu ve beden Kitle Indeksi (BMI)'nin cut-off değerleri ile karşılaştırıldı (Tablo 5). Karşılaştırma sonucunda kız öğrencilerin orta derece zayıf, hafif derece zayıf ve normal aralık değerleri bakımından erkek öğrencilerden fazla olduğu tespit edildi (Tablo 5). Fakat grade 1 obez ve grade 2 obez aralıkdeğerleri bakımında erkek öğrencilerin kız öğrencilerden yüksek yüzdelere sahip oldukları görüldü (Tablo 5).

Vücut Kompartımanları	Kız öğrenci Ortalaması (cm)	Erkek öğrenci Ortalaması (cm)
Omuz çevresi	96,71	109,29
Göğüs çevresi	86,31	90,65
Karın çevresi	72,97	82,84
Kalça çevresi	94,31	97,78

Tablo 4 Vücudun omuz, göğüs, karın ve kalça kompartımanlarının çevre ölçümleri ortalaması.

BMI (kg/m^2)	Anlamı	Kız öğrenci BMI Ortalamalarının Yüzdesi (%)	Erkek öğrenci BMI Ortalamalarının Yüzdesi (%)
< 16.00	Ağır derecede zayıf	0	0
16.00-16.99	Orta derecede zayıf	1,69	0
17.00-18.49	Hafif derecede zayıf	13,559	5,881
18.50-24.99	Normal	77,966	62,745
25.00-29.99	Grade 1 obez	7,843	29,411
30.00-39.99	Grade 2 obez	0	1,96
> 40.00	Grade 3 obez	0	0

Tablo 5 Kız ve erkek öğrencilerin beden kitle indeksi ortalamalarının yüzdelik ölçülerinin Beden Kitle Indeksi (BMI)'nin cut-off aralık değerleri ile karşılaştırılması.

İstatistik Analiz

Çalışmamızdaki sürekli değişkenler için tanımlayıcı istatistikler; Ortalama, Standart Sapma, Minimum ve Maksimum değerler olarak ifade edilmiştir. Çalışmadaki ölçümlerin normal dağılıp dağılmadığına Kolmogorov-Smirnov testi ile bakılmış ve değişkenler normal dağıldığından dolayı parametrik testler uygulanmıştır. Sürekli değişkenlerin bakımından grup ortalamalarını karşılaştırmada Bağımsız T-testi

kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemede gruplarda (cinsiyetlerde) ayrı ayrı olmak üzere Pearson korelasyon katsayıları ve Regresyon katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplamalarda istatistik anlamlılık düzeyi %5 olarak alınmış ve hesaplamalar için SPSS (ver.23) istatistik paket programı kullanılmıştır.

Kız ve erkek öğrencilerin beden kitle indeksi ortalamalarının yüzdelik ölçüleri ile gövde kompartımanlarının çevre ölçümleri istatistik analizi (Tablo 6-7) ve cinsiyete göre tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma yapıldı (Tablo 8).

Kız öğrenci		**BMI oranı**	**Omuz çevresi**	**Göğüs çevresi**	**Karın çevresi**
Omuz çevresi	**r**	-,077			
	p.	,561			
Göğüs çevresi	**r**	,105	,782**		
	p.	,430	,000		
Karın çevresi	**r**	,021	,744**	,703**	
	p.	,875	,000	,000	
Kalça çevresi	**r**	-,104	,705**	,650**	,760**
	p.	,432	,000	,000	,000

** p<0.01 r: Pearson Correlation Coefficients

Tablo 6 Kız öğrencilerde antropometrik ölçüm ve BMI parametrelerinin ilişki katsayıları (r) (* p<0.05 düzeyinde anlamlı ilişki, ** p<0.01 düzeyinde anlamlı ilişki).

Kız öğrencilerde BMI oranı ile omuz, göğüs, karın ve kalça çevre ölçümleri arasındaki korelasyon istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edildi (p>0,05) (Tablo 6). BMI oranı ile omuz (r= -,077) ve kalça (r= -,104) arasında negatif korelasyon tespit edildi (Tablo 6). Gövde çevre ölçümlerinin birbirleri arasındaki korelasyon güçlü derecede anlamlı olduğu tespit edildi (Tablo 6).

Erkek öğrenci		BMI oranı	Omuz çevresi	Göğüs çevresi	Karın çevresi
Omuz çevresi	**r**	,685**			
	p.	,000			
Göğüs çevresi	**r**	,739**	,835**		
	p.	,000	,000		
Karın çevresi	**r**	,720**	,770**	,806**	
	p.	,000	,000	,000	
Kalça çevresi	**r**	,716**	,797**	,873**	,822**
	p.	,000	,000	,000	,000

** p<0.01 r: Pearson Correlation Coefficients

Tablo 7 Erkek öğrencilerde antropometrik ölçüm ve BMI parametrelerinin ilişki katsayıları (r) (* p<0.05 düzeyinde anlamlı ilişki, ** p<0.01 düzeyinde anlamlı ilişki).

Erkek öğrencilerde BMI oranı ile omuz, göğüs, karın ve kalça çevre ölçümleri arasındaki korelasyon istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edildi (p<0,05) (Tablo 7). BMI oranı ile beden çevre ölçümleri arasında pozitif korelasyon tespit edildi (Tablo 7). Gövde çevre ölçümlerinin birbirleri arasındaki korelasyon güçlü derecede anlamlı olduğu tespit edildi (Tablo 7).

		N	Mean	Std. Dev.	Min.	Max.	p.
BMI oranı	**Kız**	60	21,2017	2,54818	16,87	27,28	,001
	Erkek	60	23,0288	3,09764	17,67	32,23	
	Total	120	22,0488	2,94864	16,87	32,23	
Omuz çevresi	**Kız**	60	96,7119	4,76717	88,00	108,00	,001
	Erkek	60	109,2941	6,14587	100,00	128,00	
	Total	120	102,5455	8,31561	88,00	128,00	
Göğüs çevresi	**Kız**	60	86,3051	4,68031	78,00	97,00	,001
	Erkek	60	90,6471	6,58733	81,00	111,00	
	Total	120	88,3182	6,02431	78,00	111,00	
Karın çevresi	**Kız**	60	72,9661	6,77716	60,00	90,00	,001
	Erkek	60	82,8431	7,68992	69,00	106,00	
	Total	120	77,5455	8,72057	60,00	106,00	
Kalça çevresi	**Kız**	60	94,3051	6,09764	82,00	111,00	,007
	Erkek	60	97,7843	7,21475	88,00	121,00	
	Total	120	95,9182	6,83372	82,00	121,00	

Tablo 8 Cinsiyete göre tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları.

Kız ve erkek öğrenciler arasında cinsiyete göre karşılaştırma sonucunda kalça çevresi dışındaki tüm parametrelerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edildi ($p<0,001$) (Tablo 8).

Çalışmamızda 18-25 yaş arasında üniversite 1.sınıf öğrencilerinde antropometrik beden çevresi ile BMI (BMI: Body Mass Index) ölçümlerinin yapılarak aralarındaki korelasyonun incelenmesi amaçlanmıştır.

Sağlık Bakanlığı Sağlık Araştırmaları Genel Müdürlüğü (2014) tarafından 2010 yılında yapılan çalışmaya göre Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması'na göre Türkiye'de vücut ağırlığı ortalaması kadınlarda ve erkekler sırayla 70.9±15.5 kg ve 77.2±13.9 kg, boy uzunluğu ortalaması ise 170.9±7.4 cm ve 156.8±6.5 cm'dir. Çalışmamızda vücut ağırlık ortalaması bakımından erkek ve kız öğrencilerin düşük ağırlığa sahip, fakat hem erkek hem de kız öğrencilerin boy uzunluğu bakımdan yüksek bir orana sahip oldukları saptandı.

Alması'nın 2015 yılında yapmış olduğu yüksek lisans tezinde vücut ağırlığı ortalaması kadınlarda 57.3±9.2 ve erkeklerde 74.5±10.6 kg'dır. Boy uzunluğu ortalaması kadınlarda 163.7±5.9 erkeklerde

177.2±6, cm olarak tespit etmiştir. Çalışmamız da hem erkek hem de kızlardan elde ettiğimiz vücut ağırlığı ve boy bakımından ortalama ölçümleri Alması'nın çalışması ile benzerlik göstermiştir.
Şanlıer (2005) yapmış olduğu çalışmada kızlarda boy ortalaması 163.5 cm vücut ağırlık ortalaması 56.3 kg ve erkeklerde boy ortalaması 175.7 cm vücut ağırlık ortalaması 69.7 kg olarak tespit edilmiş. Çalışmamızdaki kız ve erkek öğrencilerde boy ve vücut ağırlık ölçümleri Şanlıer'in ölçümleri ile benzerlik göstermiştir. Antropometrik ölçüler bakımından bel ve kalça çevresi ölçülmüş erkek bel (karın) çevresi 78.6 cm, kalça çevresi 96.8 cm; kız öğrencilerde bel (karın) çevresi 71.3 cm, kalça çevresi 95.6 cm olarak tespit edilmiş. Çalışmamızda ise erkeklerde bel (karın) çevresi 82.84 cm, kalça çevresi 97.78 cm olarak; kız öğrencilerde bel çevresi 72.96 cm, kalça çevresi 94.3 cm olarak ölçüldü. Şalıer'in erkek bel (karın) çevre ölçümleri bizim çalışmamızdaki bel (karın) ölçümlerinden farklılık göstermiş fakat diğer antropometrik ölçümler değer olarak yakınlık göstermiştir. BMI bakımında şanlıer'in ölçümlerinde toplam öğrencilerin %25.8'inin zayıf, %10'unun obez olduğu ayrıca cinsiyet bakımında kız öğrencilerin %33.3'ünün zayıf, erkeklerin ise %14'ünün obez olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda toplam öğrencilerin %21.13'ünün zayıf (orta ve hafif derece zayıf toplamı), %39.21'inin obez (grade 1 ve 2 obez toplamı) olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kız öğrencilerin %15.2'sinin zayıf (orta ve hafif derece zayıf toplamı), erkek öğrencilerin %31.37'sinin obez (grade 1 ve 2 obez toplamı) olduğu tespit edilmiştir. Belirgin şekilde obezite artışı özellikle erkek öğrencilerde görülmektedir. Şanlıer'in çalışmasının 2005 yılında yapılması geçen zaman içinde üniversite öğrencilerinde obezitenin artma eğilimde olduğunu göstermiştir.
Yücel ve arkadaşlarının (2017) 18-22 yaşlarındaki üniversite öğrencilerinde yapmış oldukları çalışma vücut ağırlık ortalaması olarak kızlar 60.23 kg, erkekler 74.30 kg, boy ortalaması olarak kızlar 164.84 cm, erkeler 176.55 cm olduğu tespit edilmiş. Çalışmamızdaki kız ve erkek öğrencilerde boy ve vücut ağırlık ölçümleri Yücel'in ölçümleri ile benzerlik göstermiştir. Antropometrik ölçüm olarak bel ve kalça çevresine ölçülmüş, kız öğrencilerde bel çevresinin ortalaması 69.48, kalça çevresinin ortalaması 96.7; erkeklerde ise bel çevresinin ortalaması 82.07, kalça çevresinin ortalaması 100.84 olarak bulunmuş. Çalışmamızda bel ve kalça çevre ölçümleri ortalamaları ile BMI ortalamaları Yücel'in ölçümleri ile benzerlik göstermiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Vücut ağırlığı ve boy bakımından ölçümler, yapılan diğer çalışmalarla genel olarak uyum göstermiştir. Antropometrik ölçümlerde ise çeşitli vücut kompartımanları arasında pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçların, belirlenmiş anatomik standartları ortaya koyarak öğrencilerin ileriki zamanlarda obezite veya zayıflığa karşı sağlıklı yaşam koşullarının oluşturulması sonucu, bireyin sağlık refahını ve sağlık harcamalarında düşüş ile ülke ekonomisine katkı sağlayacağı düşüncesindeyiz. Ayrıca sağlık ile ilgili bilimsel çalışmalara veri desteği sağlayacağı kanaatindeyiz.

KAYNAKLAR

Kanra G (1988) Antropometrik Değerler ve Ergonomi İle İlişkisi. İSGÜM Bülteni Sayı: 5 Sayfa 1-4.

Report of WHO Expert Comittee (1995) Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry. Geneva.

Özenoğlu A (2001) Obezitede Medikal Nutrisyon Tedavisi. İstanbul.

Gündağ M (1993) Şişmanlığın Tedavisinde Kullanılan Bilimsel Diyetler. Şişmanlık Çeşitli Hastalıklarla Etkileşimi ve Diyet Tedavisinde Bilimsel Uygulamalar. Türkiye Diyetisyenler Derneği Yayını: 4, Ankara.

ŞANLIER N (2005) Gençlerde biyokimyasal bulgular, antropometrik ölçümler, vücut bileşimi, beslenme ve fiziksel aktivite durumlarının değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi. Cilt 25, Sayı 3, s 47-73. Ankara.

Hasde M, Bakır B, Sayer S, Akbay T (1992) Askeri bir garnizondaki muvazzaf subay ve astsubaylarda obezite prevalansının saptanması. Deniz Tıp Bülteni. 25 (1-2):110-21.

Alması N (2015) Üniversite Öğrencilerinin Beslenme Durumu, Bilgi Düzeyi ve Porsiyon Algısının Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 190 s.

Sağlık Bakanlığı Sağlık Araştırmaları Genel Müdürlüğü (2014) Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması 2010: Beslenme Durumu ve Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi Sonuç Raporu No: 931,Sağlık Bakanlığı, Ankara.

Şanlıer N (2005) Geçlerde Biyokimyasal Bulgular, Antropometrik Ölçümler, Vücut Bileşimi, Beslenme ve Fiziksel Aktivite Durumlarının Değerlendirilmesi, Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt: 25, Sayı: 3, 47-73.

Wang Z M, Pierson R N Jr, Heymsfield SB (1992) The Five-Level Model: A New Approach To Organising Body Commposition Research. Am J of Clin Nutr Book Series No: 56, pp. 19-28.

Yücel A.H., Özandaç S., Kabakçi A.G. (2017) "18-22 Yaş Arası Çukurova Üniversitesi Öğrencilerinin Cinsiyete Göre Alt Ekstremite Antropometrik Ölçümlerinin İncelenmesi ", Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, cilt.14, ss.1-11.

TIBBİ BİR BİTKİ OLARAK SİYABO (*Diplotaenia turcica)*

SIYABO (*Diplotaenia turcica)* AS A MEDICINAL PLANT

Dr. Öğr. ÜyesiSema KAPTANOĞLU
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu
Barış ÇELİK
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Farmakoloji Anabilim Dalı
Öğr. Gör. Dr. Yılmaz KOÇAK
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu
Prof Dr. Gökhan OTO
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Farmakoloji Anabilim Dalı
Öğr. Gör. Sevgi YÜKSEK
Hakkari Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu

ÖZET

İnsanlık tarihinin bilinen en eski doğal tedavi yöntemlerinden olan fitoterapi, bitkilerin tamamının veya bazı bölümlerinin kullanılması yoluyla hazırlanarak elde edilen doğal ilaçlarla hastalıkları önlemeyi ve tedavi etmeyi amaç edinmektedir. Bir bitkinin herhangi bir kısmını yarasına süren ve bu uygulamanın olumlu sonuç verdiğini gören ilk insanla birlikte halk hekimliği de başlamıştır. İlk insanlar bitkilerin iyileştirici gücü olduğunu bilmekteydi; örneğin bitkilerin çiçek, meyve, tohum, sap, yaprak, kök, kabuk gibi değişik organ ve parçalarını çiğneyerek, tadından ve kokusundan onların şifalı veya zehirli olup olmadığını anlamaya çalıştıkları çeşitli kaynaklarda bildirilmektedir. İnsanların, içinde yaşadıkları doğal flora ve faunayı iyi gözlemleyerek; maymunların, gorillerin ve şempanzelerin; belirli hastalık ve rahatsızlık problemleri karşısında tükettikleri bitkileri hafızalarına not ettikleri gözlemlenirken, kendileri de benzer durumlarda onları taklit ederek bu bitkilerden yararlanma yollarını aramışlardır. Tıbbi değeri iyi bilinen bir bitki türünün taşıdığı biyoaktif maddelerin, bu türle akraba olan diğer bitki türlerinde de bulunması güçlü bir olasılık olarak kabul görmüş, bu şekilde bitkisel ilaç olarak kullanılabilecek bitki çeşitliliği hızla artış göstermiştir. Zamanla, toplama veya kültür yoluyla ürettikleri tıbbi bitkilerden, bazı basit yöntemlerle içlerinde bitkinin etken maddelerini taşıyan ilk ilaçları da elde etmeyi başarmışlardır. Böylece bitkiler insanların hem temel besin kaynakları, hem de ilk ilaç kaynakları olmuştur. Apiaceae familyasından olan *Diplotaenia turcica boiss.* (siyabo) Türk köseotu olarak bilinmektedir. *Diplotaenia turcica boiss.* bitkisine yönelik yapılan incelemelerde, halk tarafından oldukça rağbet gördüğü ve birçok hastalığa iyi geldiği bildirilmektedir. Halk tıbbının her zaman bilime kaynaklık ettiği öngörülerek bilim insanları tarafından bitkinin birçok etkisi araştırılmaktadır. Bu amaçla bu çalışmada bu bitkinin tıbbi olarak kullanıldığı bazı bilimsel çalışmalar özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Siyabo, Bitkisel Tedavi, *Diplotaenia turcica*

ABSTARCT

Phytotherapy, which is one of the oldest known natural treatment methods in human history, aims to prevent and treat diseases with natural drugs obtained by using all or some parts of plants. Folk medicine started with the first person who put any part of a plant into a wound and saw that this application yielded positive results. The first people knew that plants had healing power; For example, it is reported in various sources that plants try to find out whether they are medicinal or poisonous by chewing different organs and parts such as flowers, fruits, seeds, stems, leaves, roots, bark. By observing the natural flora and fauna in which people live; monkeys, gorillas and chimpanzees; while they noted that they consume the plants they consume in the face of certain illness and discomfort problems, they also sought ways to benefit from these plants by mimicking them in similar situations. It is accepted that bioactive substances carried by a plant species with a well-known medicinal value are also found in other plant species that are related to this species and the variety of plants that can be used as a herbal medicine has increased rapidly. Over time, they have been able to obtain the first medicines that contain the active ingredients of the plants from medicinal plants produced by collection or culture by some simple methods. Thus plants have been both the basic food sources and the first sources of medicine for humans. *Diplotaenia turcica boiss*. is in the Apiaceae family. It is known as the Turkish ökseotu. *Diplotaenia turcica boiss*. is reported that it is in high demand by the public and it is good for many diseases. The many effects of the plant are investigated by scientists by predicting that folk medicine has always been a source of science. For this purpose, in this study, some scientific studies in which this plant is used medically are summarized.

Keywords: Siyabo, Herbal Therapy, *Diplotaenia turcica*

INTRODUCTION

It is stated that people's relationship with plants started from the first human existence (Gezgin, 2006). According to many archaeological remains, humans have first benefited from plants to obtain nutrients and eliminate health problems (Koçyiğit, 2005). As a result of the ongoing relationship between man and plant, the ethnobotanical science has emerged, which today accepts the importance of the whole world and where serious research is carried out (Koçyiğit, 2005). Ethnobotany plays an important role in investigating the relationship between man and plant, known as biocultural diversity. Different ways of using people's plants are vital to the health of the global ecosystem. The World Health Organization (WHO) reports that around 4 billion people around the world are attempting to address health problems with herbal drugs in the first place (80% of the world's population). In addition, in developed countries, about 25% of prescription drugs are active ingredients of plant origin (Farnsworth et al., 1985). Especially after the 1990s, the discovery of new uses of medicinal and aromatic plants, increased demand for natural products; it increases the usage volume of these plants with each passing day. Today, the medicinal plants market is estimated to have a figure of approximately $ 60 billion per year (Kumar, 2009). In recent years, the insufficiency of synthetic drugs and the detection of side effects against increasing diseases have increased the necessity of using natural products. For this purpose,

many plant microbiological pharmacological aspects, even in recent years where biological warfare is on the agenda in terms of plant defense mechanism has been investigated in many ways (Demirbağ et al., 1997).

Diplotaenia turcica Boiss.

Diplotaenia turcica Boiss, which belongs to the family Apiaceae. Biologically polycarpic (perennial plant that blooms many times during its life); length of the trunks 1.8-2 m long, 1 cm wide at the base, branches in the middle. The lower branches and the branches around the upper central umbrella are fetched. Leaf stems long, leaf blade lengthens up to 35 cm, 4 deep silky, end lobes 20-40 mm long, threadlike, curved backward; while trunk leaves scabbard-shaped; number of arms in the umbrella 12-15 pieces, not equal, 2.5-5 cm long; leaves 5-7 pieces, strip-lanceolate, curved downwards. 20 flowering umbrellas; flower stalks 3-9 mm long, dropteols lanceolate, curved backwards. Bowl teeth lanceolate, hooked. Crown of leaves colored in white. The female organ neck is 2.3-2.5 mm long, downward curved, the bottom of the neck is conical, the mericap is 11 mm long, 5 mm wide, egg-shaped and narrows slightly towards the tip, flattened on the back. The number of external channels of mericarps is 3-4, and the number of secretion channels on the inner faces of the mericarps is 4-7.

Flowering time: July-August.

Growing environment: Stony slopes.

Distribution height: 2500 m.

Endemic status: Not endemic.

Phytogeographic element: Iran-Turanian.

Location: Bitlis, Hakkari and Van.

Countries: Iran (Pimenov et al., 2011).

Previously known as *Diplotaenia cachrydifolia* in Turkey, this plant has been redefined as *Diplotaenia turcica* as a result of research by Pimenov et al 2011. Popularly known as” siyabo", the plant grows wild in high altitude areas in Hakkari province (Turkey). *Diplotaenia turcica* is one of the most important plant species that has been used by the local population for many years for the treatment of diabetes, rheumatism, scorpion and snake bites (Kaval et al., 2014; Uce and Tunçturk 2014). The study by Kaval et al (2014), *Diplotaenia turcica* is the first to report their medical use.

Picture. ***Diplotaenia turcica* Boiss. (Siyabo) (Kaval et.al 2014))**

The siyabo (*Diplotaenia turcica*) plant, which is of serious importance among the people, is an important source of commercial income in the region during the spring months. Siyabo (*Diplotaenia turcica*) plant, which is usually consumed by adding to herb cheese, is boiled and stored in salted water for a long time (Ağaoğlu et al., 2005). The part used in *Diplotaenia turcica* is its root and stem (Ağaoğlu et al., 2005; Baytop 1999; Coşkun 2005). While the above-ground organs of the plant are used for food purposes, the root parts are also used for treatment purposes. While the root parts have been used as a stabiliser for diabetes and blood pressure since ancient times, it is stated by the local people (Uce and Tunçtürk, 2014); in a study, the phenolic compound and flavanoid content of the ether extract of the plant was investigated and the total flavonoid content was as high as thiersetin equivalent (49.38± 0.97 µg PE / mg, 5.75± 0.28 µg QEs / mg), indicating that it was a potential antioxidant (Özdek et al., 2017). In the study conducted by Erbay et al (2017) in which plants used as painkillers in folk medicine are classified, it is stated that direct consumption of the above-ground parts of the *Diplotaenia turcica* plant is effective in painkillers.

Özdek et al. (2019) examined that glucose levels, insulin levels, HbA1c levels, levels of enzyme or lipid peroxidation products such as MDA, CAT, SOD, GSH-Px, GSH-R, GSH in diabetes mellitus by inducing streptozotocin (STZ) on the extract of *Diplotaenia turcica* root and histopathological and immunohistochemical examinations were performed in pancreatic tissues. According to results, increased doses of *Diplotaenia turcica* could have a therapeutic effect on pancreatic injury caused by STZ. In some different studies; serum, insulin and HbA1c levels were decreased in STZ-induced diabetic rats, applying different types of plant extracts as in *Coccinia grandis, Cuminum cyminum, Petroselinum sativum, Prangos ferulacea* belong to Apiaceae family (Jagtap et al., 2010; Soltani et al., 2012; Attanayake et al., 2015; Abou Khalil et al., 2016),while not decreasing the blood glucose level in diabetic rats, applied in *Petroselinum crispum, Ferula assafoetida* and *Eryngium carlinae* (Yanardağ et al., 2003; Akhlaghi et al., 2012; Noriega-Cisneros et al., 2012)

In a different study conducted by Özdek et al. (2018), in order to investigate the effect of therapeutic dose range of biochemical and hematological parameters of the root part of *Diplotaenia turcica* according to the control group, From the biochemical parameters, it was found that glucose levels were significantly decreased only in Group 1, cholesterol, triglyceride and LDL levels were decreased in all groups applied extract. In terms of hematological parameters and histopathological examination of tissues (liver, kidney and brain), no difference between control and experimental groups; It was stated that *Diplotaenia turcica* root extract was not toxic at doses applied to rats and had an effect on glucose and lipid levels.

In a different study conducted by Çölçimen et al. (2019), the effect of *Diplotaenia turcica* root extract on rat over tissue was examined by histological and sterological methods, histologically, there was an increase in the medulla structure and an increase in the number of corpus luteum and Graaf follicle in the cortex in plant treated groups and *Diplotaenia turcica* has been reported to increase follicular maturation by acting according to this process.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

Diplotaenia turcica, popularly known as siyabo, occupies an important place in food and commercial terms. In ethnobotanical studies, it is used for treatment of some diseases such as rheumatism, diabetes and snake bites among the people. Although Kaval et al. (2014) first attracted the attention of scientists after the study, there are not enough studies on this plant in the literature review. Therefore, some studies in which *Diplotaenia turcica* are used in medical sense have been compiled in this study.

RESOURCES

Abou Khalil NS, Abou-Elhamd AS, Wasfy SI, El Mileegy IM, Hamed MY, Ageely HM. Antidiabetic and antioxidant impacts of desert date (*Balanites aegyptiaca*) and parsley (*Petroselinum sativum*) aqueous extracts: lessons from experimental rats. J Diabetes Res 2016;2016:1–10.

Ağaoglu S, Dostbil N, Alemdar S. The Antibacterial Efficiency Of Some Herbs Used in Herby Cheese. *YYÜ Vet Fak Derg* 2005 2: 39-41.

Akhlaghi F, Rajaei Z, Hadjzadeh MA, İranshahi M, Mahdi A. Antihyperglycemic effect of asafoetida (Ferula assafoetida Oleo-Gum-Resin) in streptozotocin-induced diabetic rats. World Appl Sci J 2012;17:157–62.

Attanayake A, Jayatilaka K, Pathirana C, Mudduwa L. Antihyperglycemic activity of Coccinia grandis (L.) Voigt in streptozotocin induced diabetic rats. Indian J Tradit Know 2015;14:376–81.

Baytop, T., Türkiye' de Bitkiler İle Tedavi Geçmişte ve Bugün, Baskı: II, Nobel Kitabevi İstanbul. 1999.

Coşkun, H. Otlu Peynir. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 31, Bolu. 2005

Çölçimen N., Özdek U., Değer Y., Altındağ F., Arıhan O., "Investıgatıon Of The Effects Of Dıplotaenıa Turcıca Plant Root Extract On Rat Over Tıssue By Hıstologıcal And Stereologıcal Methods", Fresenıus Envıronmental Bulletın, vol.28, pp.2407-2412, 2019

Demirbağ, Z., Belduz, A.O., Sezen, K.,. Nakacıoğlu, R. Bazı bitki ekstraktlarının antibakteriyel etkilerinin araştırılması, Kükem Dergisi, 1997. 20 (1): 49-58.

Erbay M, Anıl S, Melikoğlu G. Plants Used as Painkiller in Folk Medicine in Turkey-I S 744 Tomachache Marmara Pharm J 21/4: 741-755, 2017

Farnsworth, N. R., Akerev, O. Bingel, A.S. The Bullettion of WHO., 63: 9865-9871. 1985.

Gezgin, D. Bitki Mitosları. Sel Yayıncılık, 2006.

Jagtap A, Patil P. Antihyperglycemic activity and inhibition of advanced glycation end product formation by *Cuminum cyminum* in streptozotocin induced diabetic rats. Food Chem Toxicol 2010;48:2030–6.

Kaval I., Behçet L., and Cakilcioglu U. Ethnobotanical study on medicinal plants in Geçitli and its surrounding (Hakkari-Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, (2014). 155: 171-184.

Koçyiğit, M. Yalova Đlinde Etnobotanik Bir Arastırma, Yüksek Lisans Tezi, Đstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. 2005.

Kumar, S.A. Plants-based Medicines in India. http://pib.nic.in/feature/feyr2000/fmay2000 /f240520006.html. Erisim Tarihi: 06.06.2010. 2009.

Noriega-Cisneros R, Ortiz-Avila O, Esquivel-Gutiérrez E, Clemente-Guerrero M, Manzo-Avalos S, Salgado-Garciglia R, et al. Hypolipidemic activity of Eryngium carlinae on streptozotocininduced diabetic rats. Biochem Res Int 2012:1–5.

Özdek U., Boğa M., Meydan İ., Seçkin H. , Kömüroğlü A.U., Değer Y., et al.,"Phenolic and Flavonoid Content Research of DiplotaeniaTurcica Ether Extract", IMESET'17, BİTLİS, TÜRKIYE, 27-29 Ekim 2017, pp.146-146

Özdek U., Başbuğan Y., Yildirim S., Boğa M., Firat M., Değer Y., "Effect of Diplotenia turcica Root Extraction on Biochemical and Hematological Parameters", 1. International Veterinary Biochemistry and Clinical Biochemistry Congress, , April 2018

Özdek U, Yıldırım S. Değer Y. The effect of *Diplotaenia turcica* root extract in streptozotocin-induced diabetic rats. 2019. Turk J Biochem 10.1515/tjb-2018-0411

Pimenov M., Kljuykov E., and Degtjareva G. Survey of the genus Diplotaenia (Umbelliferae), with description of two new species from Turkey. *Willdenowia,* (2011). **41:** 67-74.

Soltani BK, Kafash FN, Farokhi F, Togmechi A. Effects of hydroalcoholic extract of Prangos ferulacea (L.) Lindle on histopathology of pancreas and diabetes treatment in STZ-induced diabetic rats. Avicenna J Phytomed 2012;2:31–8.

Uce, İ., Tunçtürk, M.. Hakkâri' de Doğal Olarak Yetişen ve Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Yabani Bitkiler. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2014.7 (2): 21-25.

Yanardağ R, Bolkent Ş, Tabakoğlu-Oğuz A, Özsoy-Saçan Ö. Effects of *Petroselinum crispum* extract on pancreatic B cells and blood glucose of streptozotocin-induced diabetic rats. Biol Pharm Bull 2003;26:1206–1

NANOFARMAKOLOJİDE VE NANOTOKSİKOLOJİDE SON GELİŞMELER

RECENT DEVELOPMENTS IN NANOPHARMACOLOGY AND NANOTOXICOLOGY

Prof. Dr. Gökhan OTO
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Farmakoloji Anabilim Dalı
Öğr. Gör. Dr. Yılmaz KOÇAK
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu
Barış ÇELİK
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Farmakoloji Anabilim Dalı
Öğr. Gör. Sevgi YÜKSEK
Hakkari Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu

ÖZET

Nanoteknoloji, "nanometre" boyut aralığındaki yapı ve cihazların kontrolü, manipülasyonu, incelenmesi ve üretilmesine izin veren teknoloji olarak tanımlanabilmektedir. Nanoteknoloji yöntemlerine dayanılarak sağlık alanında nanotıp ve nanoteknoloji, hastalıkların teşhisi, rejeneratif tıp ve farmakolojik terapötikler gibi konularda önemli ilerlemeler elde edileceği beklenmektedir. Nanoteknoloji tabanlı ilaç dağıtım sistemleri ile çözünürlüğün artırılması, aşırı metabolizma nedeniyle ilaç etkilerinde azalmaya karşı koruma ve biyoyararlanım artışı nedeniyle ilaçların farmakokinetiğinde kayda değer bir gelişme sağlanacağı ümit edilmektedir. Bunun yanı sıra hedef dokularda artan ilaç konsantrasyonu nedeniyle farmakodinamik parametrelerde iyileşme sağlanacağı ve ilaç toksisitesini önemli derecede azaltan daha doğru bir doz kontrolü modelleri oluşturulacağı düşünülmektedir.

Bütün bu yeni farsatlara ilave olarak nanoteknolojinin getireceği riskler de nanofarmakolojinin kaderini şüphesiz etkileyecektir. Nanomalzemelerin vücutta hücresel etkileşime girebilme riski nedeniyle insan sağlığına ve çevreye potansiyel zararlı etkileri de gündeme gelmekte ve bu durum nanotoksikoloji bilim dalının gelişmesine ve bu alanda yapılacak çalışmalara zemin hazırlayacaktır. Nitekim, bilim dünyasında nanomateryallerin insan sağlığı ve çevre üzerinde toksik etkileri yapılan farklı çalışmalarla kanıtlanmıştır. Günümüzde nanomateryallerin insanlara ve çevreye yaptıkları zararlar hakkında henüz yeterli bilgi sahibi olduğumuz söylenemez. Bu çalışma, nanofarmakoloji ve nanotoksikoloji alanında yapılan çalışmalar ile bu bilim dallarının gelecekteki çalışma hedefleri hakkında bir özet sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Nanotoksikoloji, Nanofarmakoloji, Nanomalzemaler

ABSTARACT

‘’Nanotechnology’’ can be defined as the technology that allows the control, manipulation, examination and production of structures and devices within the nan nanometer boyut size range. Based on nanotechnology methods, it is expected that significant progress will be achieved in the field of health in the fields of nanomedicine and nanotechnology, diagnosis of diseases, regenerative medicine and pharmacological therapeutics. It is hoped that a significant improvement in the pharmacokinetics of drugs will be achieved due to increased solubility with nanotechnology-based drug delivery systems, protection against reduction in drug effects due to excessive metabolism, and increased bioavailability. In addition, it is thought that pharmacodynamic parameters will be improved due to increased drug concentration in target tissues and more accurate dose control models will be created which significantly reduce drug toxicity. In addition to all these new opportunities, the risks of nanotechnology will undoubtedly affect the fate of nanopharmacology. Due to the risk of cellular interaction of nanomaterials in the body, potential harmful effects on human health and environment are also on the agenda and this situation will prepare the ground for the development of nanotoxicology and the studies to be done in this field. As a matter of fact, the toxic effects of nanomaterials on human health and environment in the scientific world have been proved by different studies. Today, it is not possible to say that we have sufficient information about the damages of nanomaterials to humans and the environment. This study aims to provide a summary of the studies in the field of nanopharmacology and nanotoxicology and the future study objectives of these disciplines.

Keywords: Nanotoxicology, Nanopharmacology, Nanomaterials

GİRİŞ

Nanoteknoloji, yunanca cüce anlamı veren “Nano” ve “Teknologia” kelimelerinden oluşmaktadır. Nanoteknoloji, anlamını metrenin milyarda biri olan nano kavramından almaktadır (Berk ve Akkurt, 2012). 1 nanometre kavramı, 5-6 atomun yan yana dizilmesiyle elde edilecek bir boyuta karşılık gelmektedir. Nanoteknoloji; farmakologlar, kimyagerler, biyologlar, fizikçiler, veteriner hekimler, mühendisler ve daha birçok uzmanı bir araya getiren disiplinli bir alandır. Nano boyutundaki materyaller; gelişmiş tıbbi teşhis cihazları, ilaç taşıyıcıları, eczacılık, kozmetik ürünler, tekstil ürünleri, mikroelektronik, savunma sanayisi, dolgu malzemesi ve katalizörler gibi ürünlerin ticari amaç nedeni ile kullanımı gitgide artmaktadır (Miller ve ark., 2004).

Nanoteknoloji vizyonunun ilk olarak 1959 yılında ortaya çıkışını sağlayan fizikçi Richard Feynman, malzeme ve cihazların moleküler boyutlarda üretilmesi ile başarılabilecekleri üzerine yapmış olduğu konuşma dünyaya yeni bir çığır açmıştır. Feynman'ın bu konuşması yeni bir teknoloji çağının

doğmasına vesile olmuştur. Bu yeni devrim gelecek yüzyılımızın teknolojisi diye adlandırılan nanobilim ve nanoteknoloji dönemidir.

Son zamanlarda, nanomalzemeler tıp alanında önemli ilerleme kaydetmiştir. Her ne kadar sağlık sektörü nanoteknolojinin uygulanmasından sonra önemli teknolojik gelişmelere tanık olsa da, bu teknolojinin avantajları ve dezavantajları tartışmalıdır (O'Malley, 2010). Nanobilim ve nanoteknolojinin, terapötik etkinliği arttırmak ve yan etkileri azaltmak için nanotıbbın geliştirilmesindeki ve keşfedilmesindeki uygulanması 'nanofarmakolojidir'. Nanofarmakoloji, yeni bir ilaç varlığı, ilaç taşıyıcıları ve aktif bir parçanın vücuttaki bir hedef bölgeye seçici bir şekilde selektif olarak verilmesiyle elde edilen toksisite karşısında bir terapötik etkinliği arttırarak terapötik endeksi en üst düzeye çıkarmak amacıyla farmasötiklerin seçilmesi ile ilgilidir. Bir ilacın etkinliği, etki mekanizmasına, dağıtım aracına veya yoluna, doğru konsantrasyona, dağılıma ve eliminasyona bağlıdır (Ashai ve ark., 2012; Rauch ve ark., 2013). Nanoteknoloji, farmakoloji alanını, ilaç yapımı ve kullanımı için nanomalzemelerin benzersiz büyüklüğü ve özellikleri ile değiştirmeyi vaat etmektedir. İcat edilen yeni nanomalzemeler sadece yeni ilaçların geliştirilmesinin yanı sıra aynı zamanda ilaçların iyileştirici yeteneklerinin geliştirileceği de iddia edilmektedir (Lal ve ark., 2010).

Nanometre yapısındaki parçacıklar hem doğada yer alır hem de endüstriyel süreç neticesinde meydana gelirler. Nanoyapılar bildiğimiz gibi yararlı etkileri yanında, çok küçük boyuttaki yapılı özellikleri ve işlevleri bakımından hücresel seviyede biyolojik sistemler üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle son yıllarda oldukça kaygı uyandırmaktadırlar. İşte bu nedenle toksikoloji ve çevresel etkileri konusunda tartışmaya neden olmaktadır (Oberdörster ve ark., 2005; Donaldson ve ark., 2005). Nanotoksikoloji, nanoparçacıkların doğrudan ya da dolaylı yollarla doğada yaşayan canlılar üzerinde etkilerini ve sonucunu incelemektedir. Böylece nanoteknolojinin bilime faydasının yanında zararının da olduğunu iddia eden bilim insanları nanotoksikolojinin göstermiş olduğu olumsuz durumu araştırıp nedenlerini ortaya koymak için toksikolojinin yeni bir dalı olarak önerilmektedir (Donaldson ve ark., 2004).

Nanomalzemeler mikro ölçekli maddeler ile kıyaslandığında, nanoölçekli yüzey alanları, yüzey özellikleri, fiziksel emilme yeteneği, kimyasal reaktivitesi vb. gibi birçok temel özellikle doğrudan ilişkilendirilebileceğinden dolayı canlı organizmada bu etkenler nanotoksikolojik davranışı güçlü bir şekilde baskın yapabilir, bundan dolayı biyolojik sistemlerle daha etkili bir şekilde etkileşime girebilir ve sonuç olarak daha ağır bir toksisite meydana gelebilir (Zhao ve ark., 2007).

NANOFARMAKOLOJİ

<u>Nano büyüklükte ilaç partiküllerinin kullanılmasının avantajları</u>

- Nanopartiküller boyutlarının çok küçük olmasından dolayı damarlardan kolay bir şekilde geçerek dolaşıma karışabilirler.
- Yüzey alanları arttığı için çözünürlükleri de paralel olarak artmaktadır.
- Biyoyararlanımları artmaktadır.

- Nanopartiküller gerektiğinde hasta bölgeye veya belirlenen bir hücre, doku ya da organa hedeflendirilebilirler.
- Nanotaşıyıcılara ilaç, hedeflendirici molekül, görüntüleme maddesi, magnetik maddeler ile sıcaklık ve pH'a duyarlı maddeler bağlanabilmektedir.
- Nanotaşıyıcıya aynı anda hem etkin maddeyi hem de görüntüleyici maddeyi bulundurabilmektedir. Böylece ilacın salınımı ve dağılımı takip edilip tedavinin etkinliği gözlenebilmektedir.
- Bir nanotaşıyıcıya birden fazla etkin madde ve hedeflendirici molekül bağlanabilmektedir (Zırh-Gürsoy, 2014).

Yukarıda verilen özellikler sağlandığında; hastalıkların daha hızlı tespit edilmesi, hastalıkların tedavisi için en uygun ilaçların seçilmesi, en düşük yan etkiye sahip ilaçların üretilmesi, en yüksek tedavi edici etkiye sahip ilaçların üretilmesi ve normalde ilaçların girileceği zor bölgelere etkin maddenin ulaştırılması sağlanacaktır (Önyüksel ve Çomoğlu, 2014).

Nanofarmakolojik Ürünler

Karbon nanotüpler (CNT'ler)

Karbon nanotüpler (CNT'ler) nanofarmakolojide yeni bir çekimdir. Bunlar, kesintisiz borulu içi boş bir silindire sarılmış yoğunlaştırılmış benzen halkalarından oluşan ince grafit tabakalardan yapılmış, benzersiz karbon bazlı malzemelerdir. CNT'ler sp2 hibritleştirilmiş üç boyutlu nano ölçekli tüplerden yapılır. Duvar sayısına bağlı olarak, CNT'ler dört kategoriye ayrılır: tek duvarlı, çift duvarlı, üç duvarlı ve çok duvarlı karbon nanotüpler (sırasıyla SWCNT'ler, DWCNT'ler, TWCNT'ler ve MWCNT'ler). Keşiflerinden bu yana, CNT'ler, benzersiz fiziko-kimyasal özelliklerinden dolayı ilaçların dağıtımını hedefleme ve kontrol etmede sürekli araştırılmaktadır (Niu ve ark., 2013). CNT'ler kimyasal ve mekanik yönden stabildirler, sitotoksik değildirler, dolayısıyla bu nanotüplere materyal ve ilaç yüklenmesi ve salımı kolaydır. Geniş ve spesifik yüzey alanına sahip olduklarından adsorbsiyon özelliklerinin iyi olduğu, bu nedenle ilaç salımının geçici olarak kontrol edilebildiği bir nano matrisi taklit eder; salım, pH, sıcaklık, ozmotik basınç veya enzimler, vb. gibi uyarıcılar ile tetiklenebilmektedir (Yang ve ark., 2008; Huang ve ark., 2011)

Fonksiyonelleştirilmiş CNT'ler, ilaç hedeflemesinde ve görüntülemede, ayrıca gen ve nükleik asitlerin (DNA, siRNA, aptamerler, oligo-nükleotitler) etkili bir şekilde verilmesinde kullanılmıştır. Nükleik asitli CNT kompleksleri, endositoza bağımlı bir içselleşme yolu ile hücre çekirdeğine aktarılır (Datir ve ark., 2013; Niu ve ark., 2013). İşlevselleştirilmiş CNT'ler, taksol türevleri (Paclitaxel ve Docetaxel) gibi suda çözünmeyen ilaçları verme yeteneğine de sahiptir (Sobhani ve ark., 2011). Ayrıca, CNT'ler, farklı biyo bariyerleri kolayca geçme, plazma membranından geçme ve sitoplazmaya girme kapasitesine de sahiptir (Lacerda ve ark., 2012).

Lipozomlar

Lipozomlar, 80-300 nm boyut aralığında nano veya mikro partiküllü koloidal taşıyıcılardır. Bunlar, fosfolipid çift katman yapıya sahip biyouyumlu, nonimmünolojik geri dönüşümlü, sulu bir çekirdekten oluşan küresel veziküllerdir. Lipozomlar, kontrollü ve hedefli ilaç dağıtımında yaygın olarak araştırılmaktadır. Ayrıca, çözünürlüğü arttırmak, farmakokinetiği iyileştirmek ve terapötik etkinliği arttırıp ilacın yan etkilerini azaltarak terapötik endeksi arttırdığı için büyük ilgi çekmektedir (Silindir ve ark., 2013). Lipozomlar sayesinde zayıf çözünürlük, zayıf biyoyararlanım, kısa yarılanma ömrü, ilaçların güçlü yan etkileri gibi çeşitli problemler büyük ölçüde aşılabilmiştir. Şu anda ilaç bilimciler tarafından ilaçların toksisite ve yan etkilerini azaltmak amacıyla lipozomlar kullanılmaktadır. Lipozomların, tümörlü dokularda vasküler permeabiliteyi arttırma özelliği bulunduğundan kanser hastalıklarında kullanılmaktadır (Manish ve Vimukta, 2011).

Dendrimerler

"Dendrimer" terimi, "ağaç" anlamına gelen Yunanca "dendron" kelimesinden türetilmiştir. Birbirini tekrar eden simetrik dallanma birimlerinden oluşan, küre şeklindeki geniş molekül yapılardır. İç içe girmiş yapıları, reaktif olabilen uç grupları, dalları arasına çeşitli moleküller ilave edilebilmesi en belirgin karakteristik özellikleri arasındadır. Dendrimer, çekirdek, çekirdek etrafındaki dallanma birimleri ve dallanmış fonksiyonel gruplardan oluşur (Bulut ve Akar, 2012). Dallanmış fonksiyonel grupları, mükemmel kapsüllenme özellikleri ve büyük oranda kontrol edilebilmeleri sayesinde ilaç taşıma uygulamalarında kullanılırlar. Dendrimerler, dendritik yapı içindeki ilaç enkapsülasyonu, kovalent bağ oluşturması veya ilacın en sondaki fonksiyonel gruba etkileşme sağlaması sayesinde ilaç taşıyıcı sistem olarak işlev görürler (Bulut ve Akar, 2012).

Tek dağılımlılık, çok değişkenlik, küresel şekil, nanometre boyutu, fonksiyonel gruplar, konuksever-misafir etkileşimi ve geniş iç boşluklar, dendrimerlerin benzersiz özellikleridir. Dendrimerler, terapötik ve tıbbi teşhis ajanların kontrollü ve hedeflenmiş dağıtımında büyük potansiyel olduğunu göstermiştir. Tümör hedefleme ve görüntüleme ajanları olarak potansiyellerini bunun yanısıra nötron yakalama, fotodinamik, fototermal ve gen terapisinde becerikli kısım olduğunu göstermiştir (Agrawal ve ark., 2013). Dendrimerler, kontrollü ve hedefli ilaç dağıtımında çok yönlü nano-taşıyıcı sistem olarak ortaya çıkmıştır. Ayrıca, hücre içi ilaç dağıtım araçları olarak zayıf şekilde çözünebilen ilaçlar için umut verici çözündürücü ajanlar olarak ve spesifik terapötik faydayı artırarak spesifik yapıları hedefledikleri belirtilmiştir (Jain ve ark., 2013).

Miseller

Miseller: Morfolojik olarak hidrofobik bloklardan meydana gelen çekirdek ve hidrofilik polimer zincirleri sayesinde daha dayanıklı hale getirilmiş koronadan oluşan küresel partiküllerdir. İlaç taşıyıcı

sistemler olarak kullanılan miseller, düşük çözünürlükteki etken maddeleri çözünür duruma getirdiğinden dolayı biyoyararlanım artmakta, hedeflenen bölgeye etken maddenin ulaştırılmasını sağlamak için vücutta yeterince uzun süre kalabilmektedirler. Nano boyutunda bir büyüklüğe sahip olan miseller, zayıf damarlanmanın olduğu bölgelerde etken maddelerin birikmelerine olanak sağlamaktadır. Spesifik ligandlarla birleştiği zaman istenilen bölgeye kolaylıkla hedeflendirilebilmektedirler (Canefe ve Duman, 1994). Böylece kolay ve tekrarlanabilir şekilde büyük miktarlarda üretim gerçekleşebilmektedir. İlaç taşıyıcı sistem içerisinde bulunan etken maddeyi biyolojik ortamdaki inaktivasyondan koruyarak bu şekilde istenmeyen yan etkilerin ortaya çıkmasına engel olmaktadırlar (Sezgin ve ark., 2003).

Nanopartiküller

Nanopartiküller doğal veya sentetik polimerler kullanılarak hazırlanan, boyutları 10-1000 nm arasında değişen, hazırlama yöntemine göre nanoküre ya da nanokapsül olarak isimlendirilen, etken maddelerin partikül içinde çözündüğü, hapsedildiği ya da yüzeye adsorbe edildiği veya bağlandığı matriks sistemlerdir. Peptit ve genlerin ilgili dokuya hedeflendirilmesi sırasında kullanılan nanopartiküllerin iki ana avantajı vardır. Birinci avantaj, küçük partikül boyutlarına sahip olması. Bu şekilde etken maddenin hedef bölgede birikmesini sağlamaktadır. İkinci avantaj ise küçük partiküllerin hazırlanmasında biyoçözünür materyallerin kullanılması olayıdır. Biyoçözünebilen materyaller sayesinde uzun süre kontrollü etken madde salınımı sağlanmış olmaktadır. Ayrıca nanopartiküller ilaçların, proteinlerin ya da peptitlerin stabilitesini artmasını sağlamaktadır. Basit bir şekilde sterilize edilebildiği gibi etken madde yükleme kapasiteleri de yüksektir. Böylece oral yolla ilaç uygulamada nanopartikül şeklinde uygulanan ilacın salımı ve biyoyararlanımı artmaktadır (Derman ve ark., 2013).

Nanofarmakoloji bazlı ilaçların mevcut durumu

1995'ten itibaren birçok nano yapılı ilaç FDA onayını almış ve klinik kullanım için hazır durumdadır (Bobo ve ark., 2016). Nano ilaçlar oral ya da intravenöz olarak ve daha az sıklıkta ise transdermal olarak uygulanmaktadır. (Caster ve ark., 2017). Genel olarak en çok onay alınmış ilaçlar; polimerik, lipozomal ve nanokristal formülasyonlar olup, diğer onaylanmış nano ilaçlar ise miseller ve inorganik nanopartiküller (metal/ metal oksitler ve diğer inorganik nanomalzemeler) gibi ilaç dağıtım sistemleridir (Sainz ve ark., 2015). Nano ilaçlar kanser başta olmak üzere farklı endikasyonlar için onay alınmıştır. Bugüne kadar onay almış nano ilaçların çoğu, geleneksel formülasyonlara oranla geliştirilmiş etkinlik yerine, toksisitenin azaldığı gözlemlenmiş ve bununla beraber, klinik geliştirilmekte olan mevcut ilaçların nanoformüle edilmiş versiyonları, iyileştirilmiş etkinlik açısından umut verici sonuçlar vermiş olup bu nedenle, düzenleme onayı kazanması muhtemel görünmektedir (Caster ve ark., 2017).

Tablo 1: Kanser araştırmalarında kullanılan bazı nanoyapılar

Hastalık	Nanoyapı	Aktif ajan	Biyolojik etki	Referans
Kaposi sarkoması	Lipozomlar	Doksorubisin	sitostatik	(Farokhzad ve ark., 2006)
Kolorektal kanser	Karbon nanotüpler	Anti-EGFR antikoru	sitostatik	(Lee ve ark., 2013)
Melanom	Karbon nanotüpler	Hematoporfirin monometil eter	Fotodinamik terapi	(Shi ve ark., 2013)
Malign gliomalar	Karbon nanotüpler	Tümör lizatı	aşılama	(Li ve ark., 2013)
Meme kanseri	Karbon nanotüpler	Paklitaksel	sitostatik	(Liu ve ark., 2009)
Pankreas kanseri	Altın nanopartiküller	Bortezomib	sitostatik	(Coelho ve ark., 2013)
Meme kanseri	Altın nanopartiküller	Gadolinyum şelatı	Teşhis	(Li ve ark., 2013)
Nöroblastom	Altın nanopartiküller	Baryum titanat	Fototermal terapi	(Farrokh Takin ve ark., 2013)
Hepatosellüler kanser	Gümüş nanopartiküller	Protein konjuge gümüş sülfit	sitostatik	(Wang ve ark., 2010)
Meme kanseri	Kuantum noktaları	Mortalin antikoru	Teşhis	(Pietila ve ark., 20132013)

NANOTOKSİKOLOJİ

Nanoteknolojinin bir çok farklı alanlarda getireceği yeni imkanlar ve fırsatlar insanları heyecanlandırıyor olmasının yanında çok az bilim insanının bu konuda yapılan çalışmalarla endişe taşıdığı bilinmektedir (Scholz ve Siegrist, 2008). Günümüzde nano yapıların birçok farklı alanlarda kullanımının yanında, insan sağlığı ve çevre üzerine oluşabilecek zararlı yönleri henüz tam olarak bilinmemektedir, bu konuda literatür bilgisi de oldukça yetersiz durumdadır (Khare ve ark., 2011). Nanopartiküllerin nanotoksisitesi konusundaki mevcut çalışmaların ana eksiklerinden birisi standart bir yöntemin yokluğudur. Ayrıca spesifik olarak, farklı hücre çizgileri, nanopartiküllere maruz kalma süresi ve nanopartiküllerin farklı fizikokimyasal özellikleri nanopartiküllerin toksisite aktivitesini analiz etmede en büyük engellerdir.

Nano-toksikolojik ve nano-farmakolojik nanoteknolojinin değerlendirilmesi, nanotıpın önerilen klinik uygulamaları üzerinde bazı kısıtlamalara yol açmaktadır. Nano-tanecikli partiküllerin solunması, bu maddenin difüzyonun aracılık ettiği solunum yollarının tümüne yayılmasına neden olabilir. Ayrıca, küçük boyutlu parçacıklar sistemik dolaşıma girebilir ve epitelyal ve endotel hücre katmanları boyunca hücresel alım ve transitoz yoluyla kritik olarak hassas organlara, beyin, kalp, kemik iliği, dalak ve lenf düğümlerine ulaşabilir. Nanomalzemelerin geniş yüzey alanı, onları aynı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip büyük boyutlu parçacıklara kıyasla biyolojik olarak daha etkili kılmaktadır (Mostafalou ve ark., 2013).

Metal nanopartiküller ve alaşımları, kristal yapıda olmaları ve çok güçlü metalik bağ olmalarından dolayı insanın iskelet-kas sistemi şartlarına en iyi uyum gösterilen malzemelerin başında yer alırlar (Xie ve ark., 2011). Vücutta kullanılan biyomalzemeler gerekli testlerden geçip kullanıldığı halde yine de vücutta alerjik, inflamatuar ve karsinojenik gibi etkileri oluşabilmektedir (Pfuhler ve ark., 2013). Yapılan çalışmalarda metal nanopartiküllerin sitotoksik ve genotoksik etkileri görüldüğü bildirilmekte, özellikle nanopartikül konsantrasyonun artışına paralel olarak DNA hasar artışı gözlenmektedir (Xie ve ark., 2011). Nanopartiküllerin çok küçük yapılarından dolayı doğrudan hücreye ve çekirdeğe girebilmekte, hücrede serbest radikal oluşumuna neden olmakta ve böylece DNA'ya bağlanarak genetik hasara neden olabileceği bildirilmektedir (Gonzalez ve ark., 2008).

Sağlık alanında kullanılan nanomalzemelerin toksikolojik etkileri

Kobalt-Krom Nanopartiküllerinin Toksisitesi

Kobalt-krom alaşımları diş implantlarında, çene cerrahisi ve özellikle de kalp damar cerrahisinde stent uygulamalarında kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda kobalt-krom alaşımlarının uygulandığı hastalarda, bu bölgelere yakın olan organlarda örneğin dalak, lenf nodları, karaciğer ve kemik iliği vb. bölgelerinde de bu nanopartiküllere rastlandığı bildirilmektedir (Revell, 2006). Yine başka bir çalışmada da kobalt-krom dan yapılmış kalça protezleri bulunan hastalarda bulunan metalin uzun süre hastada kalması sonucu gastrointestinal, üriner, lenf ve kan doku gibi bölgelerde kanserlere neden olduğu belirtilmiştir (Goldacre ve ark., 2005).

Gümüş Nanopartiküllerin toksisitesi

Gümüş nanoyapılar ticari olarak antimikrobiyal kullanımları mevcut olup ek olarak tümörün geliştirdiği yeni damar oluşumunu da indükleyebileceğinden dolayı kanser araştırmalarında da kullanılabilmektedir (Satapathy ve ark., 2013). Nanopartiküllerin yüzey kaplaması antibakteriyel yüzeylerin üretimi için en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir (Bonetta ve ark., 2013). Gümüş metali kaplanarak genellikle tıbbi cihazlarda kullanılır, çünkü gümüş kaplı bir yüzeyden salınan gümüş iyonları hem gram pozitif hem de gram negatif bakterileri öldürebilmektedir (Hasan ve ark., 2013). Tabi bu yöntem her ne kadar yararlı gibi görünse de dezavantajları da görülmektedir. Bu dezavantajlarından biri bakteriyel hücrelerin antibiyotiklere ve antibakteriyel maddelere karşı dirençli hale gelmesi (Bonetta ve ark., 2013), salınan antibakteriyel maddelerin konsantrasyonunun bakteriyel hücreleri etkilemek için her zaman yeterli olamaması ve antibakteriyel maddelerin hedef yüzey üzerindeki stabilitesi, uzun süreli antibakteriyel davranışı korumak için yeterli olmaması ihtimalidir (Agarwal ve ark., 2010).

Yapılan bir araştırmada gümüş nanopartiküllerin kan-beyin bariyeri, karaciğer yetmezliği ve beyin dejenerasyonu gibi zararlara neden olabileceği bildirilmektedir (Powers ve ark., 2011). Ayrıca bu partiküller erkek üreme sistemine önemli derecede zarar verebileceği, implante tıbbi cihazlarda kullanıldığında zararlı olabileceği yapılan çalışmalarla bildirilmektedir (Ivanova ve ark., 2018).

Çinko oksit ve Titanyum dioksit Nanopartiküllerin Toksisitesi

Çinko oksit nanoparçacıkları, özellikle dermal uygulamalar için, tüketici ürünlerinde zaten yaygın şekilde günümüzde kullanılmaktadır. (Ickrath ve ark., 2017)'nın yaptıkları çalışmada, uzun süreli ve tekrarlayan maruziyetten sonra düşük doz konsantrasyonlarında insan mezenkimal kök hücrelerinde çinko oksit nanopartikülünün sitotoksik ve genotoksik etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda

çinko oksit nanoparçacıklarının hücrelerde biriktiği, yüksek dozlarda sitotoksisite, orta ve düşük dozlarda ise genotoksisite etkiler yaptığı gözlenmiştir.

Titanyum dioksit nanopartiküllerinin soluma yoluyla alındığında, inflamasyon ve astım olma riski olduğu belirtilmiştir (Weir ve ark., 2012). Solunum yoluyla alınan bu partiküllerin çocukların akciğerlerine zarar verebileceği gerekçesiyle, püskürtmeli güneş kremlerinin kullanımının yasaklanması da gündemdeki yerini almaktadır.

Altın Nanopartiküllerin Toksisitesi

Altın nanopartiküller, biyomedikal, moleküler biyoloji ve ilaç taşıma sistemi gibi birçok alanda kullanılabilmektedir. Sıçanlar üzerinde altın nanopartiküller ile yapılan bir çalışmada, çalışmanın 15. ve 30. günlerinde hayvanların akciğer, dalak, böbrek, kalp ve kanda bu partiküllere rastlandığı gözlemlenmiştir (Yum ve ark., 2010). Ayrıca bilgisayarlı tomografide teşhis için kontrast madde olarak kullanılabilmekte, yapılan çalışmada altın nanopartiküllerin kullanımı sonucu hücre içi protein ile etkileşime girerek hücrelerin yapısını bozabileceği belirtilmiştir (Niidome ve ark., 2006).

Karbon Nanotüplerin Toksisitesi

Karbon nanotüplerin lif şekilleri ve büyüklükleri sebebiyle, sitotoksisite, iltihaplanma ve hasarına neden olabileceği belirtilmiştir (Singh ve Nalwa, 2007). Karbon nanotüplerin toksik etkilerini araştırmak için kullanılan deney hayvanları, tümörün büyümesini engellemek için gereken yüksek konsantrasyonların, kronik inflamasyona ve interstisyel fibrozis gibi rahatsızlıklara neden olabileceği gözlemlenmiştir (Reddy ve ark., 2012).

Tatışma ve Sonuç

Nanoteknoloji alanında özellikle son yıllarda hızlı bir şekilde ilerleme kaydedilmektedir. Bu teknoloji multidisipliner özellikleri ile nanofarmakoloji için umut vaat etmektedir. Nanofarmakoloji ile var olan ilaçlar ve geliştirilecek yeni ilaçların güvenliği artacağı, ilaçların farmakokinetik ve farmakodinamik özelliklerinin artırılacağı, ilacın ulaşılamadığı yerlere ilacın ulaşılması sağlanarak sistemik etki yerine lokal etki yapacağı ve böylece ilacın yan etkileri azalacağı öngörülmektedir. Ayrıca bu teknoloji günümüzde teşhis ve tedavi için getireceği yenilikler ile özellikle kanser tedavileri için büyük bir umut kaynağı olacaktır.

Gelecekte nanoteknolojinin yaygın olarak kullanılması, insanların nanopartiküllerle daha fazla teması sözkonusu olacaktır. Bu partiküllerin yararları ile beraber, benzersiz özelliklerinin insanlarla teması sonucu sağlık açısından zararlı olabileceği endişesi taşımaktadır. Bu sebeple icat edilen yeni nanoteknolojik malzemeler insanlar üzerinde kullanılmadan önce gerekli tüm toksikolojik testler yapılıp güvenli olacağına emin olunduktan sonra kullanımına izin verilmelidir. Aksi takdirde bu teknolojinin yararlarından çok zararlarına maruz kalacağımız kaçınılmaz olacaktır.

KAYNAKLAR

Agarwal A., T. L. Weis, M. J. Schurr, N. G. Faith, C. J. Czuprynski, J. F. McAnulty, C. J. Murphy, and N. L. Abbott, Biomaterials, 31, 680 (2010).

Agrawal U, Mehra NK, Gupta U, Jain NK: Hyperbranched dendritic nano-carriers for topical delivery of dithranol. J Drug Target 2013, 21:497-506.

Ashai ZA, Pukhta MA, Abbas Z, Matto S, Mir SA, Rehman S: Nanopharmacology. JK-Practitioner 2012, 17:83-85.

Berk S,Akkurt İ.Nanopartikül: Geleceğin Korkulu Rüyası.Tuberk Toraks 2012;60(2):180-4.

Bobo D, Robinson KJ, Islam J, et al. Nanoparticle-based medicines: a review of FDA-approved materials and clinical trials to date. *Pharm Res* 2016;33(10):2373–2387.

Bonetta S, Motta F, Strini A, Carraro E. TiO2 kaplı yüzeyler tarafından fotokatalitik bakteriyel inaktivasyon AMB Express , 3 (2013) , s. 59 , 10.1186 / 2191-0855-3-59

Bulut M, Akar E. Dendrimerlerin Önemi Ve Kullanım Alanları. SDU Teknik Bilimler Dergisi, 2012; 2(1):5-11.

Canefe K, Duman G. İlaçların Seçici Taşınması ve Hedeflendirilmesi, Ankara Ecz. Fak Derg. 1994; 23: 1-2.

Caster JM, Patel AN, Zhang T, Wang A. Investigational nanomedicines in 2016: a review of nanotherapeutics currently undergoing clinical trials. *Wiley Interdiscip Rev Nanomed Nanobiotechnol* 2017;9(1).

Coelho SC, Rocha S, Juzenas P, et al. Gold nanoparticle delivery-enhanced proteasome inhibitor effect in adenocarcinoma cells. *Expert Opin Drug Deliv*. 2013;10(10):1345–1352.

Datir SR, Das M, Singh RP, Jain S: Hyaluronate tethered smart multi walled carbon nanotubes for tumor-targeted delivery of doxorubicin. Bioconj Chem 2012, 23:2201-2213.

Derman S, Kızılbey K, Akdeste Z. Polymerıc Nanopartıcles. Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi Sigma 2013; 31, 109-122.

Donaldson, K., Tran, L., Jimenez, L.A., Duffin, R., Newby, D.E., Mills, N., MacNee, W., & Stone, V. (2005). Combustion-derived nanoparticles: A review of their toxicology
following inhalation exposure. Partical and Fibre Toxicology, 2.doi:10.1186/1743-8977-2-10.

Donaldson, K., Stone, V., Tran, C.L., Kreyling, W., ve Borm, P.J.A (2004). Nanototoxicology. Nanotoxcology Occupational and Environmental Medicine, 61:727-728.

FarrokhTakin E, Ciofani G, Puleo GL, et al. Barium titanate core – gold shell nanoparticles for hyperthermia treatments. *Int J Nanomedicine*. 2013;8:2319–2331.
Farokhzad OC, Cheng J, Teply BA, et al. Targeted nanoparticle-aptamer bioconjugates for cancer chemotherapy in vivo. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2006;103(16):6315–6320.

Goldacre MJ, Wotton CJ, Seagroatt V, Yeates D. Cancer following hip and knee arthroplasty: record linkage study. Br J Cancer, 2005; 92: 1298-1301.

Gonzalez L, Lison D, Kirsch-Volders M. Genotoxicity of engineered nanomaterials: a critical review. Nanotoxicol, 2008; 2 (4): 252-73.

Hasan J, Crawford RJ, Ivanova EP. Antibakteriyel yüzeyler: yeni nesil biyomalzeme arayışı Trendler Biyoteknol. , 31 (2013) , ss. 295 - 304

Huang H, Yuan Q, Shah JS, Misra RDK: A new family of folate-decorated and carbon nanotubes-mediated drug delivery systems: synthesis and drug delivery response. Adv Drug Deliv Rev 2011, 63:1332-1339.

Ickrath P, Wagner M, Scherzad A, Gehrke T, Burghartz M, Hagen R, Radeloff K, Kleinsasser N, Hackenberg S. İnsan Mezenkimal Kök Hücrelerine Uzun Süreli ve Tekrarlı Maruz Kaldıktan Sonra Çinko Oksit Nanopartiküllerinin Zararlı ve Genotoksik Etkileri. *Int. J. Environmental. Res. Halk Sağlığı* 2017 , *14* , 1590.

Ivanova A, Ivanova K , Hoyo J, Heinze T, Sanchez Gomez S, Tzanov T. Katman Katmanlı,hem gram-pozitif hem de gram-negatif Bakterilere karşı ayarlanabilir antibakteriyel ve antibiyofilm özelliklerine sahip nanoparçacıklar ACS Uygulaması Mater. Arayüzler , 10 (2018) , sayfa 3314 - 3323

Jain A, Jain K, Mehra NK, Jain NK: Lipoproteins tethered dendrimeric nanoconstructs for effective targeting to cancer cells. J Nanopart Res 2013, 15:2003.

Khare P, Sonane M, Pandey R, Ali S, Gupta KC, Satish A. Adverse effects of TiO2 and ZnO nanoparticles in soil nematode, Caenorhabditis elegans. J Biomed Nanotechnol, 2011; 7 (1): 116-7.

Lacerda L, Russier J, Pastorin G, Herrero MA, Venturelli E, Dumortier H, Al-Jamal KT, Prato M, Kostarelos K, Bianco A: Translocation mechanisms of chemically functionalized carbon nanotubes across plasma membranes. Biomaterials 2012, 33:3334-3343.

Lal R, Ramachandran S, Arnsdorf MF. Çok Boyutlu Atomik Kuvvet Mikroskobu: Nanopharmacology Research için Çok Yönlü Bir Yeni Teknoloji AAPS J. , 12 (2010) , sayfa 716 – 728

Lee PC, Chiou YC, Wong JM, Peng CL, Shieh MJ. Targeting colorectal cancer cells with single-walled carbon nanotubes conjugated to anticancer agent SN-38 and EGFR antibody. *Biomaterials*. 2013;34(34):8756–8765.

Li K, Wen S, Larson AC, et al. Multifunctional dendrimer-based nanoparticles for in vivo MR/CT dual-modal molecular imaging of breast cancer. *Int J Nanomedicine*. 2013;8:2589–2600.

Li X, Gao J, Yang Y, et al. Nanomaterials in the application of tumor vaccines: advantages and disadvantages. *Onco Targets Ther*. 2013;6:629–634.

Liu Z, Fan AC, Rakhra K, et al. Supramolecular stacking of doxorubicin on carbon nanotubes for in vivo cancer therapy. *Angew Chem Int Ed Engl*. 2009;48(41):7668–7672.

Manish G, Vimukta S. Targeted drug delivery system: A Review, Research Journal of Chemical Sciences Vol. 2011; 1(2).

Miller, J.C., Serrato, R., Represas-Cardenas, J.M., Kundahl, G. (2004). The Handbook of Nanotechnology. New Jersey, Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.

Mostafalou S, Mohammadi H, Ramazani A, Abdollahi M: Different biokinetics of nanomedicines linking to their toxicity: an overview. Daru 2013, 21:1-4.

Niidome Y, Niidome T, Yamada S, et al. (2006). Pulsed- laser induced fragmentation and dissociation of DNA immobilized on gold nanoparticles. Mol Cryst Liq Cryst 445:201-206

Niu L, Meng L, Lu Q: Folate-conjugated PEG on single walled carbon nanotubes for targeting delivery of doxorubicin to cancer cells. Macromol Biosci 2013, 13:735-744.

Oberdörster, G., Oberdörster, E., & Oberdörster, J. (2005). Nanotoxicology: An emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles. Environmental Health Perspectives,
113: 823–839. doi: 10.1289/ehp.7339.

O'Malley P: Nanopharmacology: for the future-think small. Clin Nurse Spec 2010, 24:123-124.

Önyüksel H, Çomoğlu T. (2014). Nanotaşıyıcılarda Hedeflendirme. A. Zırh-Gürsoy içinde, Nanofarmasötikler ve Uygulamaları (s.211-225). İstanbul: Kontrollü Salım Salım Sistemleri Derneği.

Pfuhler S, Elespuru R, Aardema MJ, Doak SH, Donner EM, Honma M, et al. Genotoxicity of nanomaterials: refining strategies and tests for hazard identification. Environ Mol Mutagen, 2013;54 (4):229-39.

Pietila M, Lehenkari P, Kuvaja P, et al. Mortalin antibody-conjugated quantum dot transfer from human mesenchymal stromal cells to breast cancer cells requires cell-cell interaction. *Exp Cell Res*. 2013;319(18): 2770–2780.

Powers CM, Levin ED, Seidler FJ, Slotkin TA. Silver exposure in developing zebrafish produces persistent synaptic and behavioral changes. *Neurotoxicol Teratol*. 2011;33(2):329–332.

Rauch J, Kolch W, Laurent S, Mahmoudi M: Big signals from small particles: regulation of cell signaling pathways by nanoparticles. Chem Rev 2013, 113:3391-3406.

Reddy AR, Reddy YN, Krishna DR, Himabindu V. Pulmonary toxicity assessment of multiwalled carbon nanotubes in rats following intratracheal instillation. *Environ Toxicol*. 2012;27(4):211–219.

Revell PA. The biological effects of nanoparticles. Nanotechnol Percept, 2006; 2: 283–98.

Sainz V, Conniot J, Matos AI, et al. Regulatory aspects on nanomedicines. *Biochem Biophys Res Commun* 2015;468(3):504–510.

Satapathy SR, Mohapatra P, Preet R, Das D, Sarkar B, Choudhuri T, Wyatt MD, Kundu CN.Silver-based nanoparticles induce apoptosis in human colon cancer cells mediated through p53. Nanomedicine (Lond). 2013 Aug;8(8):1307-22. doi: 10.2217/nnm.12.176. Epub 2013 Mar 21

Scholz RW, Siegrist M. Low risks, high public concern? the cases of persistent organic pollutants (POPs), heavy metals, and nanotech particles. IED Working Paper 5, Institute for Environmental Decisions, Zurich, 2008.

Sezgin Z, Yüksel N, Baykara T. İlaç Taşıyıcı Sistemler Olarak Polimerik Misellerin Hazırlanması Ve Karakterizasyonu. Ankara Ecz. Fak. Derg. 2003; 32(2) 125-142.

Shi J, Ma R, Wang L, et al. The application of hyaluronic acid-derivatized carbon nanotubes in hematoporphyrin monomethyl ether-based photodynamic therapy for in vivo and in vitro cancer treatment. *Int J Nanomedicine*. 2013;8:2361–2373.

Singh S, Nalwa HS. Nanotechnology and health safety – toxicity and risk assessments of nanostructured materials on human health. *J Nanosci Nanotechnol*. 2007;7(9):3048–3070.

Silindir M, Erdoğan S, Özer AY, et al. Nanosized multifunctional liposomes for tumor diagnosis and molecular imaging by SPECT/CT. J Liposome Res 2013;23:20-27.
Sobhani Z, Dinarvand R, Atyabi F, Ghahremani M, Adeli M: Increased paclitaxel cytotoxicity against cancer cell lines using a novel functionalized carbon nanotubes. Int J Nanomed 2011, 6:705-719.

Wang HJ, Yang L, Yang HY, et al. Antineoplastic activities of protein-conjugated silver sulfide nano-crystals with different shapes. *J Inorg Biochem*. 2010;104(1):87–91.

Weir, A., Westerhoff, P., Fabricius, L. & von Goetz, N. (2012). Titanium Dioxide Nanoparticles in Food and Personal Care Products. Environmental Science & Technology 2012 Feb 21; 46(4): 2242–2250.

Xie H, Mason MM, Wise Sr, JP. Genotoxicity of metal nanoparticles. Rev Environ Health, 2011; 26 (4):251-68.

Yang F, FU D.L, Long J, Ni Q.X.(2008). Magnetik lymphatik targeting drug delivery system using carbon nanotübes. Medical Hypotheses, 765-767.

Yum K, Wang N, Yu MF. Nanoneedle: A multifunctional tool for biological studies in living cells. Nanoscale. 2010; 2: 363-372.

Zhao, Q., Pang, X.F., Liu, L.W., & Deng, B. (2007). The Biological Effect of Iron Oxide and Its Hydrate Nanoparticles. Solid State Phenomena, 121–123(2): 735–738.

Zırh-Gürsoy A.(2014). Giriş. A. Zırh-Gürsoy içinde, Nanofarmasötikler ve Uygulamaları (s.1-7). İstanbul: Kontrollü Salım Salım Sistemleri Derneği.