

«UYGULAMALI BİLİMLER
TAM METİN KİTABI»
Uluslararası
30 AĞUSTOS BİLİMSEL
ARAŞTIRMALAR SEMPOZYUMU



ISBN-978-605-7695-34-5
28-31 Ağustos 2019
İZMİR

UYGULAMALI BİLİMLER TAM METİN KİTABI



Uluslararası 30 AĞUSTOS BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR SEMPOZYUMU 28-31 Ağustos 2019 İZMİR

Editör

Dr. Sultan (Şehitoğlu) OKUMUŞOĞLU

**İKSAD YAYINEVİ®
(TC. KÜLTÜR VE TURİZM BAKANLIĞI YAYINEVİ RUHSAT NUMARASI: 2014/31220)
TÜRKİYE**

TR: +90 342 606 06 75 USA: +1 631 685 0 853

E-mail: info@iksad.com

www.iksad.com www.iksadkongre.org

**Bu kitabın tüm hakları İKSAD Yayınevi'ne aittir.
Yazarlar etik ve hukuki olarak eserlerinden sorumludurlar.**

İKSAD Publications - 2019©

Yayın tarihi: 15.09.2019

ISBN- 978-605-7695-34-5

SEMPOZYUM KÜNYESİ

SEMPOZYUM ADI

ULUSLARARASI

30 AĞUSTOS BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR SEMPOZYUMU

TARİHİ VE YERİ

28-31 Ağustos 2019/ İZMİR

DÜZENLEYEN KURUM

İKSAD- İktisadi Kalkınma ve Sosyal Araştırmalar Derneği

DÜZENLEME KURULU BAŞKANI

Doç. Dr. Dinara FARDEEVA

KOORDİNATÖR

Samira ONTUNÇ

ULUSLARARASI KONUŞMACILAR / KATILIMCILAR

Musa Mursaqliev- Azerbaycan

Doç. Dr. Dinara FARDEEVA- Rusya, Tataristan

Dr. Saadet Alieva- Azerbaycan

Dr. Sultan OKUMUŞOĞLU – KKTC

ŞEFEG NAĞİYEVA- Azerbaycan

Pərvin VERDİYEVA- Azerbaycan

Doç. Dr. MEHRİBAN ALİZADE- Azerbaycan

Дурдона Худайбергенова-Özbekistan

Yskak Nabi- Kazakistan

Ilyas Seitov- Kazakistan

Onolkan Umankulova- Kırgızistan

KONGRE DİLLERİ

Türkçe, İngilizce, Rusça

SUNUM ŞEKLİ

Sözlü ve Poster Sunum

SEMPOZYUM GALERİSİ

Facebook IKSAD KONGRE TOPLULUĞU grubunda tüm fotoğraflar paylaşılmıştır.











BİLİM VE DANIŞMA KURULU

Prof. Dr. Alia R. MASALİMOVA
Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Prof. Dr. Afaq SADIKOVA
Bakü Devlet Üniversitesi

Prof. Dr. Almaz AHMEDOV
Bakü Devlet Üniversitesi

Prof. Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA
Rasulbekov Kırgız Ekonomi Üniversitesi

Prof. Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV
Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Prof. Dr. M. Salih MERCAN
Bitlis Eren Üniversitesi

Prof. Dr. Mehmet OKUR
Karadeniz Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Mustafa TALAS
Ömer Halisdemir Üniversitesi

Prof. Dr. Mustafa ÜNAL
Erciyes Üniversitesi

Prof. Dr. Necati DEMİR
Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. Osman ERKMEN
Gaziantep Üniversitesi

Doç. Dr. Şayan ULUSAN
Manisa Celal Bayar Üniversitesi

Doç. Dr. Elvan YALÇINKAYA
Ömer Halisdemir Üniversitesi

Dr. Ümmügülsüm CANDEĞER
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi

Dr. Klara PUŞKİNA
Çuvaş Devlet Üniversitesi

Dr. Malik YILMAZ
Atatürk Üniversitesi

Dr. Ayşe ERKMEN
Gaziantep Üniversitesi

ULUSLARARASI 30 AĞUSTOS BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR SEMPOZYUMU

ULUSLARARASI 30 AĞUSTOS BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR SEMPOZYUMU 28-31 Ağustos 2019 İZMİR KONGRE PROGRAMI

KATILIMCI ÜLKELER:

TÜRKİYE, KKTC, KAZAKİSTAN, AZERBAYCAN, TÜRKMENİSTAN, KIRGIZİSTAN, RUSYA

KONGRE YERİ

Ramada Plaza İzmir

Adres: No. 12, Mürselpaşa Blv., Konak, İzmir



29 Ağustos –Kayıt ve Sunumlar

30 Ağustos- sunumlar

31 Ağustos- sunumlar

30 Ağustos Programı

Atatürk'ün sevdiği şarkılar eşliğinde akşam gala yemeği, ödül töreni

- Program bilimsel DİSİPLİNLER gözetilerek hazırlanmıştır. Lütfen programı dikkatlice kontrol ediniz. Programda çalışmanıza ilişkin eksiklik/hata olduğunu düşünüyorsanız en geç 10 AĞUSTOS tarihine kadar iksad36@gmail.com adresi ile iletişime geçiniz. Programın yoğunluğu sebebiyle **saat değişikliği** taleplerinin karşılanamayacağını özellikle belirtmek isteriz
- Her bir sunum için ayrılan süre **10 dk**'dır. Lütfen sürenizi aşmamaya özen gösteriniz
- Oturumun başlatılması, sunum sıralamasının belirlenmesi, soru cevap alınması, ara verilmesi oturumun kapatılması ve oturuma ilişkin tüm hususlarda Kongre Tüzel Kişiliği'ni temsilen **Oturum Başkanları TAM YETKİLİDİR**
- Kongre özet ve tam metin kitapları, kongre takviminde belirtilen süre içerisinde yayınlanacaktır
- Diğer yayın alternatifleri için kongre sonrasında ayrıca bilgilendirme mesajı gönderilecektir
- Kongreyle ilgili her konuda düzenleme ve yürütme kurulu üyelerimiz ile koordinatörlerimizin sizlere hizmet etmekten kıvanç duyacağını ayrıca belirtmek isterim.
- Kongre merkezinde **yazıcı imkanları kısıtlı** olduğu için lütfen almanız gereken **çıktıları**, notları önceden yanınızda bulundurunuz
- Sunumlarınızı hem **power point** hem **PDF** olarak flaş bellekte yanınızda bulundurunuz
- Çok değerli çalışmanızla kongremize katılarak katkıda bulunduğunuz için yürekten teşekkür ederim

Düzenleme Kurulu Başkanı

ULUSLARARASI 30 AĞUSTOS BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR SEMPOZYUMU

29.08.2019 PERŞEMBE

09:30-12:00

SALON-1 OTURUM-1	MODERATÖR: Prof. Dr. Hatice YURTSEVER
Doç. Dr.Yasemin KILINÇARSLAN	Bilimin Dijital Sanat Aracılığıyla Popülerleşmesi Bağlamında Medikal Animasyonlar
Musa MURSAQULİYEV	AZƏRBAYCANIN QƏRB BÖLGƏSİ ABİDƏLƏRİNDƏ İNCƏSƏNƏT MOTİVLƏRİ
Dr. Səadət ƏLİYEV	
Dr. Öğr. Üyesi Rengim SİNE NAZLI	YENİ MEDYA VE SAĞLIK İLİŞKİSİ
Arş. Gör.Sadullah Mücahid BAĞ	
Dr. Öğr. Üyesi Rengim SİNE NAZLI	YAZILI BASINDA ŞİDDET OLGUSU
Arş. Gör. Sadullah Mücahid BAĞ	
Dr. Öğr. Üyesi Yücel Atıla ŞEHİRLİ	30 AĞUSTOS ZAFER BAYRAMI'NA İLİŞKİN SOSYAL BİLGİLER ÖĞRETMEN ADAYLARININ METAFORİK ALGILARI
Dr. Öğr. Üyesi Yücel Atıla ŞEHİRLİ	30 AĞUSTOS ZAFER BAYRAMI'NA İLİŞKİN OKUL ÖNCESİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ METAFORİK ALGILARI
Öğr.Gör.Fatmagül GÜRGEN	OKUL ÖNCESİ EĞİTİMİ ÖĞRETMENLERİN ÇOCUKLARLA KURDUKLARI İLİŞKİ İLE
Dr. Öğr. Üyesi Hatice Gözde ERTÜRK KARA	ÇOCUKLARIN SOSYAL BECERİLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ
Doç. Dr. Pınar PEHLİVAN	ELEKTRONİK BANKACILIKTA MEVDUATIN KORUNMASINDA BANKALARIN
Prof. Dr. Hatice YURTSEVER	HUKUKİ SORUMLULUĞU
Doç. Dr. Pınar PEHLİVAN	KATILIM BANKALARINDA FİNANSAL FAALİYET HARCİ UYGULAMASINA
Prof. Dr. Hatice YURTSEVER	ELEŞTİREL BİR YAKLAŞIM

29.08.2019 PERŞEMBE

09: 30-12:00

SALON-2 OTURUM-1	MODERATÖR: DOÇ. DR. DİNARA FARDEEVA
Doç. Dr. Dinara FARDEEVA	XIV TÜRK HALKLARI ULUSLARARASI TİYATRO FESTİVALI “NEVRUZ”
Arş. Gör. Barış ÇAĞIRKAN	FARKLI SOSYO KÜLTÜREL YAPILARDA ETNİSİTE VE KÜLTÜRE DAYALI AİDİYET ALGISINABAĞLI OLARAK ÇOKKÜLTÜRLÜ POLİTİKALARIN ORTAYA ÇIKIŞI
Dr. Öğr. Üyesi Alper Bilgehan YARDIMCI	BİLİMSEL BİLGİNİN SOSYOLOJİK UNSURLARI
Arş. Gör. Barış ÇAĞIRKAN	
Dr. Öğr. Üyesi Alper Bilgehan YARDIMCI	THOMAS KUHN'UN PARADİGMA KAVRAMI VE RÖLATİVİZM TARTIŞMASI
Dr. Öğr. Üyesi Alper Bilgehan YARDIMCI	BİLİM VE KÜLTÜR KAVRAMLARININ SOSYOLOJİ DİSİPLİNİ
Arş. Gör. Barış ÇAĞIRKAN	İÇİNDE YER EDİNMESİ
Arş. Gör. Dr. Murat COŞKUNER	LAİKLİĞİ TOPLUMSAL İŞBÖLÜMÜ VE UZMANLAŞMANIN BİR SONUCU OLARAK
Öğr.Gör. Seçil ASLAN COŞKUNER	OKUMAK
Arş. Gör. Dr. Murat COŞKUNER	HUKUKİ TARAFSIZLIĞA YÜRÜTME ENGELİ: ALEVİ TALEPLERİNE YÖNELİK
Öğr.Gör. Seçil ASLAN COŞKUNER	KARARLARDA TÜRK YARGISINA YÜRÜTMENİN ETKİSİ VE AVRUPA İNSAN HAKLARI MAHKEMESİ
Dr. Öğr. Gör. Ali DEMİRBAŞ	EVLİ KİŞİ İLE BİRLİKTE OLAN ÜÇÜNCÜ KİŞİYE KARŞI MANEVİ TAZMİNAT TALEBİ
Tuğba BATIR	TÜRK İNKILAPLARININ ÇOCUKLARA MİZAHİ DİLLE ANLATIMI:
(Yüksek Lisans Öğrencisi)	AFACAN GAZETESİ ÜZERİNE BİR İNCELEME
Dr. Öğretim Üyesi Ebru DAVULCU	

ULUSLARARASI 30 AĞUSTOS BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR SEMPOZYUMU

29.08.2019 PERŞEMBE

12: 30-15:00

SALON-1 OTURUM-2	MODERATÖR: Yrd. Doç. Dr. Sultan (Şehitoğlu) OKUMUŞOĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Sabiha Zeynep Aydenk KÖSEOĞLU	TAMAMLAYICI BESLENMEDE YER ALAN BEBEK BİSKÜVİLERİNİN PROTEİN KALİTESİNİN PDCAAS YÖNTEMİNE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ
Dr. Öğrt. Üy. Deniz ALCA	İNSANİ GÜVENLİK; RETORİK VE REALİTE
Uzm. Dt., Zekiye EFE Dr. Dt. Ahmet ÇALIŞKAN Dr. Öğr. Üyesi Seçil ÇALIŞKAN	FOTO-AKTİF DEZENFEKSİYONUN ENTEROCOCCUS FAECALİS VE CANDİDA ALBİCANS ÜZERİNDEKİ ANTİMİKROBİYAL ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Uzm. Dt. Zekiye EFE Doç. Dr. Salih DOĞAN Arş. Gör. Kübra PEDÜK	EPİDEMİYOLOJİK SAHA ÇALIŞMALARINDA DIŞ ÇÜRÜĞÜ PREVELANSININ BELİRLENMESİNDE İNTRA-ORAL FOTOĞRAFLARIN BAŞARISININ DEĞERLENDİRİLMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Sevtap GÜNAY UÇURUM	DİZ OSTEOARTRİTLİ OLGULARDA OSTEOARTRİT ŞİDDETİ, DÜŞME KORKUSU VE DENGİ GÜVEN ÖLÇEĞİ ARASINDAKİ İLİŞKİ
Dr. Öğr. Üyesi Sevtap GÜNAY UÇURUM Uzm. Dr. Elif Umay ALTAŞ Prof. Dr. Derya ÖZER KAYA	DİZ OSTEOARTRİTLİ OLGULARDA KAS KUVVETİ, FONKSİYONEL DÜZEY VE DENGİ ARASINDAKİ İLİŞKİ
Uzm. Dr. Hülya Tosun YILDIRIM Dr. Zelal AKGUNDUZ	GASTROİNTİSTİNAL STROMAL TÜMÖRLERİN KLİNİK VE HİSTOPATOLOJİK BULGULARI: 10 YILLIK TEK MERKEZ DENEYİMİ
Uzm. Dr. Hülya Tosun YILDIRIM Uzm. Dr. Işın ÜREYEN	NORMAL, HİPERPLASTİK VE NEOPLASTİK ENDOMETRİUMDA CD44 EKSPRESYONU
Yrd. Doç. Dr. Sultan (Şehitoğlu) OKUMUŞOĞLU	“DİABETES MELLİTUS” TANILI BİREYLERDE BESLENME TEDAVİSİNE UYUMUN DİYETE İLİŞKİN FONKSİYONEL OLMAYAN BİLİŞLERLE İLİŞKİSİ
Yrd. Doç. Dr. Sultan (Şehitoğlu) OKUMUŞOĞLU	OKUL ORTAMINDA ANKSİYETE AZALTMAYI HEDEFLEYEN BİLİŞSEL DAVRANIŞÇI YÖNELİMLİ BİR GRUP YAKLAŞIMININ ETKİLİLİĞİ

29.08.2019 PERŞEMBE

12: 30-15:00

SALON-2 OTURUM-2	MODERATÖR: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet BEKTAŞ
Doç. Dr. İlhan ÖZEN Kimya Müh. Celal SÖYLEMEZ Kimyager İlker TÜRKMEN Arş. Gör. Gamze OKYAY Arş. Gör. Dr. Özlem ÖZDEMİR	DOĞAL ZEOLİTİN HİDROJEN SÜLFÜR KOKU ADSORPSİYON KAPASİTESİNİN ARTTIRILMASI
Dr. Hasan YILDIZHAN	BİS-AZO SCHİFF BAZLARININ YENİ İŞİLDAYAN MONONÜKLEER ZN(II) KOMPLEKSLERİ: SENTEZİ, TERMAL VE FOTOLÜMİNESANS ÖZELLİKLERİ, DPPH RADİKAL SÜPÜRME VE FENOL BAĞLAMA AKTİVİTELERİ
Dr. Hasan YILDIZHAN	KYOTO PROTOKOLU KAPSAMINDA TÜRKİYEİN YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKASI
Arş. Gör. Dr. Kübra KOÇ Prof. Dr. Fatime GEYİKOĞLU Dr. Öğr. Üyesi Berna KAVAKCIOĞLU YARDIMCI	KARBONDİOKSİT SALINIMINI AZALTMAK İÇİN OPTİMUM YALITIM DUVARI: BİR UYGULAMA
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet BEKTAŞ	RATLARDA TÜM VÜCUT İRRADYASYONU İLE İNDÜKLENEN KARACİĞER HASARI ÜZERİNE KURKUMİNİN ETKİLERİ
Dr. Öğr. Üyesi Gökhan UTLU Gülşah AYDEMİR (Yüksek lisans öğrencisi)	Cybister lateralimarginalis torquatus (FİSCHER VON WALDHEIM, 1829) (DYTİSCİDAE: COLEOPTERA) ALTTÜRÜNDE AĞIR ELEMENT BİRİKİMLERİNİN ANALİZLERİ GÖZENEKLİ SİLİKON ÜZERİNDE ELEKTRODEPOZİSYON İLE ELDE EDİLEN ZnO NANOYAPILARA ÇÖZELTİ SICAKLIĞININ ETKİSİ

ULUSLARARASI 30 AĞUSTOS BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR SEMPOZYUMU

29.08.2019 PERŞEMBE

15:00 – 17:00

SALON-1 OTURUM-3

MODERATÖR: Prof. Dr. Canan NAKİBOĞLU

Prof. Dr. Canan NAKİBOĞLU
Şafak YILDIRIM

10. SINIF ÖĞRENCİLERİN “KİMYASAL BAĞ” KAVRAMI İLE İLGİLİ METOFORİK VE ANALOJİK ALGILARININ İNCELENMESİ

Dr. Mustafa ÇORAMIK

AKILLI TELEFONLARIN FİZİK EĞİTİMİ ALANINDA KULLANIMI

Dr. Mustafa ÇORAMIK

MANYETİK AKI KAÇAKLARI YÖNTEMİNİ KULLANAN BİR TEST SİSTEMİNİN ANSYS MAXWELL KULLANILARAK KARAKTERİZE EDİLMESİ

Dr. Öğrt. Üyesi Şengül SARIKAYA
GACANOĞLU

FİZİK, KİMYA VE BİYOLÖJİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİLİMSEL MODELLER VE DERSLERDE MODEL KULLANIMINA YÖNELİK GÖRÜŞLERİNİN BELİRLENMESİ

Prof. Dr. Canan NAKİBOĞLU

Dr. Öğrt. Üyesi Şengül SARIKAYA
GACANOĞLU

KİMYA ÖĞRETMEN ADAYLARININ SULARIN SERTLİĞİ İLE İLGİLİ ANLAMALARININ V-DİYAGRAMI KULLANILARAK BELİRLENMESİ

Prof. Dr. Canan NAKİBOĞLU

Prof. Dr. Nuri NAKİBOĞLU

Prof. Dr. Canan NAKİBOĞLU
Prof. Dr. Nuri NAKİBOĞLU

KİMYA ÖĞRETMEN ADAYLARININ “ÇÖKELME KAVRAMINI” ALGILAMALARINA DENEYİMLERİN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

HÜRMÜZ ELİF ÖZLEVENT
(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı)

MİLLİ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ BÜNYESİNDE SIFIR ATIK PROJESİ

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin GÜNEŞ
Dr. Öğr. Üyesi Sabri BİÇAKCI
Öğr. Gör. Dr. Hakan ÇITAK
Arş. Gör. Dr. Mustafa ÇORAMIK
Prof. Dr. Yavuz EGE

NESNELERİN İNTERNETİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Yskak Nabi
Ilyas Seitov
Onolkan Umankulova

STANDARDS OF ACCREDITATION AGENCIES OF KAZAKHSTAN AND KYRGYZSTAN

29.08.2019 PERŞEMBE

15:00 – 17:00

SALON-2 OTURUM-3

MODERATÖR: Dr. Öğr. Üyesi Banu ÖZBUCAK ALBAR

Dr. Melike KARAKAYA
Müh. Müfide SOYSAL
Müh. Büşra Cansu ÖZGEL
Müh. Sait Fatih KARAKAYA

GRAPHSENSE; PGE EMBEDDED PAPER-BASED CHIP PLATFORM

Dr. Melike KARAKAYA
Müh. Müfide SOYSAL
Müh. Büşra Cansu ÖZGEL
Müh. Erkan YILDIRIM

NUCLEIC ACIDS DETECTION VIA DISPOSABLE CELLULOSE CARTRIDGE PLATFORM

Büşra KESKİN
(Yüksek Kimyager)
Doç. Dr. Ayşem ARDA
Prof. Dr. Reşat APAK

AMONYUM PERKLORAT TAYİNİ İÇİN İYONİK LİKİT İLE MODİFİYE EDİLMİŞ ALTIN NANOPARTİKÜL TEMELLİ KOLORİMETRİK SENSÖR GELİŞTİRİLMESİ

Aysu ARMAN
(Yüksek Kimyager)
Doç. Dr. Ayşem ARDA
Prof. Dr. Reşat APAK

TEK DUVARLI KARBON NANOTÜP KULLANILARAK GELİŞTİRİLEN MODİFİYE ELEKTROTLA TİYOLLÜ ANTİOKSİDAN BİLEŞİKLERİNİN TAYİNİ

Ömer Kaan KOÇ (Yüksek Kimyager)
Doç. Dr. Ayşem ARDA
Prof. Dr. Reşat APAK

ORGANİK TİYOL BİLEŞİĞİ İLE MODİFİYE EDİLMİŞ ALTIN NANOPARTİKÜL ESASLI Fe³⁺ İYONUNA SEÇİMLİ KOLORİMETRİK SENSÖRÜN GELİŞTİRİLMESİ

ÇALIŞMA HAYATINDA KADININ EŞİTLİK MÜCADELESİ

ULUSLARARASI 30 AĞUSTOS BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR SEMPOZYUMU

Dr. Öğr. Üyesi Banu ÖZBUCAK ALBAR

İŞYERİ ÇEVRE FAKTÖRLERİNİN ÇALIŞANLAR ÜZERİNE ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Banu ÖZBUCAK ALBAR

30 AĞUSTOS CUMA

09:00 – 11:30

SALON-1 OTURUM-1

MODERATÖR: Prof. Dr. H. Hüseyin ÖZTÜRK

Dr. Öğr. Üyesi Şenol ÇELİK

TÜRKİYE'DE SOĞAN ÜRETİMİ, SOĞAN FİYATI, DOLAR KURU VE FAİZ ORANI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ARDL TESTİ İLE BELİRLENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Şenol ÇELİK

TÜRKİYE'DE İLLERİN TARIMDA GELİŞMİŞLİK DURUMUNUN TEMEL BİLEŞENLER ANALİZİ İLE ARAŞTIRILMASI

Prof. Dr. H. Hüseyin ÖZTÜRK

Prof. Dr. Şinasi AKDEMİR

Dr. Cahit GÜNGÖR

Dr. Ufuk GÜLTEKİN

Dr. V. Ersin VULKAN

TÜRKİYE'DE TANE MISIR ÜRETİMİNDE MEKANİZASYON GİDERLERİ

Prof. Dr. H. Hüseyin ÖZTÜRK

Prof. Dr. Şinasi AKDEMİR

Dr. Cahit GÜNGÖR

Dr. Ufuk GÜLTEKİN

Dr. V. Ersin VULKAN

TÜRKİYE'DE SOYA ÜRETİMİNDE MEKANİZASYON GİDERLERİ

Doç. Dr. Mikail ARSLAN

Öğr. Gör. Dr. Adem KABASAKAL

Prof. Dr. Orhan YILMAZ

Dr. Öğr. Üyesi Hasan ATALAY

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin DENK

İTHAL ŞAROLE IRKI BOĞALARIN ENTANSİF ŞARTLARDA BESİ PERFORMANSI VE BAZI KARKAS VERİMLERİNİN SAPTANMASI

Öğr. Gör. Yasin AKKEMİK

EGG SOURCE SALMONELLA CONTAMINATIONS

Öğr. Gör. Yasin AKKEMİK

Prof. Dr. Ahmet GÜNER

ILLEGAL GROWTH AGENTS IN MEAT PRODUCTION: CLENBUTEROL AND RACTOPAMINE

Hasan Emre YILMAZ

Doç. Dr. İfakat Tülay ÇAĞATAY

SU ÜRÜNLERİNDE TÜR TESPİTİNDE KULLANILAN MOLEKÜLER GENETİK YÖNTEMLER

Yusuf AKTOP

H. Emre YILMAZ

Doç. Dr. İ. Tülay ÇAĞATAY

Tatlı Su Balıkları Paraziti Olan Clinostomum spp.'nin Coğrafik Dağılımı

30 AĞUSTOS CUMA

09:00 – 11:00

SALON-2 OTURUM-1

MODERATÖR: Öğr. Gör. Dr. Burak KURT

Öğr. Gör. Deniz ELMACI

Prof. Dr. Nurcan BAYKUŞ SAVAŞANERİL

Prof. Dr. Mehmet SEZER

ABEL TİPİ DOĞRUSAL OLMAYAN DİFERANSİYEL DENKLEMLERİN ÇÖZÜMÜ İÇİN KALAN FONKSİYON TABANLI EULER MATRİS YÖNTEMİ

Öğr. Gör. Deniz ELMACI

Prof. Dr. Nurcan BAYKUŞ SAVAŞANERİL

Prof. Dr. Mehmet SEZER

DEĞİŞKEN KATSAYILI DOĞRUSAL GECİKMELİ DİFERANSİYEL DENKLEM SİSTEMİNİN EULER POLİNOM YAKLAŞIMI İLE ÇÖZÜMÜ

Prof. Dr. Dursun TAŞCI

Arş. Gör. Dr. Gül ÖZKAN KIZILIRMAK

Doç. Dr. Şerife BÜYÜKKÖSE

Arş. Gör. Emre SEVGİ

FİBONACCİ- TOPLAM VE LUCAS- TOPLAM GRAFLARININ EN BÜYÜK ÖZDEĞERLERİ İÇİN SINIRLAR

Prof. Dr. Dursun TAŞCI

Arş. Gör. Dr. Gül ÖZKAN KIZILIRMAK

Doç. Dr. Şerife BÜYÜKKÖSE

Arş. Gör. Emre SEVGİ

LUCAS-TOPLAM GRAFLARIN ÖZELLİKLERİ

Öğr. Gör. Dr. Burak KURT

q-Parametrelili Poly-Tangant Polinomlarında Bazı Bağlılıklar

Öğr. Gör. Dr. Burak KURT

Fubini Tipi Polinomlar ile Apostol-Bernoulli ve Apostol-Euler Polinomları Arasında Bazı

ULUSLARARASI 30 AĞUSTOS BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR SEMPOZYUMU

Özgür KOCAKERİMOĞLU Doç. Dr. Şerife BÜYÜKKÖSE	Bağıntılar ÖZEL GRAFLARIN DETOUR MATRİSİNİN SPEKTRAL YARIÇAPI İÇİN SONUÇLAR

30 AĞUSTOS CUMA

11:30 – 14:00

SALON-1 OTURUM-2	MODERATÖR: Prof. Dr. Şebnem YILDIRIM ORHAN
İlayda Dilan ONAT (Yüksek Lisans Öğrencisi) Prof. Dr. Şebnem YILDIRIM ORHAN	TÜRKİYE'DE 2014-2019 YILLARI ARASINDA "SOSYOLOJİ-MÜZİK" ALANLARINA İLİŞKİN YAPILMIŞ LİSANSÜSTÜ TEZLER
İlayda Dilan ONAT (Yüksek Lisans Öğrencisi) Prof. Dr. Şebnem YILDIRIM ORHAN Doç. Dr. Cenk GÜRAY	TÜRKİYE'DE 1985-2019 YILLARI ARASINDA "DİN-MÜZİK" ALANLARINA İLİŞKİN YAPILMIŞ LİSANSÜSTÜ TEZLER
Arş. Gör. Hazel ERCAN	ORFF, DALCROZE, KODÁLY VE SUZUKİ YÖNTEMLERİ İLE İLGİLİ YAPILMIŞ LİSANSÜSTÜ ÇALIŞMALARIN BİBLİYOGRAFYASI
Arş. Gör. Hazel ERCAN	MÜZİK ÖĞRETMENİ ADAYLARININ VİYOLONSEL EĞİTİMİNDE SEVCİK OP. 8 ALIŞTIRMALARININ ETKİSİ
Doç. Dr. Bahar SOĞUKKUYU	Kent Duvarlarını Sanat Yüzeylerine Dönüştürmek: Hyuro'nun Eserlerinde İnsanlığın Temsili
Doç. Dr. Bahar SOĞUKKUYU	Kelimelerle Haykırmak, Dijital Ortamda Feminist İfade: Liora K'nin Feminist Fotoğrafları
Prof. Dr. Şebnem YILDIRIM ORHAN Arş. Gör. Hazel ERCAN Arş. Gör. Sinem ARICI KETHÜDA	VİYOLONSEL EĞİTİMİNDE ETÜT ANALİZ YÖNTEMİNE YÖNELİK ÖĞRENCİ GÖRÜŞLERİ
Prof. Dr. Şebnem YILDIRIM ORHAN Arş. Gör. Sinem ARICI KETHÜDA	TÜRK MAKAM MÜZİĞİNDE VİYOLONSELİN KULLANIMINA İLİŞKİN YAZILMIŞ LİSANSÜSTÜ TEZLER
Dr. Öğr. Üyesi Sehran DİLMAÇ Prof. Dr. Oğuz DİLMAÇ	ORTAÖĞRETİM 9.SINIF GÖRSEL SANATLAR DERSİNDE 30 AĞUSTOS KONULU RESİMLERİN İNCELENMESİNİN ÖĞRENCİLERİN DEĞER KAVRAMLARININ GELİŞTİRİLMESİNE ETKİSİ
Dr. Öğr. Üyesi Sehran DİLMAÇ Prof. Dr. Oğuz DİLMAÇ	CUMHURİYET DÖNEMİ TÜRK RESMİNDE ULUSAL BİR KİMLİK OLUŞTURMA ÇABALARI ve KURTULUŞ SAVAŞI KONULU RESİMLER
Araş. Gör. Dr. Cansu ÇELEBİ EROL	İkonografi Ve İkonoloji Yöntemine Göre Gülsün Karamustafa'nın "Örtülü Medeniyet" ve Kapıcı Dairesi" Adlı Eserlerinin Analizi
Araş. Gör. Dr. Cansu ÇELEBİ EROL	Ahmet Öğüt'ün Çalışmalarındaki Kamusal Alan Ve Sanatın Ortak Toplumsal Bilinçaltı Yansımaları
Arş. Gör. Dr. Bilge KARGA GÖLLÜ	MEYDAN OKUYAN BİR KADIN ŞAİR: ÂDİLE SULTAN DÎVÂNÎ'NDA SAVAŞLA İLGİLİ BENZETMELER

30 AĞUSTOS CUMA

11:00 – 13:30

SALON-2 OTURUM-2	MODERATÖR: Dr. Öğr. Üyesi Hüccet KAHRAMANZADE
Arş. Gör. Taşkın Deniz Yıldız Prof. Dr. Orhan KURAL Berfin Esra ÇATAN	Mera Alanlarında Maden İşletme Faaliyetleri Yapılabilmesi için Öngörülen İzin Süreci
Dr. Öğr. Üyesi Hüccet KAHRAMANZADE	DESIGN AND FEA ANALYSIS OF DENTAL IMPLANT WITH THREE DIFFERENT SCAFFOLD STRUCTURE
Hamdi Tekin	OVERVIEW OF MIDDLE CLASS MASS HOUSING PROJECTS- A CASE OF ISTANBUL
Yücel YILMAZ (Yüksek Lisans Öğrencisi) Prof. Dr. Caner AKÜNER	OTONOM ROBOTLAR İÇİN KABLOSUZ SENSÖR AĞI UYGULAMASI
Hüseyin Cem Ataç (Yüksek Lisans Öğrencisi)	ALANDA PROGRAMLANABİLİR KAPI DİZİLERİ İLE YARI OTOMATİK ARAÇ KONTROLÜ
Dr. Öğr. Üyesi Erdal KÜÇÜKÖNDER Nergiz BAŞA (Yüksek Lisans Öğrencisi)	ZEOLİT MİNERALLİ FİLTRELERİN DERİN KUYU SULARINDAKİ RADYOAKTİVİTE SEVİYESİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI
Öğr. Gör. Coşkun TELCİLER	AKILLI ŞEHİR OLMAK İÇİN YAPILMASI GEREKENLER

ULUSLARARASI 30 AĞUSTOS BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR SEMPOZYUMU

30 AĞUSTOS CUMA

14:30 – 17:00

SALON-1 OTURUM-3

MODERATÖR: Prof. Dr. Hikmet Hüseyin ÇATAL

Rıdvan DOĞAN
(Yüksek Lisans Öğrencisi)
Dr. Öğretim Üyesi Uğur KESEN

GÖMÜLÜ SİSTEM TABANLI BİNA İÇİ OTONOM ROBOT TASARIMI

Erdi Şenol(Mühendis)
Dr. Öğr. Üyesi Uğur Kesen

Klasik ve Modern Kontrol Metotlarının Performansını Karşılaştıran
Gerçek Zamanlı Deney Düzeneği Tasarımı

Prof. Dr. Hikmet Hüseyin ÇATAL

17 AĞUSTOS 1999 KÖRFEZ DEPREMİNİN TEPKİ SPEKTRUMLARI

Prof. Dr. Hikmet Hüseyin ÇATAL

DEPREM TEPKİ SPEKTRUMLARININ ELDE EDİLMESİ

Prof. Dr. Seval ÇATAL

SAYISAL İNTEGRAL YÖNTEMİ OLARAK BİLİNEN RUNGE-KUTTA YÖNTEMİNİN
YENİ BİR UYGULAMASI

Prof. Dr. Seval ÇATAL

KİSMİ TÜREVLİ DİFERANSİYEL DENKLEMLERİN ÇÖZÜMLERİ İÇİN PADE
YAKLAŞIMININ YAKINSAKLIĞI ÜZERİNE

Doç. Dr. Mustafa ERTÜRK

UZAKTAN ÖĞRETİM YÖNTEMLERİYLE GELİŞEN TEKNOLOJİK İLERLEMELERE
TEKNİK ÖĞRETMENLERİN ADAPTASYONU İÇİN BİR MODEL ÖNERİSİ

Doç. Dr. Ali KEÇEBAŞ

Doç. Dr. Mustafa ERTÜRK

SENKRON UZAKTAN ÖĞRETİM YÖNTEMİYLE MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI VE
MÜHENDİSLİK FAKÜLTELERİ İŞBİRLİĞİYLE SERTİFİKA PROGRAMLARININ
AÇILMASI

Doç. Dr. Ali KEÇEBAŞ

Doç. Dr. Mustafa ERTÜRK

BALIKESİR İLİ İÇİN DIŞ DUVAR YALITIMINDA OPTİMUM YALITIM KALINLIĞININ
BELİRLENMESİ

Doç. Dr. Ali KEÇEBAŞ

ALİ DAŞDEMİR

30 AĞUSTOS CUMA

14:00-16:30

SALON-2 OTURUM-3

MODERATÖR: Prof. Dr. Verda CANBEY-ÖZGÜLER

Dr. Öğr. Üyesi Umut Tolga GÜMÜŞ
Doç. Dr. Çağrı KÖROĞLU
Merve GÜDEN
(YL Öğrencisi)

TÜRKİYE'DE ADLİ MUHASEBENİN BİLİNİRLİĞİ: ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
NAZİLLİ İKTİSADİ VE İDARİ BİLİMLER FAKÜLTESİ İŞLETME SON SINIF
ÖĞRENCİLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Dr. Öğr. Üyesi Umut Tolga GÜMÜŞ
Doç. Dr. Çağrı KÖROĞLU
Merve GÜDEN
(YL Öğrencisi)

FİNANSAL OKURYAZARLIK KAVRAMININ ÖNEMİ VE ADNAN MENDERES
ÜNİVERSİTESİ İŞLETME SON SINIF ÖĞRENCİLERİNİN FİNANSAL OKURYAZARLIK
DÜZEYLERİNİN ÖLÇÜLMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Doç. Dr. Ebru Özgür Güler
Ceren BÖRÜBAN
(Doktora Öğrencisi)

THE EFFECT OF PRODUCTION ACTIVITIES ON POLLUTANT GASSES, FOREST AREA
AND WATER

Doç. Dr. Ebru Özgür Güler
Ceren BÖRÜBAN
(Doktora Öğrencisi)

THE RESEARCH OF EFFECT OF ENERGY USAGE ON CREATING ECOLOGICAL
EXTERNALITY

Prof. Dr. Verda CANBEY-ÖZGÜLER

TÜRKİYE'DE ÇALIŞMA EKONOMİSİ VE ENDÜSTRİ İLİŞKİLERİ LİSANSÜSTÜ
TEZLERİNİN "TEKNOLOJİ VE ÇALIŞMA HAYATI" BAĞLAMINDA
DEĞERLENDİRİLMESİ

Prof. Dr. Verda CANBEY-ÖZGÜLER

"DERGİPARK" KAPSAMINDAKİ AKADEMİK DERGİLERDE "GİRİŞİMCİLİK"
BAŞLIKLILIK MAKALELERİN İNCELENMESİ

Prof. Dr. Necla AYAŞ
Emrah ERKAHRAMAN
(Yüksek Lisans Öğrencisi)

TÜRKİYE KULE VİNÇ SEKTÖRÜNÜN MICHAEL E. PORTER ELMAS
MODELİ İLE REKABET ANALİZİ

Prof. Dr. İSMAİL BAKAN
HÜSNE GÖZÜKARA
(Yüksek Lisans Öğrencisi)
NURSEL KARA
(Yüksek Lisans Öğrencisi)

DUYGUSAL EMEK İLE PSİKOLOJİK SERMAYE ARASINDAKİ İLİŞKİ:
BİR ALAN ÇALIŞMASI

Prof. Dr. İSMAİL BAKAN
HÜSNE GÖZÜKARA
(Yüksek Lisans Öğrencisi)
MEHMET EMİN KOÇ
(Yüksek Lisans Öğrencisi)

İŞLETMELERDE LİDER-ÜYE ETKİLEŞİMİ İLE ÖRGÜTSEL ADALET
ARASINDAKİ İLİŞKİSİ: BANKACILIK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ERİŞ
Harran Üniversitesi Sağlık Hizmetleri MYO

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN YALNIZLIK DUYGULARININ TÜKENMİŞLİK
DÜZEYLERİNE ETKİSİ

Öğr. Gör. Sinem BARUT

Harran Üniversitesi Sağlık Hizmetleri MYO

ULUSLARARASI 30 AĞUSTOS BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR SEMPOZYUMU

Dr. Öğr. Üyesi Ezgi ÖREN

HAKLI SAVAŞ KAVRAMININ DÜŞÜNSEL TEMELLERİ ÜZERİNE

30 AĞUSTOS CUMA

16:30 – 18:00

SALON-2 OTURUM-4

MODERATÖR: Doç. Dr. Pınar PEHLİVAN

Doç. Dr. Pınar PEHLİVAN
Prof. Dr. Hatice YURTSEVER

REKABET KURULU KARARININ BANKACILIK SEKTÖRÜ AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç. Dr. Pınar PEHLİVAN
Prof. Dr. Hatice YURTSEVER

TÜRK BANKACILIK SEKTÖRÜNE YABANCI GİRİŞİ

Dr. Öğr. Üyesi Durmuş SEZER
Dr. Öğr. Üyesi Umut Tolga GÜMÜŞ
Murat Kutay PAİLER
(Yüksek Lisans Öğrencisi)

AHS TEMELLİ TOPSIS VE VIKOR YÖNTEMLERİYLE BANKACILIK SEKTÖRÜNÜN
2014-2018 YILLARINDAKİ FİNANSAL BAŞARILARINI ÖLÇÜLMESİ

Doç. Dr. Birol ERKAN

TÜRKİYE SÜPER LİGİ'NİN PİYASA YOĞUNLAŞMA ANALİZİ

Doç. Dr. Birol ERKAN

TÜRKİYE SÜPER LİGİ'NİN REKABET ANALİZİ

Doç. Dr. Cengiz DURAN
Dr. Dursun BOZ
Bilim Uzmanı Mehmet AKBAŞ

İŞYERİ ERGONOMİSİ İLE İŞ PERFORMANSI İLİŞKİSİ

Doç. Dr. Cengiz DURAN
Dr. Dursun BOZ
Dr. Erkan GAYGISIZ

MOBBİNG İLE İŞ PERFORMANSI İLİŞKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Durmuş SEZER
Dr. Öğr. Üyesi Umut Tolga GÜMÜŞ
Yavuz Selim AKBULUT
(Yüksek Lisans Öğrencisi)

FULMER MODELİNE DAYALI FİNANSAL BAŞARISIZLIĞIN ÖLÇÜLMESİ: BIST 100'DE
ORMAN İŞLETMELERİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Dr. Öğr. Üyesi Gökçe Çiçek CEYHUN

KOLAY BAYRAK UYGULAMALARI VE TÜRK ULUSLARARASI GEMİ SİCİLİNE
İLİŞKİN BİR DEĞERLENDİRME

Ege CİHANGİR
(Yüksek Lisans Öğrencisi)

TEDARİKÇİ SEÇİMİ KRİTERLERİNİN DEMATEL YÖNTEMİYLE
DEĞERLENDİRİLMESİ: YAPI KİMYASALLARI SEKTÖRÜNDE ÖRNEK
UYGULAMA

ŞEFEG NAĞİYEVA

AZERBAIJAN TÜRKÇESİNDE CÜMLE ŞEKLİNDE OLAN DEYİMLERDE ONOMASTİK
BİRİMLERİN KULLANIM ÖZELLİKLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Sibel BAYRAM

MEŞRUTİYET DÖNEMİNDE BİR MİZAH ÖRNEĞİ: CİNGÖZ

Doç. Dr. Müslüm AKDEMİR

HALK MÜZİĞİ KÜLTÜRÜMÜZDE AŞIK BEKTAŞ KAYMAZ

POSTER SUNUMLAR

SERGİLENECEK POSTERLER

Elif MUSLU
Beyza YILDIRIM
Prof. Dr. Elif SUBAŞI
Prof. Dr. Kadriye ERTEKİN

YENİ SENTEZLENMİŞ TİYOSEMİKARBAZON İÇEREN ORGANORUTENYUM
KOMPLEKSİNE NANOGÜMÜŞ ETKİSİNİN SPEKTROSKOPİK OLARAK
İNCELENMESİ

Egemen Orkun SADAN
Beyza YILDIRIM
Prof. Dr. Elif SUBAŞI
Prof. Dr. Kadriye ERTEKİN

YENİ HETERO HALKALI TSC LİGAND VE RUTENYUM KOMPLEKSİNİN
SENTEZLERİ VE SPEKTRAL KARAKTERİZASYONLARI

Kübra Nur ULUM
(Yüksek Lisans Öğrencisi)
Prof. Dr. Hayri DUMAN

MOLLAKOCA TEPE VE KAVŞAK TEPE (NALLİHAN / ANKARA) ÇEVRELERİNİN
FLORİSTİK ÖNEMİ

Doç.Dr.Emre KUZUGÜDENLİ
Öğr.Gör.Canpolat KAYA

BEDENSEL ENGELLİ ÖĞRENCİLERİN DOĞA EĞİTİMİ İLE KİŞİSEL-SOSYAL
GELİŞİMLERİNİN ANALİZİ

Doç.Dr.Emre KUZUGÜDENLİ
Öğr.Gör.Canpolat KAYA

ASSESSMENT OF ISPARTA CITY FOR ECO-TOURISM POTENTIAL

Dr.Akın ERDEMİR

FİNANSAL OKURYAZARLIĞIN BİREYLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Dr.Akın ERDEMİR

KATILIM BANKASI SEKTÖRÜNDE SWOT ANALİZİ

ULUSLARARASI 30 AĞUSTOS BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR SEMPOZYUMU

30 AĞUSTOS CUMA

SALON-3 OTURUM-1

MODERATÖR: Dr. GÜLŞEN MEHERREMOVA

Dr. Öğretim Üyesi Kadir KAPLAN	Çok Katmanlı Metinlerin Okuma Eğitiminde Kullanımı: Bir Etkinlik Önerisi
Dr. Öğretim Üyesi Kadir KAPLAN	Anlama Becerileri Kapsamında Görsel Okuryazarlığı
Öğretim Üyesi Pərvin VERDİYEVA	YİĞİMLƏ İSTEHLAK ARASINDA UYGUNLUĞUN YARADILMASININ ƏSAS İSTİQAMƏTLƏRİ
Dr. GÜLŞEN MEHERREMOVA	I. BAKÜ TÜRKOLOJİ KURULTAYI'NDA (1926) ORTAK TÜRK DİLİ MESELESİ
Arş. Gör. Dr. Hasan ARSLANOĞLU	CİBRENİN H ₂ SO ₄ İLE KARBONİZASYONU SIRASINDA OLUŞAN GAZ VE KATI ÜRÜNLERİN SULU ÇÖZELTİLERDE Cr(VI) İNDİRGENMESİNDE KULLANILMASI
Arş. Gör. Dr. Hasan ARSLANOĞLU	POTASYUM-STRUVİT (KMgPO ₄) ELDE EDİLMESİNDE MAĞNEZYUM KAYNAĞI OLARAK MAĞNEZYUM OKSİT KULLANIMININ ARAŞTIRMASI
Arş. Gör. Dr. Halil ŞENOL	REACTOR TYPES FOR ANAEROBIC DIGESTION
Arş. Gör. Dr. Halil ŞENOL	VARIOUS KINETICS MODELS FOR ANAEROBIC BIOREACTORS
Arş. Gör. Dr. Halil ŞENOL	INVESTIGATION OF THERMAL PRETREATMENT EFFECT FOR ANAEROBIC
Doç. Dr. Mehtap ERŞAN	DIGESTION OF HAZELNUT WASTES
Öğr. Gör. Emre GÖRGÜN	PROF. DR. FERHAT ZEYNALOV VE TÜRKOLJİNİN ÇAĞDAŞ SORUNLARI
ARŞ. GÖR. DR. AYĞÜN MEHERREMOVA	

30 AĞUSTOS CUMA

SALON-3 OTURUM-2

MODERATÖR: DOÇ. DR. REYHAN HABİBLİ

DOÇ. DR. MEHRİBAN ALİZADE	“OĞUZ-NÂME” ÇAĞDAŞ AZERBAYCAN DEYİMLERİNİN TARİHİ KAYNAĞI GİBİ
MEDİNE TAHİRLİ	
DOÇ. DR. REHİLE GULİYEVA	Azerbaycan ve Türkiye Türkçelerinde Deyimlerin Lengüistik Özellikleri
Dr. Jalə DADAŞOVA	BEYNƏLXALQ TİCARƏT ƏLAQƏLƏRİNDƏ QIYMƏTİN FORMALAŞMASI VƏ TƏNZİMLƏNMƏSİ PROBLEMLƏRİ
DOÇ. DR. REYHAN HABİBLİ	ÖZEL İSİMLER LİNGVO-KÜLTÜREL BİLGİ KAYNAĞI GİBİ (Yabancılar İçin “Azerbaycan Dili” Dersliği Üzerine)
DOÇ. DR. REYHAN HABİBLİ	TÜRK ONOMASTİĞİNDE AD VERME GELENEKLERİ
DOÇ. DR. MEHRİBAN ALİZADE	BAĞIMSIZLIK DÖNEMİ AZERBAYCAN EDEBİ TÜRKÇESİNİN FONETİK NORMUNDA DEĞİŞİKLİKLER VE BU SÜRECE TÜRKİYE TÜRKÇESİNİN ETKİSİ

TAM METİNLER

Aysu ARMAN (Yüksek Kimyager) Doç. Dr. Ayşem ARDA Prof. Dr. Reşat APAK	TEK DUVARLI KARBON NANOTÜP KULLANILARAK GELİŞTİRİLEN MODİFİYE ELEKTROTLA TİYOLLÜ ANTİOKSİDAN BİLEŞİKLERİNİN TAYİNİ	Sayfa 1
Arş. Gör. Dr. Kübra KOÇ Prof. Dr. Fatime GEYİKOĞLU Dr. Öğr. Üyesi Berna KAVAKCIOĞLU YARDIMCI	RATLARDA TÜM VÜCUT İRRADYASYONU İLE İNDÜKLENEN KARACİĞER HASARI ÜZERİNE KURKUMİNİN ETKİLERİ	Sayfa 7
Öğr. Gör. Dr. Burak KURT	SOME IDENTITIES FOR THE POLY-TANGENT POLYNOMIALS WITH q-PARAMETER	Sayfa 15
Öğr. Gör. Dr. Burak KURT	SOME RELATIONS BETWEEN THE FUBINI TYPE POLYNOMIALS AND APOSTOL-BERNOULLI, APOSTOL- EULER POLYNOMIALS	Sayfa 20
Büşra KESKİN (Yüksek Kimyager) Doç. Dr. Ayşem ARDA Prof. Dr. Reşat APAK	AMONYUM PERKLORAT TAYİNİ İÇİN İYONİK LİKİT İLE MODİFİYE EDİLMİŞ ALTIN NANOPARTİKÜL TEMELLİ KOLORİMETRİK SENSÖR GELİŞTİRİLMESİ	Sayfa 23
Prof. Dr. Canan NAKİBOĞLU Prof. Dr. Nuri NAKİBOĞLU	KİMYA ÖĞRETİM ADAYLARININ “ÇÖKELME KAVRAMINI” ALGILAMALARINA DENEYİMLERİN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ	Sayfa 28
Ege CİHANGİR	TEDARİKÇİ SEÇİMİ KRİTERLERİNİN DEMATEL YÖNTEMİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ: YAPI KİMYASALLARI SEKTÖRÜNDE ÖRNEK UYGULAMA	Sayfa 32
Prof. Dr. Dursun TAŞCI Arş. Gör. Dr. Gül ÖZKAN KIZILIRMAK Doç. Dr. Şerife BÜYÜKKÖSE Arş. Gör. Emre SEVGİ	LUCAS-TOPLAM GRAFLARIN ÖZELLİKLERİ	Sayfa 43
Prof. Dr. Dursun TAŞCI Arş. Gör. Dr. Gül ÖZKAN KIZILIRMAK Doç. Dr. Şerife BÜYÜKKÖSE Arş. Gör. Emre SEVGİ	FİBONACCİ- TOPLAM VE LUCAS- TOPLAM GRAFLARININ EN BÜYÜK ÖZDEĞERLERİ İÇİN SINIRLAR	Sayfa 46
Arş. Gör. Dr. Halil ŞENOL	VARIOUS KINETICS MODELS FOR ANAEROBIC BIOREACTORS	Sayfa 49
Arş. Gör. Dr. Halil ŞENOL Doç. Dr. Mehtap ERŞAN Öğr. Gör. Emre GÖRGÜN	INVESTIGATION OF THERMAL PRETREATMENT EFFECT FOR ANAEROBIC DIGESTION OF HAZELNUT WASTES	Sayfa 57
Arş. Gör. Dr. Halil ŞENOL	REACTOR TYPES FOR ANAEROBIC DIGESTION	Sayfa 61
Arş. Gör. Dr. Hasan ARSLANOĞLU	CİBRENİN H ₂ SO ₄ İLE KARBONİZASYONU SIRASINDA OLUŞAN GAZ VE KATI ÜRÜNLERİN SULU ÇÖZELTİLERDE Cr(VI) İNDİRGENMESİNDE KULLANILMASI	Sayfa 69
Arş. Gör. Dr. Hasan ARSLANOĞLU	POTASYUM-STRUVİT (KMgPO ₄) ELDE EDİLMESİNDE MAGNEZYUM KAYNAĞI OLARAK MAGNEZYUM OKSİT KULLANIMININ ARAŞTIRMASI	Sayfa 84
Hasan Emre YILMAZ Doç. Dr. İfakat Tülay ÇAĞATAY	SU ÜRÜNLERİNDE TÜR TESPİTİNDE KULLANILAN MOLEKÜLER GENETİK YÖNTEMLER	Sayfa 105
Prof. Dr. Hikmet Hüseyin ÇATAL	DEPREM TEPKİ SPEKTRUMLARININ ELDE EDİLMESİ	Sayfa 115
Prof. Dr. Hikmet Hüseyin ÇATAL	17 AĞUSTOS 1999 KÖRFEZ DEPREMİNİN TEPKİ SPEKTRUMLARI	Sayfa 125
Hüseyin Cem Ataç	FPGA İLE YARI OTOMATİK ARAÇ KONTROLÜ	Sayfa 136
Dr. Mustafa ÇORAMIK	MANYETİK AKI KAÇAKLARI YÖNTEMİNİ KULLANAN BİR TEST SİSTEMİNİN ANSYS MAXWELL KULLANILARAK KARAKTERİZE EDİLMESİ	Sayfa 143
Dr. Mustafa ÇORAMIK	AKILLI TELEFONLARIN FİZİK EĞİTİMİ ALANINDA KULLANIMI	Sayfa 152

Doç. Dr. Mustafa ERTÜRK Doç. Dr. Ali KEÇEBAŞ	SENKRON UZAKTAN ÖĞRETİM YÖNTEMİYLE MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI VE MÜHENDİSLİK FAKÜLTELERİ İŞBİRLİĞİYLE SERTİFİKA PROGRAMLARININ AÇILMASI	Sayfa 157
Doç. Dr. Mustafa ERTÜRK Doç. Dr. Ali KEÇEBAŞ	UZAKTAN ÖĞRETİM YÖNTEMLERİYLE GELİŞEN TEKNOLOJİK İLERLEMELERE TEKNİK ÖĞRETMENLERİN ADAPTASYONU İÇİN BİR MODEL ÖNERİSİ	Sayfa 165
Doç. Dr. Mustafa ERTÜRK Doç. Dr. Ali KEÇEBAŞ ALİ DAŞDEMİR	BALIKESİR İLİ İÇİN DIŞ DUVAR YALITIMINDA OPTIMUM YALITIM KALINLIĞININ BELİRLENMESİ	Sayfa 170
Ömer Kaan KOÇ (Yüksek Kimyager) Doç. Dr. Ayşem ARDA Prof. Dr. Reşat APAK	ORGANİK TİYOL BİLEŞİĞİ İLE MODİFİYE EDİLMİŞ ALTIN NANOPARTİKÜL ESASLI Fe ³⁺ İYONUNA SEÇİMLİ KOLORİMETRİK SENSÖRÜN GELİŞTİRİLMESİ	Sayfa 182
Özgür KOCAKERİMOĞLU Doç. Dr. Şerife BÜYÜKKÖSE	ÖZEL GRAFLARIN DETOUR MATRİSİNİN SPEKTRAL YARIÇAPI İÇİN SONUÇLAR	Sayfa 187
Prof. Dr. Seval ÇATAL	SAYISAL İNTEGRAL YÖNTEMİ OLARAK BİLİNE RUNGE-KUTTA YÖNTEMİNİN YENİ BİR UYGULAMASI	Sayfa 192
Prof. Dr. Seval ÇATAL	KİSMİ TÜREVLİ DİFERANSİYEL DENKLEMLERİN ÇÖZÜMLERİ İÇİN PADE YAKLAŞIMININ YAKINSAKLIĞI ÜZERİNE	Sayfa 205
Prof. Dr. Canan NAKİBOĞLU Şafak YILDIRIM	10. SINIF ÖĞRENCİLERİN “KİMYASAL BAĞ” KAVRAMI İLE İLGİLİ METOFORİK VE ANALOGİK ALGILARININ İNCELENMESİ	Sayfa 215
Dr. Öğrt. Üyesi Şengül SARIKAYA GACANOĞLU Prof. Dr. Canan NAKİBOĞLU	FİZİK, KİMYA VE BİYOLJİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİLİMSEL MODELLER VE DERSLERDE MODEL KULLANIMINA YÖNELİK GÖRÜŞLERİNİN BELİRLENMESİ	Sayfa 221
Dr. Öğrt. Üyesi Şengül SARIKAYA GACANOĞLU Prof. Dr. Canan NAKİBOĞLU Prof. Dr. Nuri NAKİBOĞLU	KİMYA ÖĞRETMEN ADAYLARININ SULARIN SERTLİĞİ İLE İLGİLİ ANLAMALARININ V-DİYAGRAMI KULLANILARAK BELİRLENMESİ	Sayfa 229
Dr. Öğr. Üyesi Şenol ÇELİK	TÜRKİYE’DE SOĞAN ÜRETİMİ, SOĞAN FİYATI, DOLAR KURU VE FAİZ ORANI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ARDL TESTİ İLE BELİRLENMESİ	Sayfa 237
Dr. Öğr. Üyesi Şenol ÇELİK	TÜRKİYE’DE İLLERİN TARIMDA GELİŞMİŞLİK DURUMUNUN TEMEL BİLEŞENLER ANALİZİ İLE ARAŞTIRILMASI	Sayfa 244
Prof. Dr. H. Hüseyin ÖZTÜRK Prof. Dr. Şinasi AKDEMİR Dr. Cahit GÜNGÖR Dr. Ufuk GÜLTEKİN Dr. V. Ersin VULKAN	TÜRKİYE’DE SOYA ÜRETİMİNDE MEKANİZASYON GİDERLERİ	Sayfa 253
Prof. Dr. H. Hüseyin ÖZTÜRK Prof. Dr. Şinasi AKDEMİR Dr. Cahit GÜNGÖR Dr. Ufuk GÜLTEKİN Dr. V. Ersin VULKAN	TÜRKİYE’DE TANE MISIR ÜRETİMİNDE MEKANİZASYON GİDERLERİ	Sayfa 263
Arş. Gör. Taşkın Deniz Yıldız Prof. Dr. Orhan KURAL Berfin Esra ÇATAN	MERA ALANLARINDA MADEN İŞLETME FAALİYETLERİ YAPILABİLMESİ İÇİN ÖNGÖRÜLEN İZİN SÜRECİ	Sayfa 272
Öğr. Gör. Yasin AKKEMİK	EGG SOURCE SALMONELLA CONTAMINATIONS	Sayfa 282
Öğr. Gör. Yasin AKKEMİK Prof. Dr. Ahmet GÜNER	ILLEGAL GROWTH AGENTS IN MEAT PRODUCTION: CLENBUTEROL AND RACTOPAMINE	Sayfa 290
Öğr. Gör. Deniz ELMACI Prof. Dr. Nurcan BAYKUŞ SAVAŞANERİL Prof. Dr. Mehmet SEZER	ABEL TİPİ DOĞRUSAL OLMAYAN DİFERANSİYEL DENKLEMLERİN ÇÖZÜMÜ İÇİN KALAN FONKSİYON TABANLI EULER MATRİS YÖNTEMİ	Sayfa 295

Öğr. Gör. Deniz ELMACI Prof. Dr. Nurcan BAYKUŞ SAVAŞANERİL Prof. Dr. Mehmet SEZER	DEĞİŞKEN KATSAYILI DOĞRUSAL GECİKMELİ DİFERANSİYEL DENKLEM SİSTEMİNİN EULER POLİNOM YAKLAŞIMI İLE ÇÖZÜMÜ	Sayfa 301
Yücel YILMAZ Prof. Dr. Caner AKÜNER	OTONOM ROBOTLAR İÇİN KABLOSUZ SENSÖR AĞI UYGULAMASI	Sayfa 311
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin GÜNEŞ Dr. Öğr. Üyesi Sabri BİCAKCI Öğr. Gör. Dr. Hakan ÇITAK Arş. Gör. Dr. Mustafa ÇORAMIK Prof. Dr. Yavuz EGE	NESNELERİN İNTERNETİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA	Sayfa 319
Dr. Öğr. Üyesi Sevtap GÜNAY UÇURUM Uzm. Dr. Elif Umay ALTAŞ Prof. Dr. Derya ÖZER KAYA	DİZ OSTEOARTRİTLİ OLGULARDA KAS KUVVETİ, FONKSİYONEL DÜZEY VE DENGE ARASINDAKİ İLİŞKİ	Sayfa 328
Dr. Öğr. Üyesi Sevtap GÜNAY UÇURUM	DİZ OSTEOARTRİTLİ OLGULARDA OSTEOARTRİT ŞİDDETİ, DÜŞME KORKUSU VE DENGE GÜVEN ÖLÇEĞİ ARASINDAKİ İLİŞKİ	Sayfa 334







TEK DUVARLI KARBON NANOTÜP KULLANILARAK GELİŞTİRİLEN MODİFİYE ELEKTROTLA TİYOLLÜ ANTİOKSİDAN BİLEŞİKLERİNİN TAYİNİ

Aysu ARMAN

Yüksek Kimyager, İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa

Ayşem ARDA

Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Reşat APAK

Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa

Şener Sağlam

Ar. Gör. Dr., İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa

Özet

Bu çalışmada nano boyutlardaki karbon temelli malzemelerin, yüzey ve yüksek iletkenlik özelliklerinden yararlanılarak antioksidan maddelerin analizi için basit, ucuz, hızlı ve kullanışlı bir voltametrik yöntem geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemde tiyollü antioksidan bileşiklerinden L-Glutasyon'un mikro molar mertebelerde tayini yapılmıştır. Yöntemin esası; yüzeyde nanotüplerle birlikte ferrisiyanür iyonları kullanılarak modifiye edilmiş camı karbon elektrodu ile antioksidan maddenin dolaylı tayinine dayanmaktadır. Tayin aralığı 1 µM-10 µM, tayin edilebilme sınırı (LOD) ise 0.5 µM olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan maddeler, Diferansiyel Pulse Voltametrisi (DPV), Single-Walled Carbon Nanotubes, L-Glutasyon.

GİRİŞ

Çeşitli hastalıklara yol açabilen reaktif oksijen ve azot türleri aşırısının dengelenmemesinden kaynaklanan “oksidatif stres” ile mücadele etmenin en önemli yollarından biri reaktif bileşikler ve serbest radikalleri süpürücü bileşiklerce zengin gıdalara yer veren bir beslenmedir [1]. Meyve ve sebze ağırlıklı beslenmenin kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıklar ile kanser oluşumunu büyük ölçüde engelleyici olduğu yönünde güçlü kanıtlar vardır. Bu olumlu etkiler özellikle meyve ve sebzelerde bolca bulunan polifenoller, karotenoidler, C ve E vitaminleri gibi antioksidan karakteri yüksek olan çeşitli bileşikler varlığında oluşmaktadır [2]. Bu nedenle bu tür gıdaları, antioksidan özelliklerine göre ayırt etmek ve sınıflandırmak için bilim dünyasında kabul gören basit, kullanışlı, hızlı, ucuz ve duyarlı antioksidan kapasite tayin yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Literatürde gıda özütlerinin antioksidan kapasite/aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla birçok spektroskopik, kromatografik ve elektro-analitik yöntem bulunmasına karşın nanotüplerin kullanıldığı voltametrik tayin yöntemleri oldukça sınırlı sayıdadır. Bu çalışmada ise tiyol grubuna sahip antioksidanlardan L-Glutasyon bileşiğinin tayini için tek duvarlı (Single-Walled) karbon nanotüple modifiye edilmiş elektrot geliştirilmiştir. Geliştirilen elektrodun çalışma prensibi; ferrisiyanür iyonunun antioksidan maddeden bir elektron alarak ferrosiyanüre indirgenmesi ($\text{Fe(CN)}_6^{3-} + e^- \rightarrow \text{Fe(CN)}_6^{4-}$) ve dolayısıyla ferrisiyanür iyonunun yüzeyden eksilen miktarına karşılık gelen katodik akım düşüşünün antioksidan derişimiyle orantılı olmasından yararlanılarak antioksidanların dolaylı tayini şeklindedir.

MATERYAL VE METOT

Kullanılan Cihazlar

Bu çalışmada kullanılan cihazlar; çözeltilerin hazırlanması aşamasında tartım alabilmeyi sağlayan Radwag AS 220/C/2 marka analitik terazi, 10-100 ve 100-1000 µl'lik ile 1-5 ml'lik Brand marka mikro pipet, çözeltilerin homojen olmasını sağlayan DAIHAN marka WisdWiseClean model ultrasonik banyo cihazı, hazırlanan çözeltilerin pH değerlerinin ayarlanacağı Mettler Toledo marka pH-metre, camı karbon elektrot (BASi stationary voltammetry electrodes; ø 1.6 mm, area 0.02

cm²) ve voltametrik ölçümlerin yapılacağı GAMRY INSTRUMENTS Reference 600 Potentiostat / Galvanostat /ZRA model voltametre cihazı.

Kimyasal Maddeler

Potasyum hekzasiyanoferrat (III) (K₃[Fe(CN)₆]), disodyum hidrojen fosfat dihidrat (Na₂HPO₄·2H₂O) ve sodyum dihidrojen fosfat dihidrat (NaH₂PO₄·2H₂O) Merck marka (Darmstadt, Germany); L-Glutatyon, polietilenimin (PEI) ve HPLC saflıktaki etanol Sigma-Aldrich (Steinheim, Germany) markadır. Elektrotların temizlenmesi amacıyla alümina solüsyon (Baikowski International Corp. 0.05 mm, Baikalex 0.05 CR), teknik saflıkta alkol (Balmumcu Kimya) ve aseton (Emboy) kullanılmıştır.

Elektrot Seçimi

Elektrot seçimi aşamasında; çalışma elektrodu olarak altın, platin ve camısı karbon (GC) elektrot denenmiştir. Altın ve Platin elektrotla yapılan voltametrik çalışmalarda, camısı karbon elektrot (GCE) ile antioksidan maddelerde gözlenen karakteristik pik gözlenemediği ve elde edilen piklerde beklenen katodik akım düşüşü görülmediği için çalışmalar camısı karbon elektrot ile yapılmıştır.

Çözeltilerin Hazırlanması

Ferrisiyanür çözeltisinin derişimi 3 mM olacak şekilde, antioksidan stok çözeltilerinin derişimi ise 10 mM olacak şekilde hazırlanmıştır. Çalışma esnasında kullanılan tüm sulu çözeltiler pH 7.4 fosfat tamponuyla hazırlanmış olup stok çözeltilerden istenilen oranlarda seyreltmeler yapılmıştır. Polietilenimin çözeltisi, içerisinde 0.5 mg mL⁻¹ oranında tek duvarlı karbon nanotüp içerecek şekilde 1:1 oranında etanol-su karışımı ile hazırlanmıştır.

Elektrotların Temizlenmesi

Elektrotların temizliği aşamasında; elektrotlar öncelikle alümina süspansiyonu üzerinde dairesel hareketlerle birkaç dakika boyunca gezdirilmiş; saf su ile temizlendikten sonra yine saf su içerisinde elektrotlara 5 dk. sonikasyon işlemi uygulanmıştır. Daha sonra izopropil alkol:asetonitril (1:1) karışımı içerisinde tekrar 5 dk. sonikasyon işlemi uygulanmıştır. Bu sürelerin elektrot temizliği için yeterli olduğu baseline (pH 7.4 fosfat tamponu) çözeltisinde pik gözlenmemesinden anlaşılmıştır [3].

Modifiye Elektrodun Hazırlanması

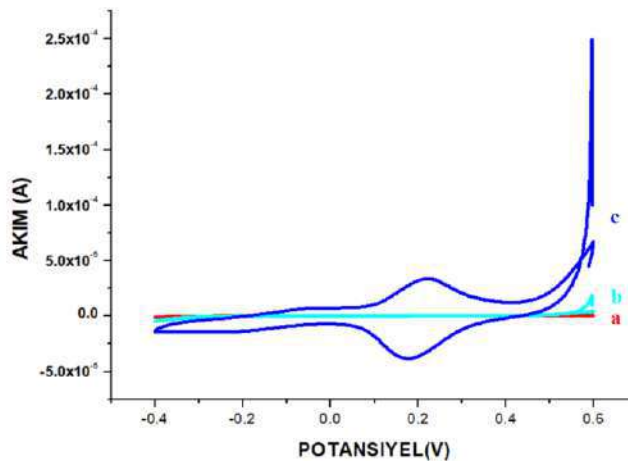
Geliştirilen modifiye elektrodun hazırlanması 2 aşamada gerçekleştirilmektedir;

Birinci aşamada elektrot yüzeyine SWCNTs-PEI çözeltisinden 10 µL damlatılıp oda koşullarında ortalama 20 dakika süreyle kurutulmuştur. İkinci aşamada ise elektrot 3 mM ferrisiyanür çözeltisinin 5 ml'si içerisinde 20 dakika boyunca bekletilmiştir. Ardından saf su ile durulanan elektrot yüzeyi kuruduktan sonra kullanılmıştır.

BULGULAR

Elektrot Karakterizasyonu

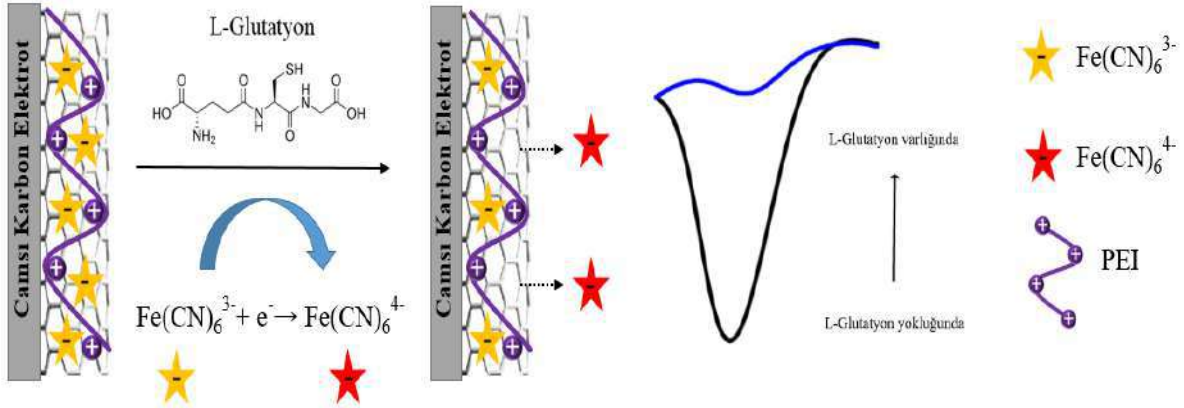
Geliştirilen elektrodun karakterizasyonu döngüsel voltametri (CV) metodu kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 1: Çıplak elektrodun (a), SWCNTs-PEI modifiyeli elektrodun (b) ve SWCNTs-PEI-Ferri elektrodun (c) baseline çözeltisi (0.1 M pH 7.4 fosfat tamponu) içerisindeki davranışı.

Geliştirilen Yöntemin Çalışma Prensibi

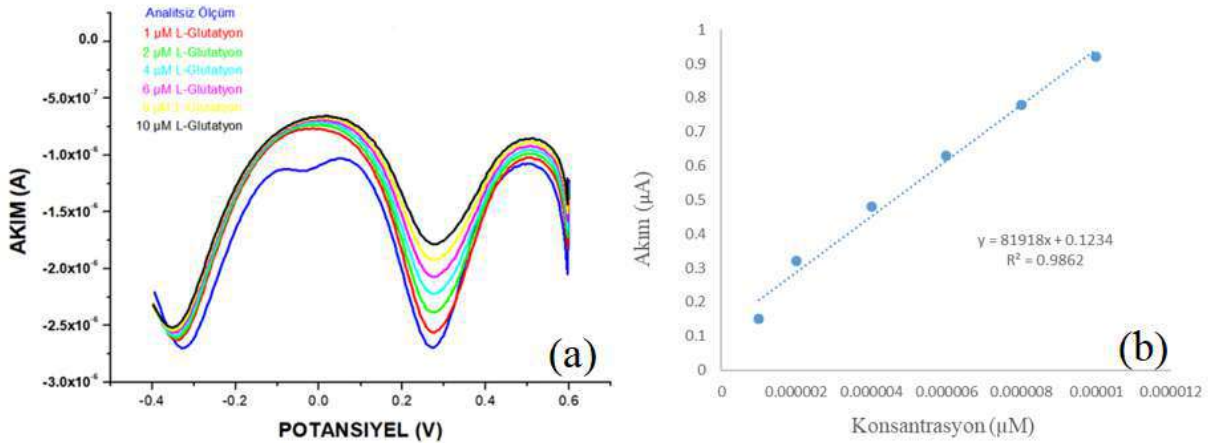
Bu yöntemin çalışma prensibi, elektrot yüzeyinde biriken ferrisiyanür iyonlarının antioksidan maddeyle redoks reaksiyonu vermesi sonucu ferrosiyanür iyonlarına indirgenmesi; ferrosiyanür formunda yüzeyden ayrılmasıyla katodik akım düşüşü gözlenmesidir.



Şekil 2: Çalışma prensibinin grafiksel gösterimi.

Geliştirilen Yöntemin Uygulanmasıyla Elde Edilen Sonuçlar

DPV yöntemiyle yapılan analizler sonucunda L-Glutatyon için 277 mV potansiyelinde karakteristik pikler elde edilmiştir. Sabit potansiyelde derişimle doğru orantılı olarak düzenli akım azalışları görülmüştür. Ölçülen akım değerleri kullanılarak çalışma doğrusu oluşturulmuştur. L-Glutatyon antioksidanı için farklı derişimlerde elde edilen voltammogramlar şekil 3'te belirtilmiştir.



Şekil 3: L-Glutatyon'un 1 µM-10 µM aralığında artan derişimleri varlığında elde edilen DPV voltammogramı (a) ve kalibrasyon grafiği (b).

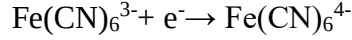
Çalışma grafiği $\Delta I_{277\text{mV}} = 8.19 \times 10^4 C_{\text{GSH}} + 1.2 \times 10^{-2}$ şeklindedir. ($r = 0.993$) ($C_{\text{GSH}} = \text{mol L}^{-1}$ cinsinden L-Glutatyon derişimi, $\Delta I_{277\text{mV}} = 277 \text{ mV}$ 'taki akım değeri farkları (µA))

TARTIŞMA VE SONUÇ

Günümüzde insan hayatını tehdit eden pek çok hastalık türünün ortaya çıkma sebeplerinden biri olarak, yeterince antioksidan maddenin dengeli beslenme ile vücuda alınamaması gösterilmektedir. Çoğu araştırmacıya göre antioksidanlarca zengin bir beslenme alışkanlığı, başta kanser, kalp-damar rahatsızlıkları ve katarakt gibi göz hastalıklarının önlenmesi açısından son derece önemlidir. Bugüne kadar yapılmış ve halen yapılmakta olan antioksidan analizleri, antioksidanların canlı organizma için ne derece önemli olduğunu bir kez daha kanıtlar niteliktedir.

Antioksidanların tayin edilmesinde elektro analitik yöntemlere başvurulabilmektedir. Voltametrik yöntemlerde elektrotların modifiye edilmesinde karbon temelli nano malzemeler ile iletken polimerik malzemeler kullanılmaktadır. Nano boyutlardaki bu malzemeler ile iletken polimerik malzemeler kullanılarak elektrot yüzeyi çeşitli şekillerde modifiye edilebilmektedir. Genele

bakıldığında voltametrik tayinlerin modifiye bir elektrot yardımıyla yapıldığını ve bunun çıplak elektrotlara karşı üstün tarafları olduğunu görürüz. Nano malzemeler ile modifiye edilmiş elektrotlar ise geniş yüzey alanları, yüksek katalitik aktiviteleri ve bazı durumlarda mükemmel iletkenlik gibi avantajlı özelliklerinden dolayı popüler olmaya devam etmektedir [4,5]. Bu çalışmada geliştirilen SWCNTs-PEI-Ferri elektrot ile öncelikle yüzeyde biriken potasyum hekzasiyanoferrat (III) reaktifinin elektrokimyasal davranışı ölçülmüştür. Reaktifin gerçekleşen redoks reaksiyonu şu şekilde ifade edilir;



Antioksidan maddeler aynı zamanda indirgen maddeler olduklarından, iyi bir oksidasyon aracı olarak kabul edilen potasyum hekzasiyanoferrat (III) reaktifini indirgemektedirler. Optimum deney koşulları belirlenip (pH, reaktif derişimleri, modifikasyon süresi vb.) yükseltgenme reaktifinin antioksidan madde varlığında indirgenmesinden; dolayısıyla antioksidanı yükseltgeyerek, karakteristik pik potansiyelindeki gözle görülür akım düşüşünden yararlanılarak antioksidan tayini yapılmıştır. Buradaki düşüş, $\text{K}_3[\text{Fe(CN)}_6]$ kompleksindeki Fe^{3+} 'ün Fe^{2+} 'ye L-Glutatyon antioksidanı tarafından indirgenmesiyle elektrot yüzeyinde kalan Fe^{3+} 'ün başlangıçtaki Fe^{3+} 'e göre daha az olmasından kaynaklanır. Bu fark, test edilen antioksidan bileşiğinin miktarıyla doğru orantılıdır. Polimerle kaplanmış elektrot yüzeyi stabilize edildiğinden, elektrodun her okuma için tekrar modifikasyon yapılmaksızın kullanılabilmesi zaman ve malzeme tasarrufu açısından faydalıdır. Ferri-/ferro-siyanür çiftinin antioksidan tayinlerinde dolaylı kullanımı, her defasında aynı pik potansiyelinde ölçümlere fırsat vermesi ve kısıtlı redüksiyon potansiyeli (0.36 V) itibarıyla esas olarak düşük potansiyelli (kolay yükseltgenebilen) tiyol-tipi antioksidanlara yanıt verme potansiyeli de özgündür.

REFERANSLAR

- [1]. Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Çelik, S. E., 2008, Mechanism of antioxidant capacity assays and the CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) assay, *Microchim. Acta*, 160, 413–419.
- [2]. Arman, A., Üzer, A., Sağlam, Ş., Erçağ, E., Apak, R., 2019, Indirect electrochemical determination of antioxidant capacity with hexacyanoferrate(III) reduction using a gold nanoparticle-coated o-phenylenediamine-aniline copolymer electrode, *Analytical Letters*, 52:8, 1282–1297.
- [3]. Sağlam, Ş., Arda, A., Tekdemir, Y., Erçağ, E., Apak, R., 2015, Electrochemical Sensor For Nitroaromatic Type Energetic Materials Using Gold Nanoparticles/Poly(o-Phenylenediamine-Aniline) Film Modified Glassy Carbon Electrode, *Talanta*, 139, 181–188.
- [4]. Tufan, A.N., Baki, S., Güçlü, K., Özyürek, M., Apak, R., 2014, A Novel Differential Pulse Voltammetric (DPV) Method for Measuring the Antioxidant Capacity of Polyphenols Reducing Cupric Neocuproine Complex, *J. Agric. Food Chem.*, 62, 7111–7117.
- [5]. Barroso, M. F., de-los-Santos-Álvarez, N., Delerue-Matos, C., Oliveira, M. B. P. P., 2011, “Towards a reliable technology for antioxidant capacity and oxidative damage evaluation: electrochemical (bio)sensors”, *Biosens.Bioelectron*, 30, 1–12.





RATLARDA TÜM VÜCUT İRRADYASYONU İLE İNDÜKLENEN KARACİĞER HASARI ÜZERİNE KURKUMİNİN ETKİLERİ THE EFFECTS OF CURCUMIN ON WHOLE BODY IRRADIATION INDUCED LIVER DAMAGE IN RATS

Kübra KOÇ

Ar. Gör. Dr., Atatürk Üniversitesi

Fatime GEYİKOĞLU

Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi

Berna KAVAKCIOĞLU YARDIMCI

Dr. Öğr. Üyesi, Pamukkale Üniversitesi,

Özet¹

Radyoterapi, yerel veya bölgesel ileri kanser türleri için en yaygın tedavi seçeneklerinden biridir. Diğer yandan, radyoterapi uygulamasının hem hedef hem de uzak organlar üzerinde oldukça ciddi olumsuz etkilere neden olması sebebiyle yeni ve etkili doku koruma stratejilerinin geliştirilmesi giderek önem kazanmaktadır. İyi bilindiği üzere, kurkumin diyetle kullanılan bir polifenol olup çeşitli tümörlerin tedavisinde dikkate değer bir anti-kanser ajanı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu noktadan hareketle, sunulan çalışmada, rat karaciğerinde radyasyon uygulamasına bağlı indüklenen toksisiteye karşı kurkuminin radyo koruyucu etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, erkek Sprague Dawley ratlar dört gruba ayrılmıştır: (1) Radyasyon almayan kontrol grubu; (2) Soya yağı takviyesi yapılan grup; (3) Gama ışınlanmış grup; (4) Kurkumin ile ön muamele sonrası gama ışınlanmış grup. Ratlara, radyasyondan önce 7 gün boyunca intragastrik olarak kurkumin verilmiştir. Tüm rat vücuduna, tek doz 10 Gy radyasyonun (akut) verilmesinin ardından 8. günde karaciğer hasarı değerlendirilmiştir. Hepatik dokudaki oksidan durumu, toplam oksidan durumu (TOD) seviyesinin kit yardımıyla ölçülmesi ile belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, 100 mg/kg kurkumin ön muamelesi, gama ışınlanmış hepatositlerde TOD seviyelerini önemli ölçüde azaltmıştır. Ayrıca, karaciğerde radyasyona bağlı meydana gelen değişikliklere karşı kurkumin ön uygulamasının verdiği cevap histolojik çalışmalar ile de araştırılmıştır. Hematoksilin & eozin (H&E) boyaması ile radyoterapinin, rat karaciğer dokusunda, ağır tıkanıklığa, hemoraja, hidropik dejenerasyona ve sinüzoidal dilatasyona neden olduğu ortaya konulmuştur. Bununla birlikte, kurkuminin rat karaciğerini söz konusu hasarlardan büyük ölçüde koruduğu görülmüştür. Dolayısıyla genel olarak bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçların, karaciğer dokusunun total vücut irradyasyonu indüklü hasarlardan korunmasında, kurkuminin koruyucu etken maddelerden biri olarak kabul görme potansiyelinin altını çizdiği açıkça ifade edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Gama-Radyasyon, Karaciğer, Oksidatif hasar, Histoloji

Abstract

Radiotherapy is one of the most common treatment options for local or regional advanced cancer types. On the other hand, due to severe adverse effects of radiotherapy on both target and distant organs, the development of novel tissue protection strategies has gradually gained importance. As is well known, curcumin is a dietary polyphenol and has emerged as remarkable anti-cancer agent in the treatment of various kinds of tumors. From this point of view, the present work was aimed to evaluate the radioprotective effect of curcumin against radiation-induced toxicity in rat liver. For this aim, male Sprague Dawley rats were divided into four groups: (1) Untreated control; (2)

¹Uluslararası 30 Ağustos Bilimsel Araştırmalar Sempozyumu'nda sunulan bu bildiri Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından "2019KKP070" nolu proje ile desteklenmektedir.

Soybean oil-supplemented; (3) Gamma-irradiated; (4) Curcumin-pretreated and after gamma-irradiated. Curcumin was given intragastrically to rats 7 days before radiation. The liver damage was assessed on day 8 after a single 10 Gy radiation dose (acute) given to the whole body. The oxidant status in the hepatic tissue was estimated by measuring total oxidant status (TOS) level. According to the obtained results, 100 mg/kg curcumin pretreatment significantly decreased TOS levels in gamma-irradiated hepatocytes. In addition, the effects of curcumin against radiation induced alterations in liver has been investigated by histological studies. Haematoxylin and eosin (H&E) staining revealed that the radiotherapy caused severe congestion, hemorrhage, hydropic degeneration and sinusoidal dilatation in liver tissue of rats. Nevertheless, it was seen that curcumin protected the rat liver from the so-called damages to a great extent. Totally, it can be certainly stated that our reports underlined the potential of curcumin to be considered as a candidate for the protection of liver from radiotherapy injury.

Keywords: Gamma-Radiation, Liver, Oxidative damage, Histology

1. GİRİŞ

Radyoterapi, kemoterapi ile birlikte kanser tedavisinde kullanılan başlıca iki standart uygulamadan biridir. Gerek primer tümörlü ve gerekse metastaza sahip hastaların tedavilerinde radyoterapiye ihtiyaç duyulabilir (Hill-Kayser ve ark., 2019). Nitekim, son zamanlarda yapılan çalışmalarda, irradasyon uygulamasının ardından tümör kontrolünde başarı elde edilebildiği ve nüks oranlarının düştüğü gösterilmiştir (Kellas-Ślęczka ve ark., 2019; Tian ve ark., 2019). Ancak, radyasyon terapisi sadece hedef organları değil diğer bazı uzak organları da etkilemektedir (Arıcıgil ve ark., 2017). İyonlaştırıcı radyasyon, hücrelerde reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimini indüklemekte, pro-oksidan ve antioksidan dengesini bozmakta ve nihayetinde oksidatif stresi tetikleyerek hücreyi ölüme götürmektedir (Srinivasan ve ark., 2007). Bu nedenle, radyasyona dayalı kanser tedavilerinde terapötik ilaçlar olarak güçlü antioksidanların kullanılması özellikle ROS kaynaklı hasarların kontrol edilmesinde oldukça önemlidir. Bu noktada, adjuvan tedavi olarak bitkiler, ölüm riskini azaltmakta ve ortalama sağkalım süresini uzatmaktadır (Verma ve ark., 2016; Wang ve ark., 2018). Kurkumin, *Curcuma longa* bitkisinden elde edilen doğal bir fenol olup hem *in vitro* hem de *in vivo* sistemlerde biyolojik etkilerine dayalı olarak medikal uygulamalara sahiptir. Kurkuminin hücreler üzerinde antioksidan ve antiinflamatuvar etki gösterdiği bilinmektedir. Literatür incelendiğinde, kurkuminin antikanser etki mekanizmasının iyi anlaşıldığı ancak dokular üzerindeki radyoprotektif etkilerinin tam olarak bilinmediği görülmektedir. Ayrıca, gerek insanlarda gerçekleştirilen biyoyararlanım çalışmalarının sınırlı oluşu gerekse düşük biyoyararlanım verim yüzdeleri nedeniyle terapötik olarak klinik kullanımı da sınırlıdır (Rui ve ark., 2008; Ferrari ve ark., 2009). Bu nedenle sunulan çalışmada, insan çalışmaları için güvenilir bir temel sağlayan *in vivo* rat modelleri üzerinde total vücut irradasyonuna karşı kurkuminin koruyucu etkileri biyokimyasal ve histolojik analizlerle irdelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Deney Hayvanları

Çalışmada her biri yaklaşık 250 – 300 gram olan Sprague-Dawley tipi ratlar Atatürk Üniversitesi Tıbbi Deneysel Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATADEM)’den temin edilmiş ve tüm deneysel prosedürler yerel etik kurulu klavuzuna göre yürütülmüştür. Hayvanların bakımı, hava koşullu odada (22 ± 2 °C), 12 saat aydınlık/karanlık döngüsünde, düzenli beslemeli ve musluk suyuna erişimlerine izin verilecek şekilde sağlanmıştır.

2.2. Kurkumin Çözeltilisinin Hazırlanması ve Deneysel Dizayn

Kurkumin ve diğer tüm kimyasallar Sigma-Aldrich firmasından (Saint Louis, MO, ABD) sağlanmıştır. Kurkumin soya fasülyesi yağında çözölmüş ve gereken seyreltmeler yapılarak kg vücut ağırlığı başına 100 mg kurkumin (100 mg/kg) olacak şekilde 1 cc'lik uygulamalar yapılmıştır. Kurkumin derişimine, daha önceki literatür verileri göz önünde bulundurularak karar verilmiştir. Ratlar, her bir grupta 7 hayvan (n=7) olacak şekilde vücut ağırlıklarına dayalı olarak 4 gruba ayrılmışlardır;

Grup 1 (Normal), Kontrol grubu,

Grup 2 (Soya fasülyesi yağı), Ratlara 1 cc'lik soya fasülyesi yağı uygulanmıştır,

Grup 3 (Radyasyon), Ratlara tek bir doz total vücut gama radyasyonu (10 Gy) uygulanmıştır,

Grup 4 (Kurkumin + Radyasyon), Ratlara gama radyasyonu uygulamasından önce 7 gün boyunca intragastrik olarak 100 mg/kg kurkumin uygulanmıştır. Ratlar, 8. günde servikal dislokasyonla sakrifiye edilmiştir.

2.3. Total Oksidan Düzeylerinin Belirlenmesi

Taze karaciğer dokuları soğuk tuzlu su ile yıkanmış ve biyokimyasal analiz yapıncaya kadar -20°C'de saklanmıştır. Doku numuneleri tartılıp pH 7,0'de 50 mM fosfat tamponlu salin (PBS) içerisinde homojenize edilmiştir. Homojenizasyonları yapılan karaciğer numuneleri süpernatantlarını izole etmek için 10.000 rpm'de 4°C'de 15 dakika santrifüj edilmiştir. Dokulardaki total oksidan düzeyleri (TOD), ticari olarak satılan kitteki (Rel Assay Diagnostics, Gaziantep, Türkiye) prosedüre göre belirlenmiştir. TOD kitinin çalışma prensibi; numunede bulunan oksidanların, demir iyon-O-dianisidin kompleksini ferrik iyonla okside etmesine dayanmaktadır. Oksidasyon reaksiyonu, reaksiyon ortamında bol miktarda bulunan gliserol molekülleri ile arttırılmakta ve demir iyonu, asitli bir ortamda ksilenol oranj ile renkli bir kompleks yapmaktadır. Spektrofotometrik olarak ölçölebilen 546 nm'deki renk yoğunluğu, numunede bulunan oksidan moleküllerinin toplam miktarı ile ilgili olarak değerlendirilebilmektedir. Yöntemde kısaca, dokulardan elde edilen süpernatantlar, kitin içeriğinde yer alan reaktif 1 ve 2 ile karıştırılmıştır. Her bir reaktif eklemesinden sonra 530 nm'deki absorpsanlar ölçölmüş ve gerekli hesaplamalar yapılarak sonuçlar kontrol grubu ile kıyaslanmıştır.

2.4. Histopatolojik İncelemeler

Ratlardan alınan karaciğer dokularının rutin doku takipleri yapılarak parafin bloklara gömölümüştür. Bloklardan mikrotom yardımı ile 5 µm kalınlığında kesitler alınmış ve Hematoksilen & Eozin boyaması gerçekleştirilmiştir.

Hematoksilen ve Eozin (H-E) boyamasında, kesitler Ksilol serilerinden geçirilmiş daha sonra sırasıyla %80'lik ve %96'lık Alkol serilerinde bekletilmiştir. Çeşme suyunda yıkandıktan sonra 1 dk. Hematoksilen boyasında tutulmuştur. Asit-Alkol karışımına batırılıp ardından 1 dk. Eozin solüsyonunda boyanmıştır. 1 dk suda yıkandıktan sonra 10'ar dk. %80'lik ve iki ayrı %96'lık Alkol serilerinde tutulmuştur. 20 dk. üç ayrı Ksilol serisinde bekletildikten sonra hazırlanan preparatlar Entellan ile kapatılarak ışık mikroskopunda değerlendirilmiştir.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Düşük doz radyasyona maruz kalımda görölebilecek olası yan etkiler, nötropeni, organlarda kanama, sistemik inflamatuvar yanıt sendromu ve akciğer hasarı olarak sıralanabilir. Üstelik belirtilen bu yan etkiler, radyasyona akut maruziyet ile ilişkili klasik gastrointestinal hasar belirtisi olmadan ortaya çıkar (Nimker ve ark., 2019). Radyasyon indöklü gastrointestinal lezyonların bazı göstergeleri 8–16 Gy dozlarında ışımaya maruz bırakılan hayvanlarda gözlemlenmiştir (Dawson ve ark., 2019). Total vücut irradyasyonundan sonra karaciğer dokusunun da önemli ölçöde etkilendiği bilinmektedir (Nakajima ve ark., 2018).

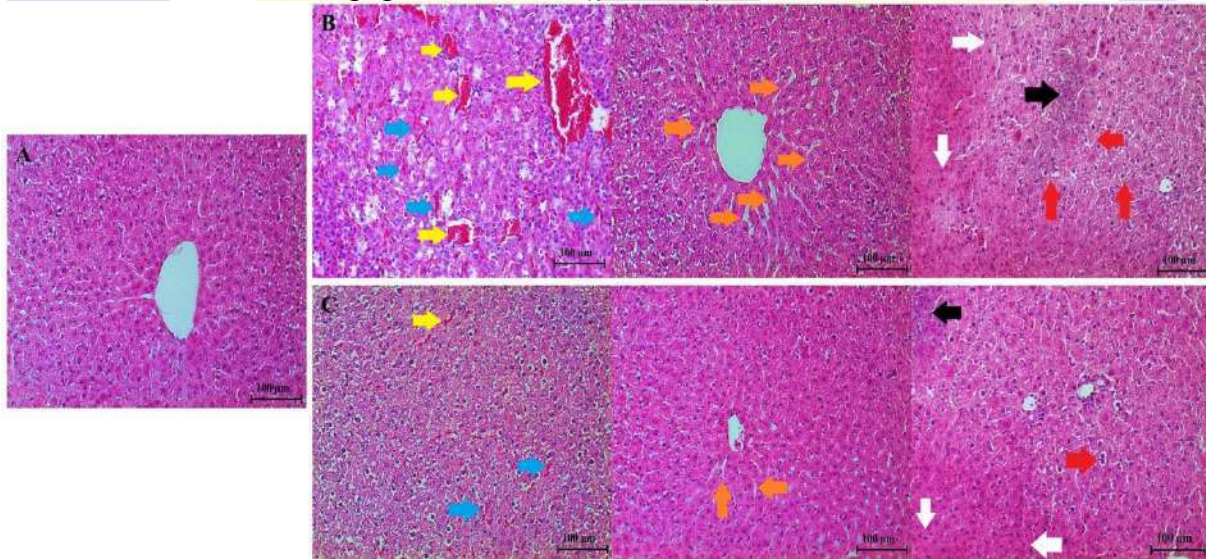
İyonlaştırıcı radyasyona maruz kalan karaciğer hücreleri, yüksek lipid peroksidasyon düzeyleri ve antioksidan enzimlerin düşük ekspresyonları açısından oksidatif strese karşı oldukça duyarlıdır (Khan ve ark., 2015). Sunulan çalışmada, yüksek doz kurkumin uygulamasının karaciğerde gama radyasyonu sonucu indöklenen oksidatif stres ve doku hasarına karşı koruyucu etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kontrol ve soya fasülyesi yağı uygulanmış gruplarda TOD düzeyleri yaklaşık 17 umol/L olarak belirlenmişken radyoterapi alan grupta bu değer yaklaşık 26 umol/L seviyesine yükselmiştir. Diğer yandan, gama

radasyonu öncesinde kurkumin verilen hayvanların karaciğer dokularındaki TOD düzeyleri yaklaşık 22 umol/L değerine düşmüştür (Tablo-1).

Tablo-1 Gruplara bağımlı TOD düzeyleri.

	TOD Düzeyleri (umol/L)
Grup 1	17,98±0,78
Grup 2	17,62±0,32
Grup 3	26,03±0,56
Grup 4	22,12±0,13

TOD düzeyleri ile uyumlu olarak, histopatolojik gözlemler gama radyasyonu sonucu hepatik hasarın meydana geldiğini göstermektedir. Şekil-1B'den görüldüğü gibi, radyasyona maruz bırakılan karaciğer hücrelerinde, konjesyon, hemoraji, sinuzoidal dilatasyon, hidropik dejenerasyon ve hücre ölümü gözlemlenmiştir. Karaciğerin yanı sıra beyin ve böbrek gibi dokularda da irradasyonun histolojik hasara neden olduğu gösterilmiştir (Sharma ve ark., 2019). Daha önce de belirtildiği gibi, radyasyon sırasında hasar gören doku oksidatif stres ile sonuçlanacak şekilde aşırı miktarda ROS üretir. Radyasyon indüklü oksidatif stres sonucu, hücrelerin mitokondriyal membran potansiyellerinde azalma, ATP tüketimi, intrasellüler kalsiyum düzeylerinde artış, hücre membranında ve diğer biyolojik komponentlerde giderek artan hasar ve en sonunda hücre ölümü meydana gelmektedir (Rostami ve ark., 2016; Zheng ve ark., 2016; Jonsson ve ark., 2019; Kiang ve Olabisi, 2019; Premkumar ve ark., 2019). Kurkumin, ROS sönmüleyici özelliği ile irradasyonun karaciğer dokusu üzerindeki zararlı etkilerini önemli ölçüde iyileştirmiştir. Histopatolojik incelemeler, irradasyondan önce kurkumin verilen ratlarda sadece radyasyon alan gruba göre daha az nekrotik ölüm belirlendiği göstermektedir (Şekil-1C).



Şekil-1 Total vücut radyasyonuna maruz bırakılan ratlarda indüklenen hepatik hasar üzerine kurkuminin etkilerini gösteren temsili karaciğer fotoğrafları. Kontrol (A), Radyasyon (B), Kurkumin + Radyasyon (C); Konjesyon (Sarı), Hemoraji (Mavi), Sinuzoidal Dilatasyon (Turuncu), Apoptoz (Beyaz), Nekroz (Siyah), Hidropik Dejenerasyon (Kırmızı). Bar: 100 µm.

Bu sonuç temelde, kurkuminin, sitokinler, proteinler, enzimler, büyüme faktörleri ve transkripsiyon faktörleri gibi çok sayıda moleküler hedef üzerinde etki göstermesinden kaynaklanmaktadır (Strimpakos ve Sharma, 2008). Diğer yandan, radyasyona maruz bırakılan grupta, belirgin sentral ven tıkanıklığı, aktive Kupffer hücreleri, vakuoler dejenerasyon, lobüler yapının yıkımı ve hepatik sinüzoidler gözlemlenmiştir. Kurkumin ön muamelesinin belirtilen histopatolojik değişimleri azalttığı bununla birlikte birkaç hepatositte artan Kupffer hücresi ile iri sinüzoidal boşluklar belirlenmiştir. Radyasyon muamelesi sonucu üretilen ROS'lar yüksek lipid içerikleri nedeniyle eritrositlere saldırabilir (Mennen ve ark., 2004). Bu noktada fenolik bileşiklerin potansiyel hemotolojik yararlarından biri, serbest radikalleri sönmüleyerek ve dolayısıyla lipid

peroksidasyonunu azaltarak hücre membranlarını korumaktır (Rafiei ve ark., 2019). Yapılan başka bir çalışmada, destekleyici şekilde, kurkuminin kan labirent bariyerindeki mikrosirkülasyonu geliştirerek duyma kaybını azalttığı belirtilmiştir (Castañeda ve ark., 2019). Ayrıca, karaciğer dokusunun redoks durumundaki hızlı değişimlerin Kupffer hücre aktivasyonu ile sonuçlandığı düşünülmektedir (Hege ve ark., 2017). Kurkuminin, karaciğer fibrözünün tedavisinde Kupffer hücre aktivasyonunu inhibe ederek kemokin sekresyonunu azaltığı tespit edilmiştir (Zhao ve ark., 2018). Bu nedenle, bu çalışmada kurkuminin lökosit infiltrasyonunu azaltarak radyasyon indüklü karaciğer hasarını inhibe etmiş olabileceği düşünülebilir.

Elde edilen sonuçlar ve literatür bulguları bir bütün olarak değerlendirildiğinde, 100 mg/kg dozundaki kurkumin uygulamasının gama radyasyonu indüklü hücresel hasara karşı hepatositleri korumada yardımcı olabilecek potansiyel bir radyoprotektör olduğu söylenebilir.

KAYNAKÇA

- Arıcıgil, M., Dündar, M. A., Yücel, A., Eryılmaz, M. A., Aktan, M., Alan, M. A., ... & Kılınç, İ. (2017). Melatonin prevents possible radiotherapy-induced thyroid injury. *International journal of radiation biology*, 93(12), 1350-1356.
- Castañeda, R., Natarajan, S., Jeong, S. Y., Hong, B. N., & Kang, T. H. (2018). Traditional oriental medicine for sensorineural hearing loss: Can ethnopharmacology contribute to potential drug discovery?. *Journal of ethnopharmacology*.
- Dawson, L. A., Winter, K. A., Katz, A. W., Schell, M. C., Brierley, J., Chen, Y., ... & Willett, C. G. (2019). NRG Oncology/RTOG 0438: A Phase 1 Trial of Highly Conformal Radiation Therapy for Liver Metastases. *Practical radiation oncology*.
- Ferrari, E., Lazzari, S., Marverti, G., Pignedoli, F., Spagnolo, F., & Saladini, M. (2009). Synthesis, cytotoxic and combined cDDP activity of new stable curcumin derivatives. *Bioorganic & medicinal chemistry*, 17(8), 3043-3052.
- Hege, M., Jung, F., Sellmann, C., Jin, C., Ziegenhardt, D., Hellerbrand, C., & Bergheim, I. (2018). An iso- α -acid-rich extract from hops (*Humulus lupulus*) attenuates acute alcohol-induced liver steatosis in mice. *Nutrition*, 45, 68-75.
- Hill-Kayser, C. E., Tochner, Z., Li, Y., Kurtz, G., Lustig, R. A., James, P., ... & Mosse, Y. P. (2019). Outcomes After Proton Therapy for Treatment of Pediatric High-Risk Neuroblastoma. *International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics*, 104(2), 401-408.
- Jonsson, M., Fjeldbo, C. S., Holm, R., Stokke, T., Kristensen, G. B., & Lyng, H. (2019). Mitochondrial Function of CKS2 Oncoprotein Links Oxidative Phosphorylation with Cell Division in Chemoradioresistant Cervical Cancer. *Neoplasia*, 21(4), 353-362.
- Kellas-Ślęczka, S., Białas, B., Fijałkowski, M., Wojcieszek, P., Szlag, M., Cholewka, A., ... & Kołosa, Z. (2019). Nineteen-year single-center experience in 76 patients with penile cancer treated with high-dose-rate brachytherapy. *Brachytherapy*.
- Khan, A., Manna, K., Das, D. K., Kesh, S. B., Sinha, M., Das, U., ... & Ghosh, M. (2015). Gossypetin ameliorates ionizing radiation-induced oxidative stress in mice liver—a molecular approach. *Free radical research*, 49(10), 1173-1186.
- Kiang, J. G., & Olabisi, A. O. (2019). Radiation: a poly-traumatic hit leading to multi-organ injury. *Cell & bioscience*, 9(1), 25.
- Mennen, L. I., Sapinho, D., de Bree, A., Arnault, N., Bertrais, S., Galan, P., & Hercberg, S. (2004). Consumption of foods rich in flavonoids is related to a decreased cardiovascular risk in apparently healthy French women. *The Journal of nutrition*, 134(4), 923-926.
- Nakajima, T., Ninomiya, Y., & Neno, M. (2018). Radiation-Induced Reactions in the Liver—Modulation of Radiation Effects by Lifestyle-Related Factors—. *International journal of molecular sciences*, 19(12), 3855.

- Nimker, S., Sharma, K., Saraswathy, R., & Chandna, S. (2019). Delineating the Effects of Ionizing Radiation on Erythropoietic Lineage—Implications for Radiation Biodosimetry. *Health physics*, 116(5), 677-693.
- Premkumar, K., Nair, J., & Shankar, B. S. (2019). Differential radio-adaptive responses in BALB/c and C57BL/6 mice: pivotal role of calcium and nitric oxide signalling. *International journal of radiation biology*, 1-12.
- Rafiei, H., Omidian, K., & Bandy, B. (2019). Dietary Polyphenols Protect Against Oleic Acid-Induced Steatosis in an in Vitro Model of NAFLD by Modulating Lipid Metabolism and Improving Mitochondrial Function. *Nutrients*, 11(3), 541.
- Rostami, A., Moosavi, S. A., Changizi, V., & Ardakani, A. A. (2016). Radioprotective effects of selenium and vitamin-E against 6MV X-rays in human blood lymphocytes by micronucleus assay. *Medical journal of the Islamic Republic of Iran*, 30, 367.
- Rui, P., Sheng, Q., Lu, D. X., & Jun, D. (2008). Curcumin improves learning and memory ability and its neuroprotective mechanism in mice. *Chinese medical journal*, 121(9), 832-839.
- Sharma, S., Singla, N., Chadha, V. D., & Dhawan, D. K. (2019). A concept of radiation hormesis: stimulation of antioxidant machinery in rats by low dose ionizing radiation. *Hellenic journal of nuclear medicine*, 22(1), 43-48.
- Srinivasan, M., Sudheer, A. R., Pillai, K. R., Kumar, P. R., Sudhakaran, P. R., & Menon, V. P. (2007). Modulatory effects of curcumin on γ -radiation-induced cellular damage in primary culture of isolated rat hepatocytes. *Environmental toxicology and pharmacology*, 24(2), 98-105.
- Strimpakos, A. S., & Sharma, R. A. (2008). Curcumin: preventive and therapeutic properties in laboratory studies and clinical trials. *Antioxidants & redox signaling*, 10(3), 511-546.
- Tian, Z., Yen, A., Zhou, Z., Shen, C., Albuquerque, K., & Hrycushko, B. (2019). A machine-learning-based prediction model of fistula formation after interstitial brachytherapy for locally advanced gynecological malignancies. *Brachytherapy*.
- Verma, V. (2016). Relationship and interactions of curcumin with radiation therapy. *World journal of clinical oncology*, 7(3), 275.
- Wang, Z., Qi, F., Cui, Y., Zhao, L., Sun, X., Tang, W., & Cai, P. (2018). An update on Chinese herbal medicines as adjuvant treatment of anticancer therapeutics. *Bioscience trends*, 12(3), 220-239.





SOME IDENTITIES FOR THE POLY-TANGENT POLYNOMIALS WITH q-PARAMETER

Burak KURT

Department of Mathematics, Faculty of Education, University of Akdeniz

Abstract

Recently, many mathematicians have studied in the area of the Bernoulli polynomials and numbers, the Euler polynomials and numbers, the poly-Bernoulli polynomials and numbers, the poly-Euler polynomials and numbers, the Tangent polynomials and the poly-Tangent polynomials. Cenkci and Komatsu in [3] investigated poly-Bernoulli polynomials with a q-parameter. Kurt defined and investigated poly-Genocchi polynomials with a q-parameter. Ryoo investigated Tangent polynomials and poly-Tangent polynomials. In this work, we investigate the poly-Tangent polynomials with a q-parameter. We give basic properties for these polynomials.

INTRODUCTION, DEFINITIONS AND PRELIMINARIES

Throughout this work, $\mathbb{N}$ denotes the set of natural numbers, $\mathbb{N}_0$ denotes the set of nonnegative integers, $\mathbb{Z}$ denotes the set of integer numbers, $\mathbb{R}$ denotes the set of real numbers and $\mathbb{C}$ denotes the complex numbers.

The classical Bernoulli numbers and polynomials are defined the following generating functions in ([1]-[17]), respectively;

$$\sum_{n=0}^{\infty} B_n \frac{t^n}{n!} = \frac{t}{e^t - 1}, \quad |t| < 2\pi \quad (1)$$

and

$$\sum_{n=0}^{\infty} B_n(x) \frac{t^n}{n!} = \frac{t}{e^t - 1} e^{xt}, \quad |t| < 2\pi. \quad (2)$$

The Tangent polynomials $T_n(x)$ are defined by the generating functions in [11];

$$\sum_{n=0}^{\infty} T_n(x) \frac{t^n}{n!} = \left(\frac{2}{e^{2t} + 1} \right) e^{xt}, \quad |2t| < \pi, \quad (3)$$

when $x=0$, $T_n(0) := T_n$ are called the Tangent numbers.

Let $k \in \mathbb{Z}$ and $k > 1$, then k-th polylogarithm function is defined by (see [1], [5], [8])

$$Li_k(z) = \sum_{m=1}^{\infty} \frac{z^m}{m^k}, \quad z \in \mathbb{C}, z > 1 \quad (4) \text{ when}$$

$k=1$, $Li_1(z) = -\log(1-z)$.

Kim et al. in [8] defined the poly-Bernoulli polynomials and the poly-Genocchi polynomials as

$$\sum_{n=0}^{\infty} B_n^{(k)}(x) \frac{t^n}{n!} = \frac{Li_k(1-e^{-t})}{1-e^{-t}} e^{xt}$$

and

$$\sum_{n=0}^{\infty} G_n^{(k)}(x) \frac{t^n}{n!} = \frac{2Li_k(1-e^{-t})}{e^t + 1} e^{xt}$$

respectively.

The Stirling number of the second kind is defined by Carlitz in [3] as:

$$\sum_{n=0}^{\infty} S_2(n, m) \frac{t^n}{n!} = \frac{(e^t - 1)^m}{m!}. \quad (5)$$

The poly-Tangent polynomials $T_n^{(k)}(x)$ are defined by following generating functions by Ryoo [13]:

$$\sum_{n=0}^{\infty} T_n^{(k)}(x) \frac{t^n}{n!} = \frac{2Li_k(1-e^{-t})}{e^{2t} + 1} e^{xt}, \quad (6) \text{ when } x=0,$$

$T_n^{(k)}(0) := T_n^{(k)}$ are called the poly-Tangent numbers.

The second kind weight Stirling numbers $S_2(n, m, x)$ are defined by Carlitz in [3] as

$$\sum_{n=0}^{\infty} S_2(n, m, x) \frac{t^n}{n!} = \frac{(e^t - 1)^m}{m!} e^{xt}. \quad (7)$$

MAIN THEOREM

In this section, we give some basic identities and relations for the poly-Tangent polynomials with a q -parameter.

Definition The poly-Tangent polynomials and numbers with a q -parameter are defined the following generating functions, respectively:

$$\sum_{n=0}^{\infty} T_{n,q}^{(k)}(x) \frac{t^n}{n!} = \frac{2Li_k\left(\frac{1-e^{-qt}}{q}\right)}{e^{2tq} + 1} e^{xt} \quad (8) \quad \text{and}$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} T_{n,q}^{(k)} \frac{t^n}{n!} = \frac{2Li_k\left(\frac{1-e^{-qt}}{q}\right)}{e^{2tq} + 1}, \quad (9) \quad \text{when } n, k$$

integer, $n \geq 0, k \geq 1$ and $q \neq 0$ real parameter.

Some special cases of $T_{n,q}^{(k)}(x)$ are following remarks.

Remark For $q=1$, $T_{n,q}^{(k)}(x)$ reduces to the poly-Tangent polynomials.

Remark When $q=k=1$, we obtain the classical Tangent polynomials.

Theorem The poly-Tangent polynomials with a q -parameter satisfy the following relation:

$$T_{n,q}^{(k)}(x) = \sum_{m=0}^n \binom{n}{m} T_{m,q}^{(k)} x^{n-m} \quad (10)$$

and

$$T_{n,q}^{(k)}(x+y) = \sum_{m=0}^n \binom{n}{m} T_{m,q}^{(k)}(x) y^{n-m}. \quad (11)$$

Proof Using (8);

$$\begin{aligned} \sum_{n=0}^{\infty} T_{n,q}^{(k)}(x) \frac{t^n}{n!} &= \frac{2Li_k\left(\frac{1-e^{-qt}}{q}\right)}{e^{2tq} + 1} e^{xt} \\ &= \sum_{n=0}^{\infty} T_{n,q}^{(k)} \frac{t^n}{n!} \sum_{p=0}^{\infty} x^p \frac{t^p}{p!} \\ &= \sum_{n=0}^{\infty} \sum_m \binom{n}{m} T_{m,q}^{(k)} x^{n-m} \frac{t^n}{n!}. \end{aligned}$$

Comparing the coefficient of $\frac{t^n}{n!}$, we obtain (10).

Proof of (11);

$$\begin{aligned} \sum_{n=0}^{\infty} T_{n,q}^{(k)}(x+y) \frac{t^n}{n!} &= \frac{2Li_k\left(\frac{1-e^{-qt}}{q}\right)}{e^{2tq} + 1} e^{xt} e^{yt} \\ &= \sum_{n=0}^{\infty} T_{n,q}^{(k)}(x) \frac{t^n}{n!} \sum_{p=0}^{\infty} y^p \frac{t^p}{p!} \\ &= \sum_{n=0}^{\infty} \sum_m \binom{n}{m} T_{m,q}^{(k)}(x) y^{n-m} \frac{t^n}{n!}. \end{aligned}$$

Comparing the coefficient of $\frac{t^n}{n!}$, we obtain (11).

Theorem The following relation holds true:

$$\begin{aligned} T_{n,q}^{(k)} + \sum_m \binom{n}{m} (2q)^m T_{n-m,q}^{(k)} \\ = 2 \left\{ \sum_{m=0}^{\infty} \frac{(-1)^{m+1}}{(m+1)^k} q^{n-m-1} (m+1)! S_2(n, m+1) \right\}. \end{aligned} \quad (12)$$

Proof By (5) and (9), we write as

$$\begin{aligned} \sum_{n=0}^{\infty} T_{n,q}^{(k)} \frac{t^n}{n!} (e^{2tq} + 1) &= 2Li_k\left(\frac{1-e^{-qt}}{q}\right) \\ e^{2qt} \sum_{n=0}^{\infty} T_{n,q}^{(k)} \frac{t^n}{n!} + \sum_{n=0}^{\infty} T_{n,q}^{(k)} \frac{t^n}{n!} &= 2Li_k\left(\frac{1-e^{-qt}}{q}\right) = 2 \sum_{m=1}^{\infty} \frac{\left(\frac{1-e^{-qt}}{q}\right)^m}{m^k} \\ &= 2 \sum_{m=0}^{\infty} \frac{(-1)^{m+1}}{q^{m+1}(m+1)^k} (e^{-qt} - 1)^{m+1} \\ &= 2 \sum_{m=0}^{\infty} \frac{(-1)^{m+1}}{q^{m+1}(m+1)^k} \sum_{n=0}^{\infty} (m+1)! S_2(n, m+1) \frac{(-qt)^n}{n!}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \sum_{m=0}^{\infty} (2q)^m \frac{t^m}{m!} \sum_{n=0}^{\infty} T_{n,q}^{(k)} \frac{t^n}{n!} + \sum_{n=0}^{\infty} T_{n,q}^{(k)} \frac{t^n}{n!} \\
&= \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ \sum_{m=0}^n \binom{n}{m} (2q)^m T_{n-m,q}^{(k)} + T_{n,q}^{(k)} \right\} \frac{t^n}{n!} \\
&= \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ \sum_{m=0}^n \binom{n}{m} (2q)^m T_{n-m,q}^{(k)} + T_{n,q}^{(k)} \right\} \frac{t^n}{n!} \\
&= \sum_{n=0}^{\infty} 2 \left\{ \sum_{m=0}^n \frac{(-1)^{m+1}}{(m+1)^k} q^{n-m-1} (m+1)! S_2(n, m+1) \right\} \frac{t^n}{n!}.
\end{aligned}$$

Comparing the coefficient of $\frac{t^n}{n!}$, we obtain (12).

CONCLUSIONS

In this work, we firstly considered poly-Tangent polynomials and we then obtained some identities for these polynomials. We also proved Theorem which is poly-Tangent polynomials between the Stirling numbers.

REFERENCES

- [1] A. Bayad and Y. Hamahata, Polylogarithms and poly-Bernoulli polynomials, Kyushu. J. Math., 65 (2011), 15-34.
- [2] A. Bayad and T. Kim, Higher recurrences for Apostol-Bernoulli-Euler polynomials, Russ. J. of Math. Phys., 19(1), (2012), 1-10.
- [3] L. Carlitz, A note on Bernoulli and Euler polynomials of the second kind, Scripta Math., 25 (1961), 323-330.
- [4] M. Cenkci and T. Komatsu, Poly-Bernoulli numbers and polynomials with a q-parameter, J. Number Theory, 152 (2015), 38-54.
- [5] U. Duran, M. Acikgoz and S. Araci, Hermite based poly-Bernoulli polynomials with q-parameter, Advanced Stud. in Contemp., 28(2), (2018), 285-296.
- [6] Y. Hamahata, Poly-Euler polynomials and Arakawa-Kaneko type zeta functions, Functione et App. Commentarii Mathematica, 51(1), (2014), 7-27.
- [7] D. S. Kim and T. Kim, Hermite and poly-Bernoulli mixed type polynomials, Advances in Diff. Equa., 2013.2013.343.
- [8] D. S. Kim and T. Kim, A note on poly-Bernoulli and higher order poly-Bernoulli polynomials, Russ. J. Math., 22(1), (2015), 26-33.
- [9] B. Kurt, Identities and relation on the poly-Genocchi polynomials with a q-parameter, J. Inequa. Special Func., 9(1), (2018), 1-8.
- [11] C. S. Ryoo, A note on the tangent numbers and polynomials, Adv. Studies Theor. Phs., 7 (9) (2013), 447-454.
- [12] C. S. Ryoo, T. Kim, R. P. Agarwal, A numerical investigation of the roots of q-polynomials, Inter. J. Comput. Math., 83 (2006), 223-234.
- [13] C. S. Ryoo, On poly-tangent numbers and polynomials and distribution of their zeros, Global Journal of Pure and Applied Mathematics, 12(5), (2016), 4411-4425.
- [14] R. Sanchez-Peregrino, Closed formula for Poly-Bernoulli numbers, Fibonacci Quart., 40(2002), 362-364.
- [15] H. M. Srivastava, Some generalization and basic (or q-) extension of the Bernoulli, Euler and Genocchi polynomials, Appl. Math. Inf. Sci., 5 (2011), 390-444.
- [16] H. M. Srivastava and H. L. Manocha, A treatise on generating functions, Halsted Press, John Willey and Sons, New York, Chichester, Brisbane and Toronto, 1984.
- [17] H. M. Srivastava and J. Choi, Series associated with the zeta and related functions, Kluwer Academic Pub., Dordrecht, Boston and London, (2001).





SOME RELATIONS BETWEEN THE FUBINI TYPE POLYNOMIALS AND APOSTOL-BERNOULLI, APOSTOL-EULER POLYNOMIALS

Burak KURT

Department of Mathematics, Faculty of Education, University of Akdeniz

Abstract

Recently, many mathematicians have studied in the area of the Bernoulli polynomials and numbers, the Euler polynomials and numbers, the Apostol-Bernoulli polynomials and numbers, the Apostol-Euler polynomials and numbers, the Fubini polynomials and the Fubini type polynomials. After the definition of this polynomials by mathematicians, theorems and results have been obtained very good results.

In this work, we investigate and define the Fubini type numbers and polynomials. We investigate the properties of Fubini type numbers which defined by Muresan [10] and define the Fubini type polynomials. We prove some relations between the Apostol-Bernoulli polynomials and the Fubini type polynomials.

INTRODUCTION, DEFINITIONS AND PRELIMINARIES

In this section, we give well-known numbers and polynomials. Throughout this work, N denotes the set of natural numbers, N_0 denotes the set of nonnegative integers, Z denotes the set of integer numbers, R denotes the set of real numbers and C denotes the complex numbers.

The classical Bernoulli numbers and polynomials are defined the following generating functions ([6]-[10]), respectively;

$$\sum_{n=0}^{\infty} B_n \frac{t^n}{n!} = \frac{t}{e^t - 1}, \quad |t| < 2\pi \quad (1)$$

and

$$\sum_{n=0}^{\infty} B_n(x) \frac{t^n}{n!} = \frac{t}{e^t - 1} e^{xt}, \quad |t| < 2\pi. \quad (2)$$

The Apostol-Bernoulli numbers and polynomials are defined the following generating functions ([6]-[10]), respectively;

$$\sum_{n=0}^{\infty} B_n(\lambda) \frac{t^n}{n!} = \frac{t}{\lambda e^t - 1}, \quad (3)$$

$$|t| < 2\pi \text{ if } \lambda = 1, \quad |t| < |\log(-\lambda)| \text{ if } \lambda \neq 1 \text{ and } \lambda \in C$$

and

$$\sum_{n=0}^{\infty} B_n(x, \lambda) \frac{t^n}{n!} = \frac{t}{\lambda e^t - 1} e^{xt}, \quad (4)$$

$$|t| < 2\pi \text{ if } \lambda = 1, \quad |t| < |\log(-\lambda)| \text{ if } \lambda \neq 1 \text{ and } \lambda \in C.$$

The classical Euler polynomials and the Apostol-Euler polynomials are defined the following generating functions ([6]-[10]), respectively;

$$\sum_{n=0}^{\infty} E_n(x) \frac{t^n}{n!} = \frac{2}{e^t + 1} e^{xt}, \quad |t| < \pi \quad (5) \quad \text{and}$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} E_n(x, \lambda) \frac{t^n}{n!} = \frac{2}{\lambda e^t + 1} e^{xt}, \quad (6)$$

$$|t| < \pi \text{ if } \lambda = 1, \quad |t| < |\log(-\lambda)| \text{ if } \lambda \neq 1 \text{ and } \lambda \in C.$$

The Stirling number of the second kind is defined as:

$$\frac{(e^t - 1)^m}{m!} = \sum_{n=0}^{\infty} S_2(n, m) \frac{t^n}{n!}. \quad (7)$$

$$S_2(n, n) = 1, n \in N_0, S_2(n, 0) = 0, n \in N_0; \text{ for } m > n, S_2(n, m) = 0.$$

D. S. Kim et al. [5] proved some relations and recurrences relations for the Fubini polynomials and two variable Fubini polynomials.

The generalized Fubini numbers $f_{n,k}$ are defined by means of the following generating function ([10, pp. 398])

$$F_k(t) = \sum_{n=0}^{\infty} f_{n,k} \frac{t^n}{n!} = \frac{e^t - 1}{k+1 - e^t}. \quad (8)$$

In section 2, we consider Fubini polynomials and give some relations between Fubini polynomials and Apostol-Bernoulli polynomials.

MAIN THEOREM

In this section, we consider Fubini polynomials. We give some relations for these polynomials.

From (8), we obtain some Fubini numbers easily as

$$f_{1,k} = 1, f_{2,k} = 2k + 1, f_{3,k} = 6k^2 + 6k + 1, f_{4,k} = 24k^3 + 36k^2 + 10k + 5, \dots$$

For $k=1$, we have

$$f_{1,1} = 1, f_{2,1} = 3, f_{3,1} = 13, f_{4,1} = 75, \dots$$

These numbers given ([10, Table 10.1]).

We consider the generating function of the Fubini type polynomials by the following generating functions

$$F_k(t, x) = \sum_{n=1}^{\infty} f_{n,k}(x) \frac{t^n}{n!} = \frac{e^t - 1}{k+1 - e^t} e^{xt}. \quad (9)$$

From (9), we have some Fubini type polynomials as:

$$f_{1,k}(x) = 1, f_{2,k}(x) = 2x + 1 + k, f_{3,k}(x) = 3x^2 + 3x(1 + 2k) + 6k^2 + 6k + 1,$$

$$f_{4,k}(x) = 4x^3 + 18x^2 + 4x(4 + 9k) + 2k(18k + 17) + 5, \dots$$

From (9),

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} f_{n,k}(x) \frac{t^n}{n!} &= \frac{e^t - 1}{k+1 - e^t} e^{xt} = \frac{1}{k+1} \left(\frac{e^{(x+1)t}}{1 - \frac{k}{k+1} e^t} - \frac{e^{xt}}{1 - \frac{k}{k+1} e^t} \right) \\ &= -\frac{1}{t(k+1)} \left[\frac{t e^{(x+1)t}}{\frac{k}{k+1} e^t - 1} - \frac{t e^{xt}}{\frac{k}{k+1} e^t - 1} \right]. \end{aligned}$$

By using (2), we write as

$$\sum_{n=1}^{\infty} f_{n,k}(x) \frac{t^{n+1}}{n!} = -\frac{1}{(k+1)} \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ B_n \left(x+1, \frac{k}{k+1} \right) - B_n \left(x, \frac{k}{k+1} \right) \right\} \frac{t^n}{n!}.$$

From the last equations, we have the following theorem.

Theorem For $n \geq 2$, we have

$$f_{n-1,k}(x) = \frac{1}{n} \frac{1}{k+1} \left\{ B_n \left(x, \frac{k}{k+1} \right) - B_n \left(x+1, \frac{k}{k+1} \right) \right\}.$$

We put $2t$ instead of t in (8),

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} f_{n,k}(x) \frac{(2t)^n}{n!} &= -\frac{e^{2t} - 1}{(k+1) \left(\frac{k}{k+1} e^{2t} - 1 \right)} \\ &= -\frac{e^t - 1}{t} \frac{e^t + 1}{2} \frac{2}{2(k+1)} \frac{t}{\left(\sqrt{\frac{k}{k+1}} e^t - 1 \right)} \frac{2}{\left(\sqrt{\frac{k}{k+1}} e^t + 1 \right)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} f_{n,k}(x) \frac{(2t)^n}{n!} \frac{t}{e^t - 1} &= -\frac{1}{k+1} \sum_{m=0}^{\infty} E_m^{(-1)} \frac{t^m}{m!} \sum_{l=0}^{\infty} B_l \left(\sqrt{\frac{k}{k+1}} \right) \frac{t^l}{l!} \sum_{p=0}^{\infty} E_p \left(\sqrt{\frac{k}{k+1}} \right) \frac{t^p}{p!} \\ &\quad \times \sum_{n=1}^{\infty} f_{n,k} \frac{(2t)^n}{n!} \sum_{n=0}^{\infty} B_n \frac{t^n}{n!} \\ &= -\frac{1}{k+1} \sum_{m=0}^{\infty} E_m^{(-1)} \frac{t^m}{m!} \sum_{r=0}^{\infty} \left(\sum_p \binom{r}{p} B_{r-p} \left(\sqrt{\frac{k}{k+1}} \right) E_p \left(\sqrt{\frac{k}{k+1}} \right) \right) \frac{t^r}{r!}. \end{aligned} \quad (10) \text{ The left}$$

hand of this equation

$$\sum_{n=1}^{\infty} f_{n,k} \frac{(2t)^n}{n!} + \sum_{n=1}^{\infty} f_{n,k} \frac{(2t)^n}{n!} \sum_{n=0}^{\infty} B_n \frac{t^n}{n!}. \quad (11)$$

These last equalities put in left hand in (10) and by using Cauchy product and comparing the coefficients. We have the following theorem.

Theorem For $n \geq 2$, we have

$$f_{n,k} 2^n + \sum_{l=0}^n \binom{n}{l} f_{l,k} 2^l B_{n-l} = -\frac{1}{k+1} \left\{ \sum_r \binom{n}{r} E_{n,r}^{(-1)} \sum_p \binom{r}{p} B_{r-p} \left(\sqrt{\frac{k}{k+1}} \right) E_p \left(\sqrt{\frac{k}{k+1}} \right) \right\}.$$

We consider the Fubini type polynomials of order α as

$$\sum_{n=1}^{\infty} f_{n,k}^{(\alpha)}(x) \frac{t^n}{n!} = \left(\frac{e^t - 1}{k+1 - ke^t} \right)^{\alpha} e^{xt}. \quad (12)$$

From (12), we write as

$$\sum_{n=1}^{\infty} f_{n,k}^{(\alpha)}(x) \frac{t^{n+\alpha}}{n!} = \left(-\frac{1}{k+1} \right)^{\alpha} (e^t - 1)^{\alpha} \left(\frac{t}{\frac{k}{k+1}e^t - 1} \right)^{\alpha} e^{xt}.$$

By using the Stirling numbers of the second kind in this last equation, we write as

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} f_{n,k}^{(\alpha)}(x) \frac{t^{n+\alpha}}{n!} &= \left(-\frac{1}{k+1} \right)^{\alpha} \alpha! \frac{(e^t - 1)^{\alpha}}{\alpha!} \left(\frac{t}{\frac{k}{k+1}e^t - 1} \right)^{\alpha} e^{xt} \\ &= \left(-\frac{1}{k+1} \right)^{\alpha} \alpha! \sum_{p=0}^{\infty} S_2(p, \alpha) \frac{t^p}{p!} \sum_{m=0}^{\infty} B_m^{(\alpha)} \left(x, \frac{k}{k+1} \right) \frac{t^m}{m!}. \\ \sum_{n=1}^{\infty} \binom{n+\alpha}{\alpha} f_{n,k}^{(\alpha)}(x) \frac{t^{n+\alpha}}{(n+\alpha)!} &= \left(-\frac{1}{k+1} \right)^{\alpha} \alpha! \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ \sum_{p=0}^n \binom{n}{p} S_2(p, \alpha) B_{n-p}^{(\alpha)} \left(x, \frac{k}{k+1} \right) \right\} \frac{t^n}{n!}. \end{aligned}$$

From here, we have the following theorem.

Theorem For $n \geq \alpha + 1$, we have

$$\binom{n}{\alpha} f_{n-\alpha,k}^{(\alpha)}(x) = \left(-\frac{1}{k+1} \right)^{\alpha} \alpha! \sum_{p=0}^n \binom{n}{p} S_2(p, \alpha) B_{n-p}^{(\alpha)} \left(x, \frac{k}{k+1} \right).$$

CONCLUSIONS

In this work, we firstly considered Fubini polynomials and we then obtained some identities for these polynomials. We defined the Fubini type polynomials of order α and proved Theorem which is Fubini polynomials between the Stirling numbers.

REFERENCES

- [1] G. Bretti, P. Natalini and P. E. Ricci, Generalizations of the Bernoulli and Appell polynomials, Abstract and Applied Analysis, 2004:7, (2004), 613-623.
- [2] Carlitz L., A note on Bernoulli and Euler polynomials of the second kind, Scripta Math., 25 (1961), 323-330.
- [3] G. Dattali, C. Cesarano and S. Lorenzu Ha, Bernoulli numbers and polynomials from a more general point of view, Rendiconti di Math. Seri, VII, 22, (2002), 193-202.
- [4] T. Diagana and H. Maiga, Some new identities and congruences Fubini numbers, J. of Number Theory, 173 (2017), 547-569.
- [5] D. S. Kim, T. Kim, H.-In. Known and J.-W. Park, Two variable higher order Fubini polynomials, J. Korean Math. Soc., (submitted 2018), doi.org/10.4134/JKMS.j170573.
- [6] B. Kurt and S. Bilgic, Symmetry identities for 2-variable unified Apostol type polynomials, J. of Inequalities and Special Func., 8 (2017), 96-103.
- [7] D. Lu-Q. and H. M. Srivastava, Some series identities involving the generalized Apostol type and related polynomials, Comp. and Math. with Appl., 62 (2011), 3591-3602.
- [8] M.-Q. Luo, The multiplication formulas for the Apostol-Bernoulli and Apostol-Euler polynomials of higher order, Integral Trans. Spec. Func., 20 (2009), 337-391.
- [9] M.-Q. Luo and H. M. Srivastava, Some generalizations of the Apostol-Bernoulli and Apostol-Euler polynomials, J. Math. Anal. Appl., 308(1), (2005), 290-302.
- [10] M. Muresan, A concrete approach to classical Analysis, Springer Sciences, Business Media LLC, Canadian Math. Soc., New York, 2009.
- [11] H. M. Srivastava, Some generalization and basic (or -q) extension of the Bernoulli, Euler and Genocchi polynomials, App. Math. and Infor. Sci., 5(3) (2011), 390-444.
- [12] H. M. Srivastava, B. Kurt and Y. Simsek, Some families of Genocchi type polynomials and their interpolation function, Integral Trans. And Special Func., 23, (2012), 919-938.
- [13] H. M. Srivastava and H. L. Manocha, A treatise on generating functions, J. Wiley and Sons, 1984.
- [14] H. M. Srivastava and J. Choi, Series associated with the zeta and related functions, Kluwer Academic Pub. Dordrecht, Boton and London, 2001.

AMONYUM PERKLORAT TAYİNİ İÇİN İYONİK LİKİT İLE MODİFİYE EDİLMİŞ ALTIN NANOPARTİKÜL TEMELLİ KOLORİMETRİK SENSÖR GELİŞTİRİLMESİ

Büşra KESKİN

Yüksek Kimyager, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Ayşem ARDA

Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Reşat APAK

Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Özet

Bu çalışmada iyonik likit ile modifiye edilmiş altın nanopartiküller kullanılarak amonyum perkloratın spektrofotometrik tayini için basit, kullanışlı ve yüksek hassasiyetli kolorimetrik sensör geliştirildi. Çalışmada altın nanopartiküller sodyum bor hidrür (NaBH_4) ile indirgenerek sentezlendi ve yapısında tiyol grubu bulunan iyonik likit (IL) ile modifiye edildi. Artan amonyum perklorat konsantrasyonunda hazırlanan sensör çözeltilerinin spektrumları kaydedildi. Lineer tayin aralığı amonyum perklorat örnekleri için $7,5 \times 10^{-5}$ - 10^{-3} mol L^{-1} olarak belirlendi. Çalışma grafiği $A = 4,66 \times 10^2 c_{\text{AP}} + 2,6 \times 10^{-1}$ şeklindedir. ($r=0,9976$) ($c_{\text{AP}} = \text{mol L}^{-1}$ cinsinden amonyum perklorat derişimi)

Anahtar Kelimeler: Amonyum perklorat, İtici enerjetik materyal, Modifiye altın nanoparçacık, Spektrofotometrik tayin.

GİRİŞ

Askeri patlayıcılar; yüksek patlayıcılar, düşük patlayıcılar ve piroteknikler olarak sınıflandırılabilir [1]. Herhangi bir piroteknik formülasyonun temel bileşenleri oksitleyici ve yakıttır. Diğer bileşenler isteğe bağlı olarak bağlayıcılar, iticiler, renklendirici reaktifler ile ses veya duman üreten maddeler olabilir. İticiler, kurşun ya da roket gibi bir katı cismin kontrollü olarak ateşlenmesini gerçekleştirmek için en uygun patlayıcılardır [2]. Amonyum perklorat itici enerjetik bir materyaldir. Amonyum perklorat kristallerinin boyutu 40 μm 'nin altına indikçe maddenin sürtünmeye olan hassasiyetinin artmasıyla patlayıcı özelliği de artmaktadır. Bu nedenle amonyum perkloratın taşınması ve depolanması konusunda dikkatli olunmalıdır. Amonyum perklorat ağırlıkça % 70' lik bir orana sahiptir. Böylece bir yakıtın temel bileşeni olarak bulunmaktadır. Ayrıca oksijen içeriği ağırlıkça % 54.5 olduğundan oksitleyici olarak ta bulunmaktadır. Roket üretimlerinde, amonyum perkloratın kullanımındaki yükseliş amonyum perkloratın iyi bir katı oksitleyici olduğunu göstermektedir [3]. Amonyum perkloratın analiz yöntemlerinin geliştirilmesi güvenli bir toplum ve yeşil bir çevre için oldukça önemlidir. Amonyum perkloratın tayini için günümüzde eser miktarda, hassas ve seçici analiz yapılmasına yönelik ihtiyaçlar giderek artmaktadır. Literatürde perklorat tayini için UV-Vis. Spektroskopisi [4], Yüzey Zenginleştirilmiş Raman spektroskopisi (SERS) [5] kullanılarak çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Ancak amonyum perkloratı diğer enerjetik maddelerin yanında tayin eden nanoparçacık temelli bir sensör bulunmamaktadır.

Bu çalışmada iyonik likit (IL) ile modifiye edilmiş altın nanopartikül (AuNPs) esaslı kolorimetrik sensör (IL@AuNPs) geliştirildi. Geliştirilen sensör ile sulu ortamda amonyum perkloratın spektrofotometrik tayini yapıldı. Çalışmada artan amonyum perklorat konsantrasyonu ile hazırlanan sensör çözeltilerinin UV-Vis spektrumları kaydedildi.

MATERYAL VE METOT

Kullanılan Kimyasallar

Altın nanopartikül (AuNP) sentezi ve modifikasyonunda kullanılan altın (III) klorür (HAuCl_4) çözeltisi, sodyum bor hidrür (NaBH_4) ve iyonik likit (IL) Sigma-Aldrich markadır. Tampon çözeltinin hazırlanmasında kullanılan disodyum hidrojen fosfat dihidrat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ve sodyum dihidrojen fosfat dihidrat ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) Sigma-Aldrich markadır. Deneysel çalışmalar boyunca ultra saf su tercih edildi.

Kullanılan Cihazlar

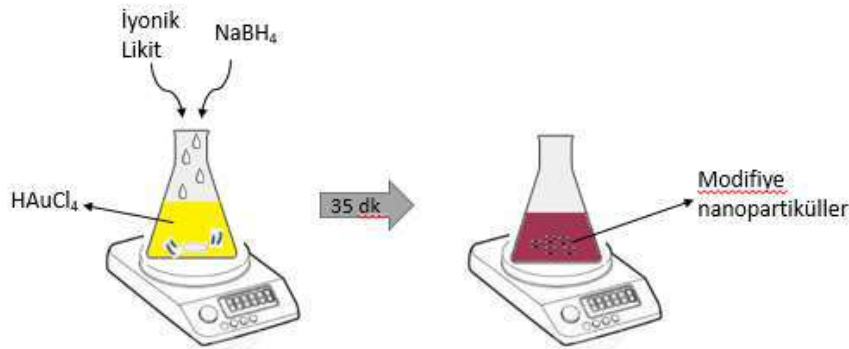
Bu çalışmada kullanılan cihazlar; kimyasal maddelerin tartılmasında Shimadzu AUX-320 marka hassas terazi, çözeltilerin hazırlanmasında Merck Millipore Direct-Q 8UV ultra saf su cihazı, çözeltilerin homojen olmasını sağlayan DAIHAN marka Wiseclean model ultrasonik banyo, altın nanopartiküllerin sentezi ve modifikasyonu aşamasında Wisc (WiseStir, MSH-20D) marka manyetik karıştırıcı ısıtıcı kullanıldı. Spektrumlar ve absorpsiyon ölçümleri Hellma kuartz küvetlerde Shimadzu UV-1800 spektrofotometre kullanılarak yapıldı.

Çözeltilerin Hazırlanması

Modifikasyonda kullanılan iyonik likit çözeltisi $10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ olacak şekilde ultrasaf su ile uygun bir stoktan seyreltilerek hazırlandı. Altın nanopartikül sentezinde indirgeyici ajan olarak kullanılan sodyum bor hidrür (NaBH_4) çözeltisi ultrasaf su ile günlük olarak hazırlandı. Amonyum perklorat (AP) çözeltileri ultrasaf su ile $10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ konsantrasyondaki taze stok çözeltisinden seyreltilerek hazırlandı ve $+4^\circ\text{C}$ 'de saklandı.

IL@AuNPs Sensörün Sentezi

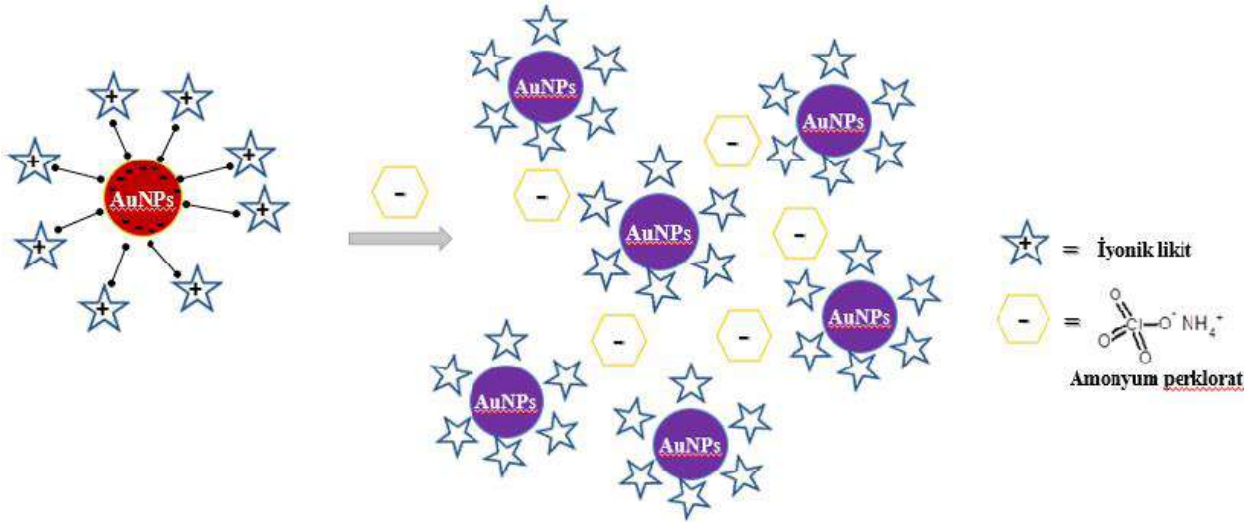
İyonik likit (0.012 mmol) varlığında sulu HAuCl_4 (0.012 mmol) çözeltisine NaBH_4 (0.054 mmol) çözeltisi damla damla ilave edildi. Bu aşamada soluk sarı renkli HAuCl_4 çözeltisinin rengi bordo-kırmızı renge döndü. Sentezlenen AuNP çözeltisinin absorbansı 531 nm 'de ölçüldü.



Şekil 1: IL@AuNPs sensörün sentezinin grafiksel gösterimi.

IL@AuNPs Sensörün Amonyum Perklorat Tayin Prosedürü

Geliştirilen IL@AuNPs sensörün amonyum perklorat tayini için viallere sensör çözeltisi (0,5 mL), tampon çözeltisi (0,5 mL) ve farklı konsantrasyonlardaki amonyum perklorat çözeltileri ilave edildi. İşlemin sonucunda artan amonyum perklorat konsantrasyonları ile vialde agregasyon gerçekleşmesi nedeniyle kırmızıdan maviye dönüşümü beklenen renk değişimleri incelendi ve bu çözeltilerin 400-800 nm dalga boyu aralığında UV-Vis spektrumları kaydedildi.



Şekil 2: IL@AuNPs'in amonyum perklorat ile aglomerizasyonu.

Optimizasyon Çalışmaları

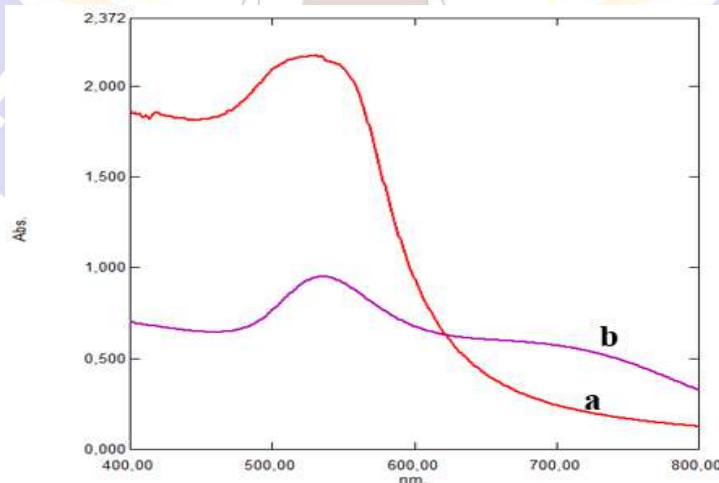
Optimizasyon çalışmaları kapsamında sensörün çalışma sistemine pH etkisi araştırıldı. Yapılan denemeler sonucunda sistemin daha sağlıklı çalışabilmesi için pH 6 fosfat tampon sisteminde çalışılmasına karar verildi.

BULGULAR

Modifiye Altın Nanopartikül Sensörünün Oluşturulması

Geliştirilen sensör kırmızı renkte olup 531 nm'de absorbans vermektedir (Şekil 3a). Farklı konsantrasyonlarda AP için analiz prosedürü uygulandığında çözeltiler mordan maviye kayan bir renk skalasında incelendi buna bağlı olarak absorpsiyon spektrumunda 600-800 nm aralığında yeni bir pik oluşumu gözlemlendi (Şekil 3b). Agregasyona bağlı olarak gözlemlenen bu piklerin maksimum absorbans değeri sabit bir dalga boyunda gözlemlenmesi mümkün olmadığından agregasyona bağlı plazmon rezonanstaki değişimi spektrofotometrik olarak temsilen 710 nm'deki absorbanslar esas alındı.

Referans çözeltisi dahil olmak üzere tüm okumalar suya karşı yapıldı. 710 nm'deki absorbans arttıkça 531 nm'deki absorbansta azalma gözlemlendi buna bağlı olarak bu pikler birbirine oranlanarak, referans çözeltisinin absorbansı örnek absorbanslarından çıkarılıp düzeltilmiş absorbans değerleri hesaplandı.



Şekil 3: İyonik likit ile modifiye edilmiş altın nanopartikül (a) ve amonyum perklorat varlığında modifiye altın nanopartikül spektrumları.

Modifiye Altın Nanopartikül Sensörünün Amonyum Perklorat'a Uygulanmasıyla Elde Edilen Sonuçlar

10^{-3} - $7,5 \times 10^{-5}$ mol L⁻¹ konsantrasyon aralığında ultra saf suda hazırlanmış amonyum perklorat çözeltileri için çalışma doğrusu oluşturmada kullanılan 710 ve 531 nm'deki absorbans değerleri ve gerçek absorbans değerleri ($A_{710nm/531nm}$ referans – $A_{710nm/531nm}$ örnek) hesaplandı. Elde edilen değerler ile amonyum perkloratın kantitatif analizi için kalibrasyon doğrusu oluşturuldu ve oluşturulan grafikte amonyum perkloratın 10^{-3} - $7,5 \times 10^{-5}$ mol L⁻¹ konsantrasyon aralığında iyi bir lineer doğru elde edildi (Şekil 5B).

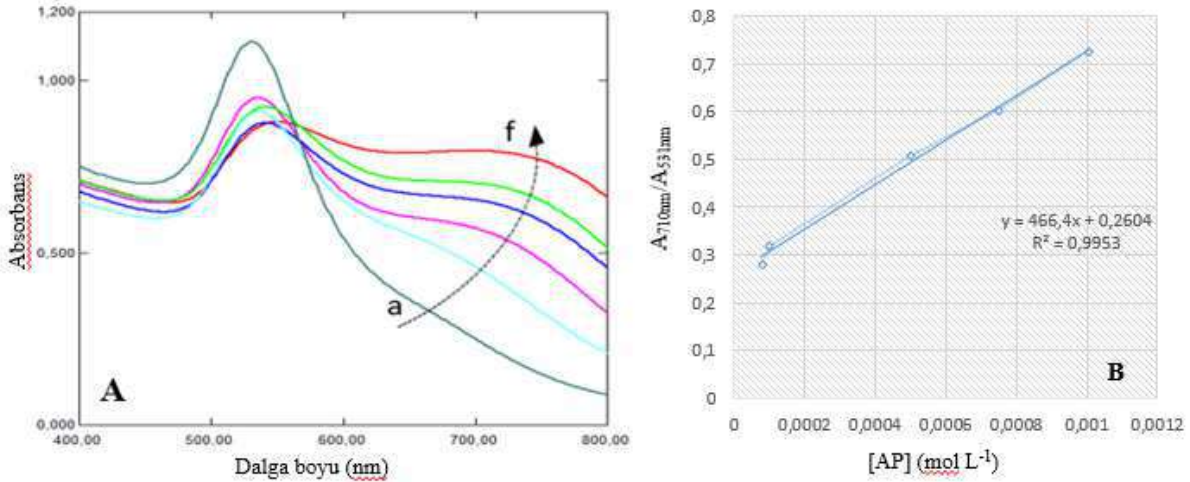
Doğru denklemi $A = 4,66 \times 10^2 C_{AP} + 2,6 \times 10^{-1}$ şeklindedir. ($r=0,9976$) (C_{AP} = mol L⁻¹ cinsinden amonyum perklorat derişimi)

Verilen doğru denklemine ilişkin son konsantrasyonlar $2,81 \times 10^{-5}$ – $3,75 \times 10^{-4}$ mol L⁻¹ aralığındadır.



Şekil 4: IL@AuNPs'nin amonyum perklorat varlığındaki çözeltilerinin gün ışığındaki görünümü.

Amonyum perklorat için elde edilen spektrumlar ve çalışma grafiği Şekil 5'te gösterilmektedir.



Şekil 5: Geliştirilen sensörün (a) referans, (b) $7,5 \times 10^{-5}$ M, (c) 1×10^{-4} M, (d) 5×10^{-4} M, (e) $7,5 \times 10^{-4}$ M, (f) 1×10^{-3} M konsantrasyondaki amonyum perklorat çözeltilerine uygulanmasıyla elde edilen UV-Vis. spektrumları (A), Oluşturulan kalibrasyon eğrisi (B).

TARTIŞMA VE SONUÇ

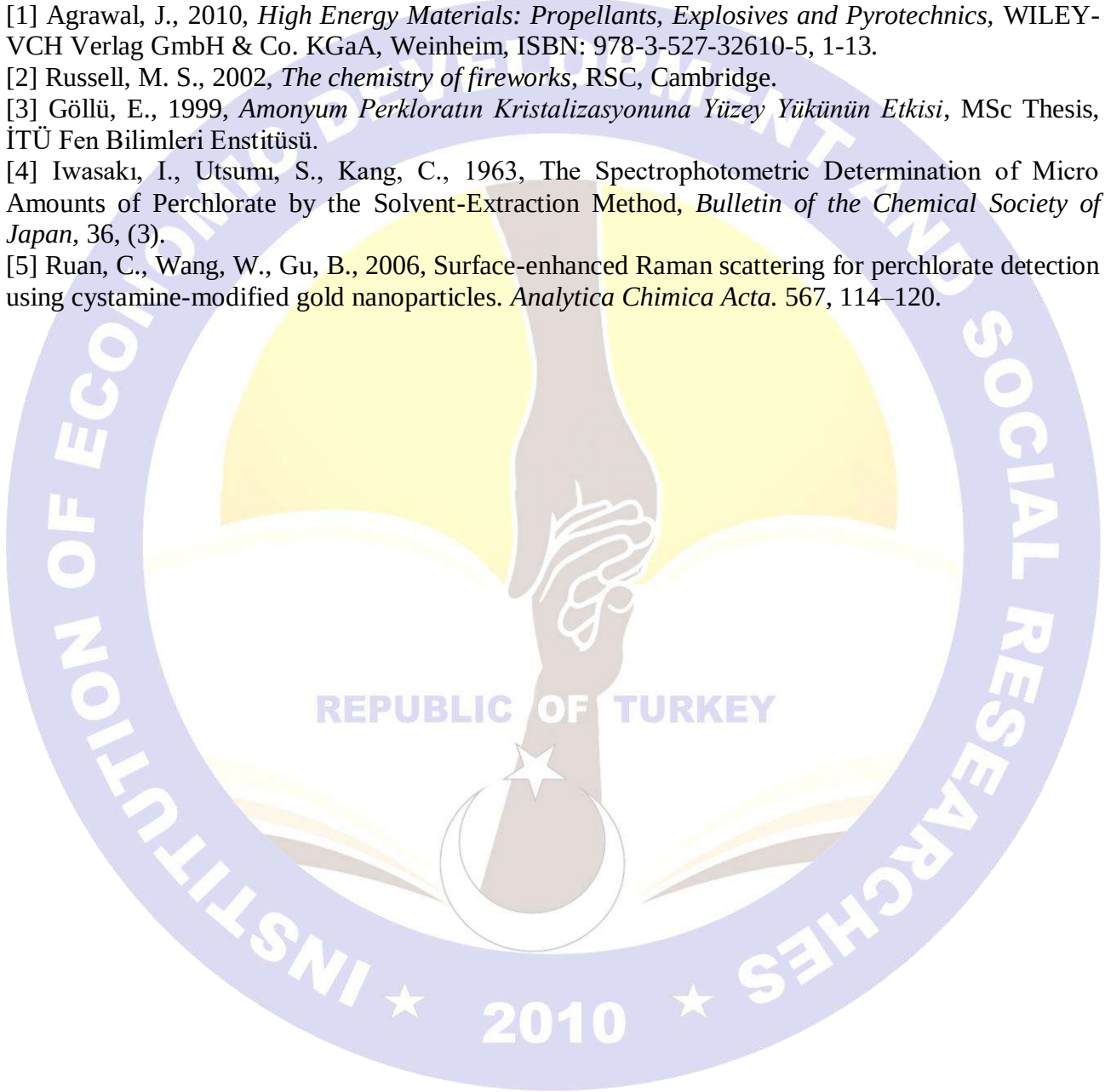
Son yıllarda terörist hareketlerin dünya çapında yaygınlaşması ve önceden askeri alan olarak kullanılmış ve kirletilmiş bölgelerin ıslahı gibi olaylar nedeni ile enerjetik malzemelerin tayin metodlarının geliştirilmesi çalışmalarında ciddi bir artış meydana gelmiştir. Enerjetik malzemelerin kompleks matrislerde hassas ve seçici tayin edilmesi son derece önemlidir. Bu tez çalışmasında itici enerjetik materyal amonyum perklorat tayini için kolorimetrik bir sensör geliştirilmiştir ve geliştirilen sensör tüm perklorat tuzları için kullanılabilir niteliktedir. Sensörler, genelde bir sıvı çözelti veya gaz (buhar) fazındaki analitleri katı bir yüzey üzerinde algılayan sistemlerdir. Sensör analiti algıladığında fiziko-kimyasal veya spektroskopik özelliklerinde bir değişiklik olur. Yani mekanik (kütle, basınç vb.), termal, elektriksel (gerilim, akım, polarizasyon vb.), manyetik, optik (ışık soğurma veya yayılma) özellikleri analitin cinsine göre değişir.

Bu çalışma kapsamında tasarlanan kolorimetrik sensörün temel materyalini oluşturmak üzere kararlı nanoparçacık üretimi için altın nanoparçacıklar sodyum bor hidrür ile sentezlenmiş ve iyonik likit ile modifiye edilmiştir. Çalışmada kullanılan pozitif yüklü iyonik likitin negatif yüklü altın

nanoparçacık yüzeyine elektrostatik etkileşimle bağlandığı ve AuNP'ler üzerinde adsorplanmış iyonik likit katyonu ile perklorat anyonu arasında bir iyon çifti oluştuğu düşünülmektedir; bu çiftin oluşumu AuNP'lerin yüzey yükünü azalttığından kısmi aglomerizasyon gerçekleşmekte ve SPR (yüzey plazmon rezonans) absorpsiyon bandı maksimum dalgaboyu kırmızıya kaymaktadır. Bu bilgidен hareketle oluşturulan AuNP temelli sensör amonyum perklorat sulu çözeltisine direkt uygulanarak uygun sensör hacmi ve amonyum perklorat tayin aralığı tespit edilmiştir. Uygulama sonrası amonyum perklorat tayin aralığı $2,81 \times 10^{-5} - 3,75 \times 10^{-4}$ mol L⁻¹ olarak belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Agrawal, J., 2010, *High Energy Materials: Propellants, Explosives and Pyrotechnics*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, ISBN: 978-3-527-32610-5, 1-13.
- [2] Russell, M. S., 2002, *The chemistry of fireworks*, RSC, Cambridge.
- [3] Göllü, E., 1999, *Amonyum Perkloratın Kristalizasyonuna Yüzey Yükünün Etkisi*, MSc Thesis, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [4] Iwasaki, I., Utsumi, S., Kang, C., 1963, The Spectrophotometric Determination of Micro Amounts of Perchlorate by the Solvent-Extraction Method, *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, 36, (3).
- [5] Ruan, C., Wang, W., Gu, B., 2006, Surface-enhanced Raman scattering for perchlorate detection using cystamine-modified gold nanoparticles. *Analytica Chimica Acta*. 567, 114–120.



KİMYA ÖĞRETMEN ADAYLARININ “ÇÖKELME KAVRAMINI” ALGILAMALARINA DENEYİMLERİN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF THE EFFECT OF EXPERIENCES ON PROSPECTIVE CHEMISTRY STUDENTS' PERCEPTION OF THE CONCEPT OF “PRECIPITATION”

Canan NAKİBOĞLU

Prof. Dr. Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi

Nuri NAKİBOĞLU

Prof. Dr. Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi

Özet

Bu çalışmada kimya öğretmen adaylarının çökeltme kavramını algılamalarına geçmiş gözlem ve deneyimlerinin etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın örneklemini bir eğitim fakültesinin Analitik Kimya Laboratuvarı II dersini farklı dönemlerde devam eden 33 kadın, 20 erkek olmak üzere toplam 53 öğrenci oluşturmaktadır. Verilerin analizinde fenomenografik yaklaşım kullanılmıştır. Çalışma sonunda öğrencilerin çökeltme kavramı ile ilgili tanımlamalarının deneyimlerinin etkisi ile farklılaştığı sonucuna ulaşılmıştır. Deneyimlere bağlı olarak tanımlamaları 4 farklı kategoride toplansa da bunlardan 2 tanesi anlamlı olabilecek düzeydedir. İlk kategori “İki maddenin reaksiyonu” ikinci kategori de “çözünmeyen katı” şeklinde adlandırılmıştır. İlk kategori çökeltmenin iki farklı tuz çözeltisinin karıştırılması sonucunda meydana gelmesi ile ilgili, diğer kategorinin ise bir çözeltide çözünmeden kalan katı ile ilgili olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çökeltme, Kimya öğretmen adayları, Fenomenografi

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the effect of previous observations and experiences on prospective chemistry teachers' perception of precipitation concept. The sample of the study consists of a total of 53 students (33 female, 20 male) attending the Analytical Chemistry Laboratory II course of a faculty of education. Phenomenographic approach was used to analyse the data. At the end of the study, it was concluded that the definitions of the students about the concept of precipitation were differentiated by the effect of their experiences. Although their definitions are divided into 4 different categories depending on their experiences, 2 of them are meaningful. The first category is called “reaction of two substances” and the second category is called “insoluble solid”. The first category was related to precipitation occurring by mixing two different salt solutions while the other one was related to the solid which remained undissolved in a solution.

Keywords: Precipitation, Prospective chemistry teachers, Phenomenography

1. GİRİŞ

Kimya eğitimi alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde her seviyedeki öğrenci gurubunun kimya kavram ve olaylarını anlamada sorunlar yaşadığı görülür. Bu sorunların nedenleri araştırıldığında, kimya kavramlarının birçoğunun soyut olması ve kimyanın üçlü gösteriminin (makro-mikroaltı ve sembolik) kimya öğretimi ve öğreniminde güçlüklerin temel kaynağını oluşturduğu anlaşılr. Bunun yanı sıra kullanılan öğretim yöntemi, öğretim programlarında konu sıralamalarının uygun şekilde yapılamaması ve öğrenciden kaynaklanan sorunlar da söz konusudur. Öğrenci kaynaklı öğrenmeye olumsuz etkilerin önemli kısmı öğrencinin ön-bilgileri ve yanlış kavramaları gibi bilişsel nedenlere dayanırken, öğrencinin derse veya konuya olan tutumu ve algıları da öğrenme üzerinde etkili

olmaktadır. Bireyler, yaşamlarını sürdürdükleri dünyayı deneyimlerine bağlı olarak birbirinden çok farklı şekilde algılayabilirler. Bu algı farklılığının nedeni, ilgi alanları, karşılaştıkları durumlar, eğitimlerindeki farklılık ve zihinsel kapasiteleri ile ilgili olabilir.

Çökeltme-çözünme dengeleri çözelti kimyasının önemli konularındandır. Bu konunun doğru olarak öğrenilmesi çözünürlük hesaplamaları ve çökeltme titrasyonlarının doğru bir şekilde anlaşılmasına katkı sağlar. Çökeltme-çözünme dengeleri, çözünürlük hesaplamaları ve çökeltme titrasyonlarının tam olarak anlaşılması, öncelikle çökeltme olayının doğru anlaşılmasını gerektirir. Çökeltme kavramı, iki farklı tuz çözeltisinin karıştırılması sonucunda çözeltide katı bir fazın oluşmasını ifade eder. Çökeltme makroskopik boyutta gözlemlenen bir süreç olmasının yanı sıra olayın açıklamaları mikroskopik altı boyutta yapılır ve tanecikler arasındaki etkileşimlere dayanır. Öğrencilerin bu iki boyutu sembolik boyutu da kullanarak doğru bir şekilde ilişkilendirmesini gerektirir. Diğer taraftan daha önce yürüttüğümüz bir çalışma (Nakiboğlu ve Nakiboğlu, 2019), öğrencilerin çökeltme kavramını deneyimlerine bağlı olarak farklı şekilde tanımlayabildiklerini göstermiştir. Özellikle öğrencilerin iki tuz çözeltisinin reaksiyonu sonucunda oluşan çökeltme olayı ile aşırı doygun çözelti oluşumu sonucunda çözünen maddenin çözeltiden kristallenerek dipte toplanması olayı şeklinde düşünebildiklerini göstermiştir. Her ne kadar kristallenme (aşırı doygun çözelti) ile ilgili tanımlamaları ile ilgili betimlemeleri kimya bilgisi açısından yanlış olmasa da, konunun amacından farklı bir yöne kayması nedeniyle, çökeltme-çözünme dengelerine yönelik laboratuvar çalışmalarından önce öğrencilerin tanımlamalarının belirlenmesi ve doğru şekilde düşünmelerinin sağlanması önemlidir.

Diğer taraftan çökeltme-çözünme tepkimeleri Ortaöğretim 11. Sınıfın konularından biri olup kimya öğretmen adaylarının bu konuya hâkim olmaları son derece önemlidir. Bu düşünceden hareketle bu çalışmada kimya öğretmen adaylarının çökeltme kavramını algılamada önceki gözlem ve deneyimlerinin etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu amaca bağlı olarak araştırma problemleri:

1. 2. sınıf kimya öğretmen adaylarının çökeltme titrasyonları deneylerini yürütürken çözünmeye yönelik betimleme kategorileri nelerdir?
2. Her bir kategorinin sonuç alanı nasıldır?
2. **YÖNTEM**

Nitel bir araştırma olarak planlanan araştırmanın verileri V-diyagramı kullanılarak Çökeltme titrasyonları ile ilgili deneylerin yürütülmesi sırasında toplanmıştır. Bu çalışmada verilerin çok geniş olması nedeniyle sadece deney öncesinde öğrencilere sorulan “çökeltme” kavramının tanımının öğrenciler tarafından nasıl algılandığına odaklanılmıştır.

2.1 Örneklem

Bir eğitim fakültesinin Analitik Kimya Laboratuvarı II (Nicel Analiz) dersine farklı dönemlerde devam eden 33 kadın, 20 erkek olmak üzere toplam 53 öğrenci oluşturmaktadır. Veriler 3 farklı dönemde toplanmış olup her dönemdeki örneklem büyüklüğü şöyledir:

1. grup (2016-2017) (N=23)
2. grup (2017-2018) (N=18)
3. grup (2018-2019) (N=12)

Bütün dersler aynı öğretim üyesi tarafından yürütülmüştür. Çalışma grubunun belirlenmesinde seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Uygun örnekleme yöntemi var olan sınırlılıklar nedeniyle örneklemin kolay ulaşılabilir ve uygulama yapılabilir birimlerden seçilmesidir. (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2009).

2.2 Veri Analizi

Çökeltme kavramının analizinde fenomenografik yaklaşım kullanılmıştır. Marton (1981), fenomenografik araştırma yaklaşımını “insanların bir fenomeni anlama, anlamlandırma, kavrama, haberdarlık veya deneyimleme yollarındaki çeşitliliğin ortaya çıkartılması” olarak tanımlar. Bireylerin bir fenomenle ilgili tanımlamaları doğru veya yanlış olarak değerlendirilmez. Bu yöntem eğitim araştırmalarında farklı bireylerin aynı kavramdan neleri anladıklarını veya algıladıklarını ortaya koymak için kullanılan bir yöntemdir

Bu yöntem, zaman içinde yapılan eğitim araştırmalarında bazı öğrencilerin neden diğerlerinden daha iyi öğrendiklerini anlamakta kullanılan bir yöntem olarak değişmiş ve gelişmiştir. Bu analizde, bireylerin araştırılacak olan fenomenle ilgili olarak ortaya attıkları tanımlar kategorilere ayrılır. Böylece, çeşitli fenomenlerin farklı yollardan nasıl anlaşıldığı nitel olarak açıklanır ve bunun sonucunda ortaya çıkan kategorilere göre farklı kavrayışlar sistematik olarak ayrılır (Ashworth & Lucas, 1998).

Araştırma sonunda elde edilen veriler önce kodlanmış, daha sonra kategoriler oluşturulmuş ve elde edilen sonuçlar aşamalı olarak birlikte değerlendirilmiştir. Daha önce yürütülen çalışmalarımızın bulgularından, fenomenografinin, çalışma grubunun çökme kavramına yönelik algılarına ilişkin kategorilerin türünü oluşturmak için çok etkili olacağına karar verilmiştir. Öğrencilerin çökelmeyi betimleme yollarındaki çeşitliliği ortaya koyan açıklamalar önce frekanslarıyla birlikte tablo haline getirilmiş ve daha sonra sonuç alanı çizimleri oluşturulmuştur.

3. BULGULAR

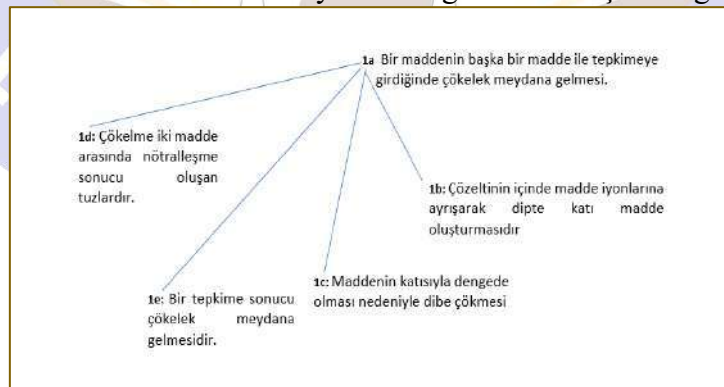
Öğrencilere «çökme nedir?» şeklinde yöneltilen sorunun analizi sonucu belirlenen betimleme kategorileri Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

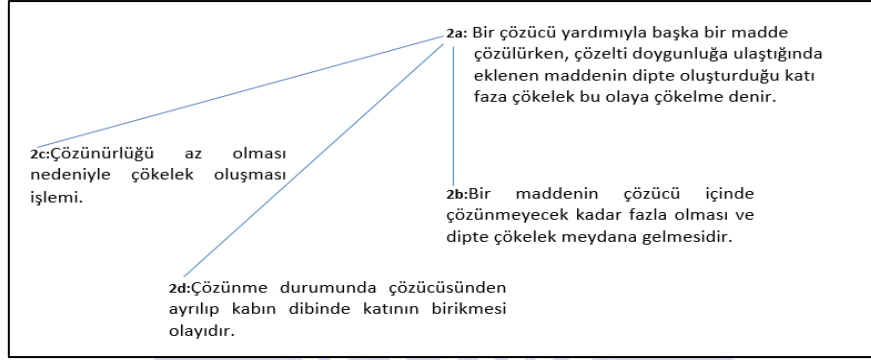
Tablo 3.1: Çökmenin algılanmasına ilişkin betimleme kategorilerin dağılımı

Betimleme Kategorileri	1. Grup (N=23)	2. Grup (N=18)	3. Grup (N=12)	Toplam (N=53)
İki maddenin reaksiyonu	10 (%43.5)	8 (%44.4)	5 (%41.7)	23 (%43.4)
Çözünmeyen katı	7 (%30.4)	10 (% 55.6)	5 (%41.7)	22 (% 41.5)
Kalıntı	1	-	-	1
Dibe çökme	-	1	1	2
Anlamsız/sorunlu ifadeler	5	-	-	5
Boş	-	-	1	1
Toplam	23	18	12	53

Tablo 3.1’den görüldüğü gibi çalışma sonunda 4 betimleme kategorisi belirlense de 2 kategorinin anlamlı olduğu görülür. Bu iki kategoriye ait sonuç alanı gösterimleri Şekil 3.1 ve Şekil 3.2’de gösterilmiştir.

Şekil 3.1: İki maddenin reaksiyonu kategorisinin sonuç alanı gösterimi



Şekil 3.2: Çözünmeyen katı kategorinin sonuç alanı gösterimi

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma sonunda, kimya öğretmen adaylarının çökeltme kavramına yönelik algılarının iki anlamlı betimleme kategorisinde toplandığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu kategoriler “iki maddenin reaksiyonu” (%43.4) ve “çözünmeyen katı” (% 41.5) olup gruplar karşılaştırıldığında dağılımlarının yakın olduğu görülmüştür. Bu durum deneyimlerinin benzer olması ile ilişkilendirilebilir. Öğretmen adaylarının betimlemelerinde «Çökeltme kavramını, iki farklı tuz çözeltisinin karıştırılması sonucunda çözeltide katı bir fazın oluşması» şeklinde bir tanımlamaya rastlanmamıştır.

Öğretmen adaylarının betimlemelerinin tamamının makroskopik boyutta olduğu belirlenmiştir. Yani hepsi olayın gözlenebilen çökelek oluşuma yönelik açıklamalar yaparken hiçbir öğrenci çökeltmeyi mikroskopik altı boyutta ve sembol kullanarak betimlememiştir.

Çalışma sonunda elde edilen bulgular öğrencilerin deneyimlerinin etkisi ile bir kavramı farklı şekilde algılayabileceklerini göstermesi nedeniyle, çökeltme-çözünme dengelerinin öğretiminin öncesi, öğrencilerin bu kavramı nasıl algıladıkları mutlaka gözden geçirilmelidir.

5. KAYNAKÇA

- Asworth, P., & Lucas, U. (1998). What is ‘world’ of phenomenography? *Scandinavian Journal of Educational Research*, 42(4), 415-431.
- Büyükoztürk, Ş., Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2009). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri* (21. Baskı). Pegem Akademi: Ankara
- Marton F. (1981). Phenomenography – describing conceptions of the world around us, *Instructional Science*, 10, 177-200.
- Nakiboğlu, C., & Nakiboğlu, N. (2019). Exploring prospective chemistry teachers’ perceptions of precipitation, conception of precipitation reactions and visualization of the sub-microscopic level of precipitation reactions. *Chemistry Education Research and Practice*. DOI: 10.1039/c9rp00109c.

TEDARİKÇİ SEÇİMİ KRİTERLERİNİN DEMATEL YÖNTEMİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ: YAPI KİMYASALLARI SEKTÖRÜNDE ÖRNEK UYGULAMA

EVALUATION OF SUPPLIER SELECTION CRITERIAS BY DEMATEL METHOD: APPLICATION IN CONSTRUCTION CHEMICALS INDUSTRY

Ege CİHANGİR

Ege Üniversitesi Üretim Yönetimi ve Sayısal Yöntemler Yüksek Lisans

Özet

Artan rekabet koşulları ve globalleşmeyle işletmeler, karlılığını ve verimliliğini maksimize etmek amacıyla doğru adımları atmak zorundadır. Operasyonları doğrultusunda çeşitli karar aşamalarında bulunan işletmelerin, en doğru seçimi gerçekleştirmeleri beklenmektedir. Tedarikçi seçimi de işletmelerin sıkça karşılaştığı karar verme problemlerinden biridir. Tedarikçi seçimi, tedarik zincirindeki satın alma bölümünün en kritik faaliyetlerinden biridir ve tedarikçiler bu süreç sonunda gözden geçirilir, değerlendirilir ve işletmeyle işbirliğine girmesi için seçilir. İşletmelerin amaçlarından biri en uygun maliyetli ve kaliteli tedarikçiyi belirleyip faaliyetlerini yürütmektir. En iyi tedarikçiyi tanımlamanın yolunu bulmadaki zorluklar nedeniyle, işletmeler bununla başa çıkmak için çeşitli yöntemler kullanmaktadır. Uygun tedarikçinin seçimi, birçok kriteri içerdiği için literatürde sıkça çalışılmıştır. Tedarikçi seçimi, hem niteliksel hem de niceliksel özelliklerin dikkate alınmasını içeren Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemidir. Bu çalışma, tedarikçi seçimini etkileyen faktörleri analiz etmek ve belirlemek için DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) yöntemini önermektedir.

Bu çalışmada, ÇKKV yöntemlerinden biri olan DEMATEL yöntemiyle İzmir şehrinde yer alan ve Yapı Kimyasalları sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede, tedarikçi seçimi kriterleri değerlendirilmiştir. Satın alma bölümünün uzman görüşüyle beraber oluşturulan model, sektörde yer alan bir işletmenin tedarikçi seçimini belirlerken dikkate aldığı kriterleri analiz etmektedir. Modelde; fiyat, ürün kalitesi, ödeme koşulları, teslimat, ulaşılabilirlik, lokasyon, güvenilirlik, firma imajı, hizmet kalitesi, süreklilik olmak üzere 10 farklı kriter yer almaktadır. Tedarikçi seçim problemlerinde hangi kriterlerin daha fazla ağırlığa sahip olduğunu tespit etmek bu çalışmanın ana amacını oluşturmaktadır. Uygulamanın sonunda her kritere dair ağırlıklandırmalar hesaplanmıştır. Kriterlerin birbirlerine göre önem seviyesini değerlendirerek etkileyen ve etkilenen şeklinde ayrılmıştır. İşletmenin tedarikçi seçiminde hangi performans kriterlerine odaklanması gerektiği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: DEMATEL, Tedarikçi seçimi, ÇKKV

1. GİRİŞ

İşletmelerin operasyonel faaliyetlerini gerçekleştirmek adına iç ve dış tüm paydaşlarıyla entegrasyon oluşturmaya çalıştıkları görülmektedir. Bugün değişen müşteri talepleri ve artan rekabet, işletmelerin bu entegrasyonu doğru belirlemesinin ve etkin bir şekilde yönetmesinin önemini göstermektedir. Bu anlayış, işletmelerin girdi ve çıktıları ile koordinasyonunu, yani satın alma sürecinden müşteri memnuniyetine dek etkin bir çalışma ihtiyacı doğurmuştur (Erdal, 2014). Globalleşme ve çeşitliliğin işletme dünyasında yarattığı etkiyle beraber işletmeler kalite, maliyet ve performans üçlüsünü barındıran rekabet stratejileri geliştirmektedirler (Koçoğlu ve Avcı, 2014). Bu stratejilerin başında da Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) yer almaktadır. TZY'nin çoğu işletmenin ayrılmaz bir parçası olduğu ve iyi bir TZY'nin işletmenin başarısı ve müşteri memnuniyeti için önem arz ettiği bilinmektedir. İşletmeler, etkili ve verimli TZY uygulamalarından büyük miktarda

doğrudan ve dolaylı kar elde edilebileceğini fark etmişler ve bu konudaki çalışmalarını artırmışlardır (Chang vd., 2011).

Günümüzde TZY, tedarikçilerle uzun vadeli işbirliğini sürdürmeyi ve daha az sayıda ancak güvenilir tedarikçileri kullanmayı amaçlamaktadır. Bu nedenle tedarikçi seçiminde ve tedarikçi yönetiminde değerlendirme, tedarikçilerin firma başarısında oynadığı artan kritik rol nedeniyle önemlidir (Hsu vd., 2013). Tedarikçinin iyi seçilmesi, tedarik maliyetini en aza indirebilir, tedarikin kalitesini ve güvenilirliğini artırabilir ve böylece tedarik zinciri riskini en aza indirerek şirketin kar marjını artırabilir (Liu vd., 2018). Kısacası, doğru tedarikçilerin seçilmesi satın alma maliyetini önemli ölçüde azaltır ve kurumsal rekabeti artırır, bu yüzden birçok uzman tedarikçi seçiminin satın alma departmanının en önemli faaliyeti olduğuna inanmaktadır (Saen, 2007).

Bir karar verenin şirketi için en iyi tedarikçiyi veya tedarikçiyi seçmek için somut ve maddi olmayan kriterler üzerinden işlem yapması gerekir. Bu süreçte Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Liu vd., 2018). Analitik Hiyerarşi Prosesi (Dweiri vd., 2016; Hosseini ve Al Khaled, 2019), PROMETHEE (Krishankumar vd., 2017; Abdullah vd., 2019), TOPSIS (Memari vd., 2019; Bai ve Sarkis, 2018), ELECTRE (Fahmi vd., 2016), VIKOR (Wu vd., 2016; Zhao vd., 2017) tedarikçi seçiminin gerçekleştirildiği ÇKKV yöntemlerine örnek olarak verilebilir.

Bu çalışmada ise İzmir’de faaliyet gösteren ve Yapı Kimyasalları sektöründe yer alan bir işletmede tedarikçi seçimi için DEMATEL (DEcision-MAking Trial and Evaluation Laboratory) yöntemi önerilmiştir. İşletmenin satın alma profesyonellerinin ortaya koyduğu tedarikçi değerlendirme kriterleri üzerinde yapılan çalışmada hangi kriterlerin tedarikçi seçiminde önem arz ettiği bulunmuştur. Ayrıca kriterlerin ağırlıklandırılmaları hesaplanmış ve daha sonra yapılması muhtemel tedarikçi seçimi uygulamaları için yardımcı olması planlanmıştır. DEMATEL yöntemi, kriterler arası ilişkilerin belirlenmesinde, etkileyen ve etkilenen kriterlerin ortaya konmasında ve bununla birlikte ilişki ağının tespit edilmesinde kullanılan bir yöntemdir ve tedarikçi seçiminde de sıkça kullanılmaktadır (Chang vd., 2011; Hsu vd., 2013; Abdel-Basset vd., 2018; Liu vd., 2018; Gharakhani, 2012; Mirmousa ve Dehnavi, 2016).

2. TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Büyük bir rekabetin yaşandığı günümüzün iş dünyasında, artık işletmelerin birbirleriyle olan rekabetlerinin sadece kendi performansları arasında yaşanmadığı ve bu rekabetin tedarik zincirleri arasında yaşandığı bir gerçektir. Bir tedarik zinciri içerisinde yer alan tüm birimlerin o işletmenin başarısına olan etkisi büyüktür. Tedarikçi seçimi de bu birimler içerisinde kritik öneme sahip bir firma seçimi ve değerlendirmesi sürecidir (Görenler, 2009).

Tedarikçi seçim sürecinin genel amacı, satın alma riskini azaltmak, alıcı için toplam değeri en üst seviyeye çıkarmak ve alıcılar ve tedarikçiler arasındaki yakınlığı ve uzun vadeli ilişkileri kurmaktır (Chen vd., 2006).

Tedarikçi seçimi, tedarik zinciri performansına büyük ölçüde katkıda bulunan temel bir konudur. Özellikle, satış gelirlerinin büyük bir kısmını parça ve malzeme tedarikine harcayan ve malzeme maliyetlerinin toplam maliyet içerisinde büyük bir bölümünü temsil eden işletmeler için, tedariklerden elde edilen tasarrufların önemi büyüktür. Bu nedenle, özellikle tedarikçi seçimiyle ilgili olarak, satın alma kararlarında daha sistematik ve şeffaf bir yaklaşım ortaya konmaktadır (Sanayei vd., 2010).

Tedarikçi seçimi probleminin çözümü için literatürde ÇKKV modeller, matematiksel modeller, istatistiksel metotlar ve yapay zeka bazlı metotlar önerilmiştir (Görenler, 2009; Özdemir, 2010; Küçük ve Ecer, 2008).

Literatürde ÇKKV yöntemleriyle çözülen tedarikçi seçim problemine, Shyur ve Shih’in (2006) Analitik Ağ Süreci ile TOPSIS yöntemlerini hibrid bir şekilde sunduğu çalışma örnek verilebilir. Ayrıca Deng ve Chan’in (2011) bulanık kümelerden faydalandığı ve TOPSIS yöntemini kullanarak tedarik seçimini gerçekleştirdiği çalışma da incelenebilir. Bununla birlikte Shemshadi vd.’nin (2011) çalışmalarında kullandıkları VIKOR yöntemiyle de tedarikçi seçimi problemi için ÇKKV yöntemlerinin uygulandığı görülmüştür. Matematiksel modeller incelendiğinde ise, tedarikçi seçimi için Amin vd. (2011) bulanık kümeli doğrusal programlama önermişlerdir. Kumar vd., (2004) ise

hedef programlama yardımıyla tedarikçi seçimi gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca Stadtler (2007) çalışmasında karma tamsayılı programlama modeliyle tedarikçi seçimi problemini çözmüştür. Literatürde istatistiksel metotların da kullanıldığı çeşitli tedarikçi seçimi çalışmaları yer almaktadır. Ni vd. (2007) çalışmalarında kalite işlev yayılımı ve veri madenciliği yardımıyla tedarikçi seçimi problemi için bir model ortaya koymuşlardır. Wu (2009) tedarikçi seçimi için Dempster-Shafer teorisini kullanmıştır. Ayrıca Lam vd., (2010) çalışmalarında bulanık temel bileşen analiziyle tedarikçi seçim problemi için bir model önermişlerdir. Yapay zeka bazlı metotlar incelendiğinde ise; Che (2010) çalışmasında genetik algoritma ile çok dönemli tedarikçi seçim problemini çözmüştür. Vokurka vd. (1996) potansiyel tedarikçilerin değerlendirilmesi ve seçimi için bir prototip uzman sistem önermişlerdir. Bununla birlikte, Kuo vd. (2010) çalışmalarında, yapay sinir ağı ve iki çok amaçlı karar analizi yöntemini birleştiren bir tedarikçi seçim modeli geliştirmeyi amaçlamışlardır.

Bu çalışmada ÇKKV yöntemlerinden biri olan DEMATEL yöntemi kullanılmıştır.

3. DEMATEL

Tedarikçi seçimi için önerilen modellerin, karşılaştığı birtakım zorluklar bulunmaktadır (Liu vd. 2018; Sun vd., 2016).

- Uygun bir ağırlığın belirlenmesi karar sürecinde çok önemli bir adımdır. Bununla birlikte, hem nesnel hem de öznel ağırlığın sınırlamaları vardır. Sübjektif ağırlık, uzman deneyimlerinden ve önyargılardan çok fazla etkilenir. Aksine, nesnel ağırlık karar vericinin bilgisini ve fiili durumunu ihmal eder.
- Farklı kriterlerin diğer kriterlerle farklı ilişkileri vardır. Belirginliği yüksek olan kriter, kapsamlı ağırlığı hesaplama sürecinde daha önemli bir rol oynamalıdır.
- Literatürde yer alan birçok çalışma sistematik değildir ve çoğu zaman tedarikçi seçiminin bir yönüne odaklanmaktadır. Bu nedenle, uzmanın öznelliği, girdi verilerindeki belirsizlikler gibi birçok etkili yöntem iyileştirilmeli ve birleştirilmelidir.

Mevcut yöntemlerin bu eksikliklerinin üstesinden gelmek için geliştirilen çeşitli teknikler bulunmaktadır. Bu tekniklerden biri de DEMATEL'dir.

DEMATEL, karmaşık faktörler arasındaki nedensel ilişkileri içeren yapısal bir model oluşturmak ve kapsamlı analiz etmek için kullanılan bir yöntemdir. Bir problemi ölçerken kriterlerin sebep-sonuç ilişkisini açıkça tanımlayabilir (Koçak ve Diyadin 2018; Keskin, 2015). 1972 ve 1976 yılları arasında Cenevre'deki Battelle Memorial Enstitüsü'nün Bilim ve İnsan İşleri Programı tarafından geliştirilen DEMATEL, bir grup karmaşık ve iç içe sorunları araştırmak ve çözmek için kullanılmıştır (Hsu vd., 2013; Aksakal ve Dağdeviren, 2010). DEMATEL ile kriterlerin ağırlıkları hesaplanıp önem seviyesine göre sıralanması mümkün olmaktadır (Karaoğlu, 2016).

Dematel yönteminin adımları şu şekildedir (Çakın ve Özdemir, 2015; Uçal Sarı vd., 2017):

Adım 1: Direkt ilişki matrisi (T), kriterlerin arasındaki ilişkilerin beş farklı ölçekte puanlanmasıyla oluşturulmaktadır. Tablo 1'de verilen ölçek ile kriterler arası etkileşim matrisi hesaplanır.

0	Etkileşim yok
1	Çok düşük etkileşim
2	Düşük etkileşim
3	Yüksek etkileşim
4	Çok yüksek etkileşim

Tablo 1. Karşılaştırma ölçeği

$$T = [t_{ij}]_{n \times n} \quad (1)$$

Adım 2: Direkt ilişki matrisi (T) normalize edilir. İşlemden önce “k” katsayısının hesaplanması gereklidir. Her bir satırın ve sütunun elemanlarının toplamaları arasında en büyük olan değer tersi “k” katsayısını vermektedir.

$$k = \frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (2)$$

Ardından elde edilen “k” katsayısı direkt ilişki matrisiyle (T) çarpılır ve M matrisi bulunur.

$$M = k \times T \quad (3)$$

Adım 3: Toplam ilişki matrisi (S) oluşturulur. Normalize edilmiş ilişki matrisi (M) ile I birim matrisinden normalize edilmiş ilişki matrisinin (M) çıkarılmış halinin tersi çarpılarak elde edilir.

$$S = M(I - M)^{-1} \quad (4)$$

Adım 4: Etkileyen ve etkilenen kriterlerin hesaplanması için “D” ve “R” vektörleri hesaplanır. Satır toplamaları için “D” vektörü, sütun toplamaları için “R” vektörü kullanılır.

$$D = \left[\sum_{i=1}^n t_{ij} \right]_{i \times n} = [t_j]_{n \times 1} \quad (5)$$

$$R = \left[\sum_{j=1}^n t_{ij} \right]_{i \times n} = [t_j]_{1 \times n} \quad (6)$$

Oluşturulacak diyagramda D+R ve D-R vektörleri gösterilmektedir. D+R yatay ekseninde gösterilir ve bu değerler “önem” olarak adlandırılırken, D-R dikey ekseninde gösterilir ve bu değerler “ilişki” olarak adlandırılır.

Bu aşamada kriterler arası ilişkilerin yönünü ve gücünün belirlemek adına bir eşik değere ihtiyaç bulunmaktadır (Koçak ve Diyadin, 2018). Bu çalışmada toplam ilişki matrisinin değerlerinin ortalaması olan değer eşik değeri olarak alınmıştır.

Adım 5: Son olarak kriterlerin önem ağırlıkları hesaplanır. Hesaplama için aşağıdaki denklem kullanılır.

$$W_i = [(D_i + R_i)^2 + (D_i - R_i)^2]^{1/2} \quad (7)$$

4. UYGULAMA

Bu çalışmada, İzmir’de faaliyetlerini yürüten ve yapı kimyasalları sektöründe yer alan bir işletmenin tedarikçi seçim problemi üzerinde çalışılmıştır. İlk olarak, kriterler belirlenmiştir. Bunun için işletmenin satın alma departmanı uzmanıyla görüşülmüştür. Satın alma uzmanının belirlediği 10 kriter tablo 2’de gösterildiği üzere; fiyat, ürün kalitesi, ödeme koşulları, teslimat, ulaşılabilirlik, lokasyon, güvenilirlik, firma imajı, hizmet kalitesi, süreklilik olarak belirlenmiştir. Tedarikçi seçim problemlerinde hangi kriterlerin daha fazla ağırlığa sahip olduğunu tespit etmek bu çalışmanın ana amacını oluşturmaktadır. Uygulamanın sonunda her kritere dair ağırlıklandırmalar hesaplanmıştır. Kriterlerin birbirlerine göre önem seviyesini değerlendirerek etkileyen ve etkilenen şeklinde ayrılmıştır. İşletmenin tedarikçi seçiminde hangi performans kriterlerine odaklanması gerektiği ortaya konmuştur.

C1	Fiyat
C2	Ürün kalitesi
C3	Ödeme koşulları
C4	Teslimat
C5	Ulaşılabilirlik
C6	Lokasyon
C7	Güvenilirlik
C8	Firma imajı
C9	Hizmet kalitesi
C10	Süreklilik

Tablo 2. Belirlenen kriterler

Tablo 2’de belirlenen kriterler arasındaki etkileşim düzeyi 0-4 arasında puanlanmaktadır. Uygulamanın aşamaları aşağıdaki gibi olacaktır.

Adım 1: Direkt ilişki matrisi (T), işletmenin uzman satın alma personeli tarafından tablo 3’teki gibi belirlenmiştir.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
C1	0	3	4	1	2	0	1	3	3	1
C2	3	0	1	0	2	1	4	3	3	2
C3	4	1	0	0	0	0	3	2	1	0

C4	2	0	1	0	0	4	1	1	4	2
C5	0	2	0	1	0	2	1	3	1	1
C6	4	1	1	4	1	0	1	0	2	0
C7	1	2	4	2	4	3	0	4	2	3
C8	3	4	1	2	4	0	4	0	3	2
C9	4	3	1	3	3	1	2	3	0	1
C10	1	2	1	4	2	0	3	1	4	0

Tablo 3. Direkt ilişki matrisi (T)

Adım 2: Normalizasyon işlemi gerçekleştirilirken “k” katsayısının bulunması gereklidir. Her satır ve sütun elemanlarının toplamı “k” katsayısı bulunurken hesaplanmaktadır. Değerler arasında maksimumu seçilir. Maksimum değerın tersi “k” katsayısını vermektedir. Burada maksimum değer 25 olarak bulunmuştur. Buna göre “k” katsayısı 25’in tersi olarak hesaplanır ve 0,040 olarak bulunmuştur. Daha sonra bu katsayı T matrisi ile çarpılır ve normalize edilmiş direkt ilişki matrisi bulunur.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
C1	0,00	0,12	0,16	0,04	0,08	0,00	0,04	0,12	0,12	0,04
C2	0,12	0,00	0,04	0,00	0,08	0,04	0,16	0,12	0,12	0,08
C3	0,16	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,08	0,04	0,00
C4	0,08	0,00	0,04	0,00	0,00	0,16	0,04	0,04	0,16	0,08
C5	0,00	0,08	0,00	0,04	0,00	0,08	0,04	0,12	0,04	0,04
C6	0,16	0,04	0,04	0,16	0,04	0,00	0,04	0,00	0,08	0,00
C7	0,04	0,08	0,16	0,08	0,16	0,12	0,00	0,16	0,08	0,12
C8	0,12	0,16	0,04	0,08	0,16	0,00	0,16	0,00	0,12	0,08
C9	0,16	0,12	0,04	0,12	0,12	0,04	0,08	0,12	0,00	0,04
C10	0,04	0,08	0,04	0,16	0,08	0,00	0,12	0,04	0,16	0,00

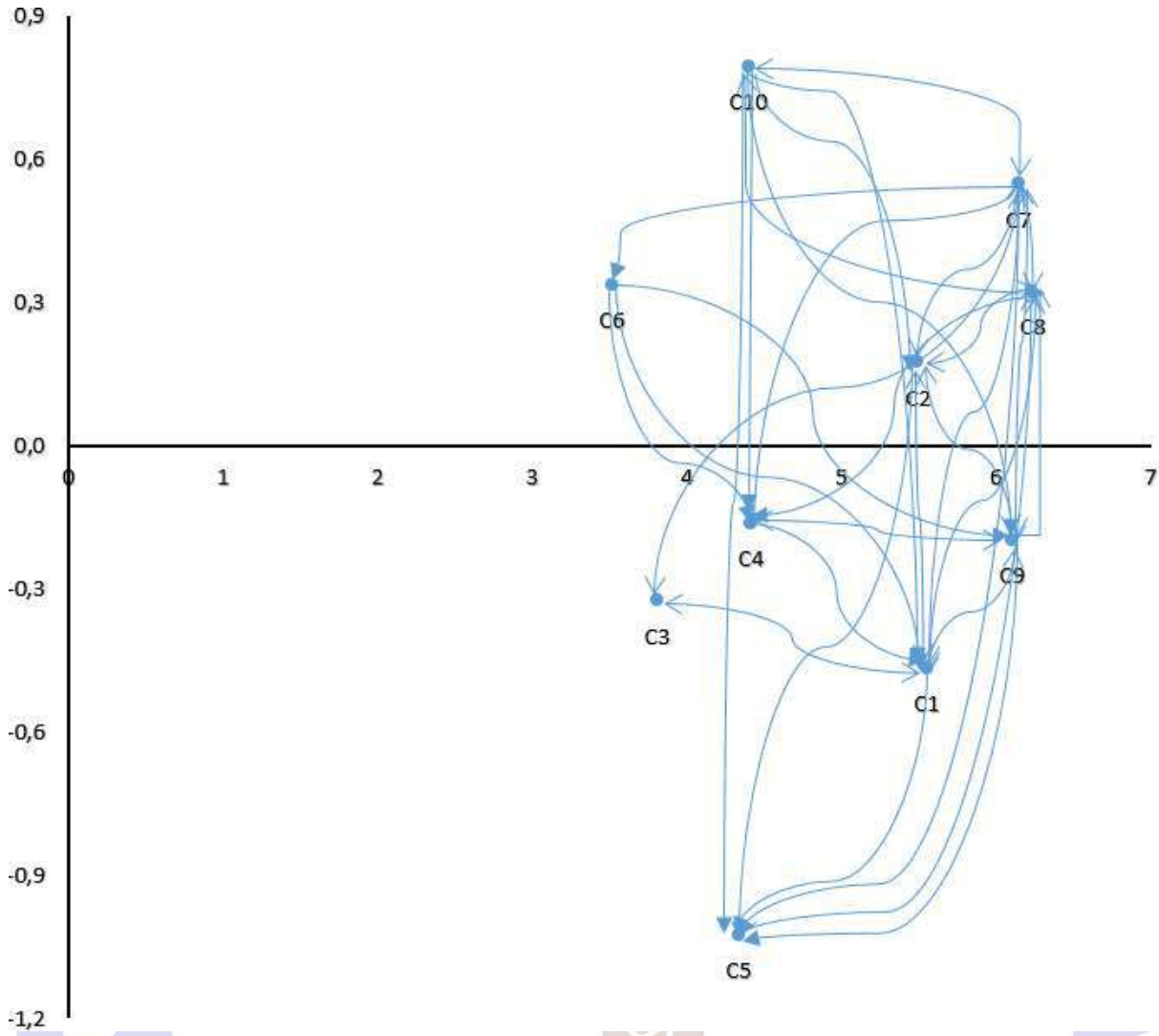
Tablo 4. Normalize edilmiş direkt ilişki matrisi (M)

Adım 3: Toplam ilişki matrisi (S) eşitlik 4 yardımıyla hesaplanmaktadır. Bulunan değerler tablo 5’te görülmektedir.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
C1	0,231	0,316	0,298	0,195	0,279	0,111	0,261	0,340	0,338	0,173
C2	0,353	0,235	0,220	0,195	0,316	0,166	0,381	0,368	0,368	0,231
C3	0,298	0,187	0,125	0,110	0,153	0,076	0,257	0,240	0,198	0,100
C4	0,275	0,169	0,169	0,160	0,168	0,244	0,205	0,214	0,343	0,179
C5	0,151	0,207	0,097	0,155	0,137	0,153	0,180	0,251	0,195	0,130
C6	0,318	0,184	0,164	0,271	0,180	0,097	0,184	0,170	0,257	0,102
C7	0,335	0,336	0,338	0,299	0,406	0,262	0,279	0,430	0,378	0,283
C8	0,385	0,407	0,241	0,286	0,415	0,161	0,416	0,302	0,411	0,258
C9	0,399	0,345	0,221	0,299	0,346	0,178	0,316	0,372	0,276	0,200
C10	0,265	0,274	0,195	0,321	0,281	0,139	0,319	0,270	0,387	0,145

Tablo 5. Toplam ilişki matrisi (S)

Adım 4: Etkileyen ve etkilenen diyagramı, D+R değerleri x eksenini, D-R değerleri de y eksenini oluşturacak şekilde koordinat düzleminde gösterilmektedir. Diyagram oluşturulurken toplam ilişki matrisinin değerlerinin ortalaması olan 0,250 değeri eşik değer olarak alınmıştır. Şekil 1’de etkileyen-etkilenen diyagramı ve tablo 6’da ise değerler yer almaktadır.



Şekil 1. Etkileyen-etkilenen diyagramı

	D	R	D+R	D-R
C1	2,542	3,010	5,552	-0,468
C2	2,835	2,661	5,496	0,174
C3	1,742	2,067	3,809	-0,325
C4	2,127	2,289	4,416	-0,162
C5	1,656	2,680	4,336	-1,024
C6	1,926	1,589	3,515	0,337
C7	3,346	2,798	6,144	0,548
C8	3,281	2,957	6,238	0,324
C9	2,953	3,151	6,104	-0,198
C10	2,596	1,802	4,398	0,794

Tablo 6. D+R ve D-R değerleri

Adım 5: Problemden belirtilen kriterlerin önem ağırlıkları Tablo 7’de gösterilmektedir.

	w	W	Kriter öncelikleri
C1	5,572	0,1108	4
C2	5,499	0,1093	5
C3	3,823	0,0760	9
C4	4,419	0,0879	8

C5	4,455	0,0886	7
C6	3,532	0,0702	10
C7	6,169	0,1227	2
C8	6,246	0,1242	1
C9	6,107	0,1214	3
C10	4,469	0,0889	6
Toplam	50,2902	1,000	

Tablo 7. Kriterlerin ağırlıkları ve öncelikleri

5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Tedarikçi seçim probleminde performans kriterleri arasındaki ilişki, DEMATEL yöntemiyle hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda listelenmektedir:

- D+R kriterin ne kadar öneme sahip olduğunu belirtmektedir. Yatay ekseninde görülmektedir. Buna bakarak, C8 yani “firma imajı” kriterinin tedarikçi seçiminde en önemli performans kriteri olduğu ve C6 yani “lokasyon” kriterinin ise en az öneme sahip kriter olduğu bulunmuştur. Daha önce yapı kimyasalları sektöründe DEMATEL yöntemiyle herhangi bir çalışma yapılmadığı için bu sonuçları karşılaştırmak mümkün değildir. Ancak firma imajı kriterinin ilk sırada yer alması, sektörün hammadde olarak dışa bağımlı olması ve buna ek olarak yurtdışıyla iş yapılacağı zaman firmaların karakteristik özelliklerinin satın alma kararı üzerinde etkili olması sebebiyle gerçekleştiği söylenebilir. Özellikle uzak doğu ülkelerinin sektörde önde yer alması ve firmaların birçok alternatifinin bulunmasıyla birlikte rekabetçi bir ortamda firma imajının önemi ortaya çıkmaktadır.
- Etkileyen ve etkilenen diyagramı incelendiğinde, ürün kalitesi (C2), lokasyon (C6), güvenilirlik (C7), firma imajı (C8) ve süreklilik (C10) kriterlerinin etkileyen grupta yer aldığı görülmektedir. Firmanın tedarikçi seçiminde odaklanması gereken kriterler etkileyen grupta yer almaktadır.
- Tablo 7’de kriterlerin ağırlıkları ve öncelikleri belirtilmiştir. Bu değerler incelendiğinde ilk üç sırayı, firma imajı (C8), güvenilirlik (C7) ve hizmet kalitesi (C9) oluşturmaktadır. Bu sonuç doğru tedarikçi seçiminin başarısında bu üç faktörün işletme açısından en önemli başarı faktörleri olduğunu göstermektedir.
- Sonuçlar genel olarak incelendiğinde ele alınan işletmenin tedarikçi seçimini gerçekleştirirken dikkat ettiği hususlar tedarikçiye olan güven kaygısı üzerinde yoğunlaşmıştır. İşletme, ülkemizde hammadde üreticisinin sınırlı olması nedeniyle yurtdışına bağımlı kalmıştır. Bu da bir risk oluşturmaktadır. Özellikle işletmenin sektörde yeni olası sebebiyle de tedarikçi seçiminde firma imajının ve güvenilirliğin ön planda olması gerekecektir.

Yapılan bu çalışma, yapı kimyasalları sektöründe operasyonlarını sürdüren bir işletmenin tedarikçi seçimi problemi üzerine DEMATEL yönteminin uygulanmasını kapsamaktadır. Günümüzün çetin rekabet ortamında, tedarik zinciriyle bir değer oluşturmak zorunda kalan işletmelerin, tedarikçi seçimi konusunda dikkatli davranmaları gerekmektedir. Doğru zamanda, en uygun tedarikçinin seçilmesi işletmeye operasyonları açısından hız katacak ve sağlıklı bir işleyiş sunacaktır. DEMATEL yönteminin de problem için sunduğu sebep sonuç yaklaşımı, tedarikçi seçimi için oldukça verimli olmaktadır. Kriterlerin etkileyen ve etkilenen olarak gruplandırılmasıyla, ileride yapılacak diğer ÇKKV merkezli çalışmalar karşılaştırılıp hibrid modeller şeklinde sunulabilir. Böylelikle tedarikçi seçim problemi kişiden mümkün olduğu kadar bağımsız bir şekilde ve sayısal yöntemlere dayalı bir anlayışla incelenebilir.

KAYNAKÇA

- Abdel-Basset, M., Manogaran, G., Gamal, A., & Smarandache, F. (2018). A hybrid approach of neutrosophic sets and DEMATEL method for developing supplier selection criteria. *Design Automation for Embedded Systems*, 22(3), 257-278.

- Abdullah, L., Chan, W., & Afshari, A. (2019). Application of PROMETHEE method for green supplier selection: a comparative result based on preference functions. *Journal of Industrial Engineering International*, 15(2), 271-285.
- Aksakal, E., & Dağdeviren, M. (2010). Anp Ve Dematel Yöntemleri İle Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25(4).
- Amin, S. H., Razmi, J., & Zhang, G. (2011). Supplier selection and order allocation based on fuzzy SWOT analysis and fuzzy linear programming. *Expert Systems with Applications*, 38(1), 334-342.
- Bai, C., & Sarkis, J. (2018). Integrating sustainability into supplier selection: a grey-based TOPSIS analysis. *Technological and Economic Development of Economy*, 24(6), 2202-2224.
- Chang, B., Chang, C. W., & Wu, C. H. (2011). Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria. *Expert systems with Applications*, 38(3), 1850-1858.
- Che, Z. H. (2010). A genetic algorithm-based model for solving multi-period supplier selection problem with assembly sequence. *International Journal of Production Research*, 48(15), 4355-4377.
- Chen, C. T., Lin, C. T., & Huang, S. F. (2006). A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. *International journal of production economics*, 102(2), 289-301.
- Çakın, E., & Özdemir, A. (2015). Bölgesel gelişmişlikte ar-ge ve inovasyonun rolü: DEMATEL tabanlı analitik ağ süreci (DANP) ve TOPSIS yöntemleri ile bölgelerarası bir analiz. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30(1), 115-144.
- Deng, Y., & Chan, F. T. (2011). A new fuzzy dempster MCDM method and its application in supplier selection. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 9854-9861.
- Dweiri, F., Kumar, S., Khan, S. A., & Jain, V. (2016). Designing an integrated AHP based decision support system for supplier selection in automotive industry. *Expert Systems with Applications*, 62, 273-283.
- Erdal, M. (2011). Satınalma ve tedarik zinciri yönetimi. Beta Yayınları.
- Fahmi, A., Kahraman, C., & Bilen, Ü. (2016). ELECTRE I method using hesitant linguistic term sets: An application to supplier selection. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 9(1), 153-167.
- Gharakhani, D. (2012). The evaluation of supplier selection criteria by fuzzy DEMATEL method. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 2(4), 3215-3224.
- Görenler, A. (2009). Kesici takım tedarikçisi seçiminde analitik ağ sürecinin kullanımı. *Journal of Aeronautics and Space Technologies*, 4(1), 99-110.
- Hosseini, S., & Al Khaled, A. (2019). A hybrid ensemble and AHP approach for resilient supplier selection. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 30(1), 207-228.
- Hsu, C. W., Kuo, T. C., Chen, S. H., & Hu, A. H. (2013). Using DEMATEL to develop a carbon management model of supplier selection in green supply chain management. *Journal of cleaner production*, 56, 164-172.
- Karaoğlu, S. (2016). DEMATEL Ve VIKOR Yöntemleriyle Dış Kaynak Seçimi: Otel İşletmesi Örneği. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*, (55), 9-24.
- Koçak, A., & Diyadin, A. (2018). Sanayi 4.0 Geçiş Süreçlerinde Kritik Başarı Faktörlerinin DEMATEL Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Ege Academic Review*, 18(1).
- Koçoğlu, C. M., & Avcı, M. (2014). Satın Alma Yönetimi: Teorik Bir Çalışma. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(1), 33-47.
- Krishankumar, R., Ravichandran, K. S., & Saeid, A. B. (2017). A new extension to PROMETHEE under intuitionistic fuzzy environment for solving supplier selection problem with linguistic preferences. *Applied Soft Computing*, 60, 564-576.
- Kumar, M., Vrat, P., & Shankar, R. (2004). A fuzzy goal programming approach for vendor selection problem in a supply chain. *Computers & industrial engineering*, 46(1), 69-85.

- Kuo, R. J., Wang, Y. C., & Tien, F. C. (2010). Integration of artificial neural network and MADA methods for green supplier selection. *Journal of cleaner production*, 18(12), 1161-1170.
- Küçük, O., & Ecer, F. (2008). İmalatçı işletmelerde uygun tedarikçi seçimi: Analitik hiyerarşi yöntemi ile bir KOBİ uygulaması. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 22(2), 435-450.
- Lam, K. C., Tao, R., & Lam, M. C. K. (2010). A material supplier selection model for property developers using fuzzy principal component analysis. *Automation in Construction*, 19(5), 608-618.
- Liu, T., Deng, Y., & Chan, F. (2018). Evidential supplier selection based on DEMATEL and game theory. *International Journal of Fuzzy Systems*, 20(4), 1321-1333.
- Memari, A., Dargi, A., Jokar, M. R. A., Ahmad, R., & Rahim, A. R. A. (2019). Sustainable supplier selection: A multi-criteria intuitionistic fuzzy TOPSIS method. *Journal of Manufacturing Systems*, 50, 9-24.
- Mirmousa, S., & Dehnavi, H. D. (2016). Development of criteria of selecting the supplier by using the fuzzy DEMATEL method. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 230, 281-289.
- Ni, M., Xu, X., & Deng, S. (2007). Extended QFD and data-mining-based methods for supplier selection in mass customization. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 20(2-3), 280-291.
- Özdemir, A. (2010). Ürün grupları temelinde tedarikçi seçim probleminin ele alınması ve analitik hiyerarşi süreci ile çözümlenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(1), 55-84.
- Saen, R. F. (2007). A new mathematical approach for suppliers selection: Accounting for non-homogeneity is important. *Applied mathematics and computation*, 185(1), 84-95.
- Sanayei, A., Mousavi, S. F., & Yazdankhah, A. (2010). Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 37(1), 24-30.
- Shyur, H. J., & Shih, H. S. (2006). A hybrid MCDM model for strategic vendor selection. *Mathematical and computer modelling*, 44(7-8), 749-761.
- Stadtler, H. (2007). A general quantity discount and supplier selection mixed integer programming model. *OR Spectrum*, 29(4), 723-744.
- Sun, L., Liu, Y., Zhang, B., Shang, Y., Yuan, H., & Ma, Z. (2016). An integrated decision-making model for transformer condition assessment using game theory and modified evidence combination extended by D numbers. *Energies*, 9(9), 697.
- Vokurka, R. J., Choobineh, J., & Vadi, L. (1996). A prototype expert system for the evaluation and selection of potential suppliers. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(12), 106-127.
- Wu, D. D. (2009). Supplier selection in a fuzzy group setting: A method using grey related analysis and Dempster-Shafer theory. *Expert Systems with Applications*, 36(5), 8892-8899.
- Wu, Y., Chen, K., Zeng, B., Xu, H., & Yang, Y. (2016). Supplier selection in nuclear power industry with extended VIKOR method under linguistic information. *Applied Soft Computing*, 48, 444-457.
- Zhao, J., You, X. Y., Liu, H. C., & Wu, S. M. (2017). An extended VIKOR method using intuitionistic fuzzy sets and combination weights for supplier selection. *Symmetry*, 9(9), 169.





LUCAS-TOPLAM GRAFLARIN ÖZELLİKLERİ

Dursun TAŞCI

Prof. Dr., Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik Bölümü

Gül ÖZKAN KIZILIRMAK

Arş. Gör. Dr., Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik Bölümü

Emre SEVGİ

Arş. Gör., Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik Bölümü

Şerife BÜYÜKKÖSE

Doç. Dr., Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik Bölümü

Özet

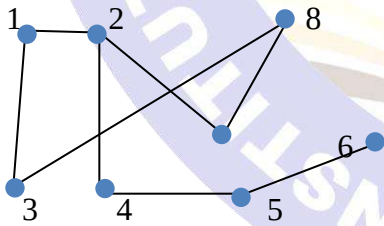
Her $n \geq 2$ için $L_0 = 2$, $L_1 = 1$ başlangıç şartları olmak üzere $L_{n+1} = L_n + L_{n-1}$ rekürans bağıntısı ile tanımlı diziyeye Lucas dizisi denir. Bu çalışmada Fibonacci ve Lucas dizilerinden esinlenerek Lucas-toplam grafi tanımlanıp belirli özellikleri incelenmiştir. Ayrıca bu özelliklerin verilen dizilerle bağlantısı da kurulmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Lucas Dizisi, Lucas-Toplam Grafi, Hamilton Yolu

1. GİRİŞ

Tanım: $V = \{1, 2, \dots, n\}$ nokta kümesi, kenar kümesi $E = \{ij : i, j \in V\}$ kenar dizisi olmak üzere $G(V, E)$ yapısına graf denir.

Örnek: $n = 8$ noktalı bir graf aşağıdaki gibidir.



Tanım: $G(V, E)$ grafında $i, j \in V$ noktaları için $ij \in E$ oluyorsa i ve j noktalarına komşu noktalar denir ve $i \sim j$ ile gösterilir.

Tanım: Bir noktadan çıkan kenar sayısına o noktanın derecesi denir ve

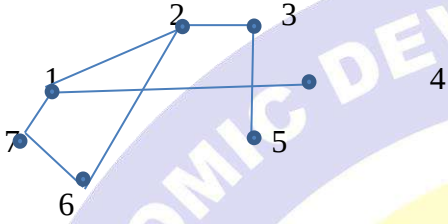
$$d_i = |\sum_{i \sim j} \{j\}| \text{ ile gösterilir.}$$

Tanım: Bir grafta $v_i e_{i+1} v_{i+1} \dots e_j v_j$ şeklindeki diziye yürüme denir. Bir yürümede herbir kenar ve nokta birbirinden farklı ise bu yürümeye yol denir.

Tanım: Bir grafta her noktayı içeren yola Hamilton yolu denir.

Tanım: Her $n \geq 1$ için, köşe kümesi $V = [n] = \{1, 2, \dots, n\}$, kenar kümesi $E = \{ij: i, j \in V, i \neq j, i + j \text{ bir Fibonacci sayısı}\}$ olmak üzere $G_n = (V, E)$ şeklinde tanımlı grafa Fibonacci-toplam grafi denir.

Örnek: $n = 7$ için Fibonacci-toplam grafi

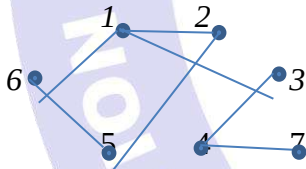


şeklindedir.

2. Lucas-Toplam Grafların Özellikleri

Tanım: Her $n \geq 1$ için, köşe kümesi $V = [n] = \{1, 2, \dots, n\}$, kenar kümesi $E = \{\{i, j\}: i, j \in V, i \neq j, i + j \text{ bir Lucas sayısı}\}$ olmak üzere $H_n = (V, E)$ şeklinde tanımlı grafa Lucas-toplam grafi denir.

Örnek: $n = 7$ için Lucas-toplam grafi



şeklindedir.

Teorem: Her $k \geq 2$ tamsayısı için H_{L_k} nin $\{L_{k-2}, L_{k-1}, L_k\}$ köşelerinden oluşan alt grafi bir Hamilton yoludur.

İspat: L_k 'nin derecesi 1 ve sadece L_{k-1} 'e komşudur. L_{k-2} 'nin alt grafta derecesi 1 ve sadece L_{k-1} 'e komşudur. Dolayısıyla $L_k \sim L_{k-2}$ ve $L_{k-1} \sim L_{k-2}$ dir. Ayrıca $L_k + L_{k-2}$ bir Lucas sayısı olmadığından tek yol $L_{k-2} L_{k-1} L_k$ yoludur. Bu da bir Hamilton yoludur.

Sonuç: $k \geq 2$ için H_{L_k} 'da L_k noktası sadece L_{k-1} ile komşudur.

İspat: Lucas dizisinin rekürans bağıntısından kolayca görülür.

Teorem: $n > 2$ ve $L_k \leq n \leq L_{k+1}$ olsun. H_n 'de n noktasının komşuları;

$$\begin{cases} L_{k+1} - n; & n \leq \frac{L_{k+2}}{2} \text{ ise} \\ L_{k+1} - n \text{ ve } L_{k+2} - n; & n > \frac{L_{k+2}}{2} \text{ ise} \end{cases}$$

dır.

İspat: $x \in [1, n]$, n ' nin bir komşusu olsun. Yani $x + n = L_i$ olsun.

$$L_k < 1 + L_k \leq x + n$$

ve

$$x + n \leq 2n - 1 < 2L_{k+1} < L_{k+1} + 2L_{k+2} = L_{k+3}$$

olduğundan $i \in \{k + 1, k + 2\}$ dir.

Eğer $n \leq \frac{L_{k+2}}{2}$ ise, $x + n < 2n \leq L_{k+2}$ ve böylece $i \neq k + 2$ dir. Böylece $x = L_{k+1} - n$ tek olası çözümdür. $n > \frac{L_{k+2}}{2}$ ise benzer şekilde çözüm $L_{k+2} - n$ dir.

3. KAYNAKLAR

1. A.Arman, D.S. Gunderson, P.C.Li, "Properties of the Fibonacci-sum graph", arXiv:1710.10303v1[math.CO] 27 Oct 2017 <https://arxiv.org/abs/1710.10303>
2. A.E.Brouwer, W.H.Haemers, Spectra of Graphs, Springer, 2011.
3. Vajda, S., Fibonacci and Lucas numbers, and the Golden Section, Theory and applications, Ellis Horwood Limited, 1989.

FİBONACCİ- TOPLAM VE LUCAS- TOPLAM GRAFLARININ EN BÜYÜK ÖZDEĞERLERİ İÇİN SINIRLAR

Dursun TAŞCI

Prof. Dr., Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik Bölümü

Gül ÖZKAN KIZILIRMAK

Arş. Gör. Dr., Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik Bölümü

Emre SEVGİ

Arş. Gör., Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik Bölümü

Şerife BÜYÜKKÖSE

Doç. Dr., Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik Bölümü

Özet

Her $n \geq 2$ için $F_0 = 0$ ve $F_1 = 1$ başlangıç koşulları ve $F_{n+1} = F_n + F_{n-1}$ ile tanımlı diziye Fibonacci dizisi ve her $n \geq 2$ için $L_0 = 2$, $L_1 = 1$ ve $L_{n+1} = L_n + L_{n-1}$ şeklinde tanımlı diziye Lucas dizisi denir.

Bu çalışmada ilk olarak Lucas-toplam grafinin her bir noktasının derecesi Lucas sayılarına bağlı olarak aşağıdaki şekilde elde edilmiştir.

Teorem: $n \geq 1$ ve $x \in [1, n]$ olsun. $k \geq 2$ ve $L_k \leq x \leq L_{k+1}$ olsun öyle ki $L_t \leq x + n \leq L_{t+1}$ olsun. Bu durumda H_n 'de x noktasının derecesi

$\deg H_n(x) = \begin{cases} t - k - 1, & 2x \text{ Lucas sayısı ise} \\ t - k, & 2x \text{ Lucas sayısı değil ise} \end{cases}$ dir.

Buna bağlı olarak da $A(G_n)$ ve $A(H_n)$ komşuluk matrislerinin sırasıyla λ_1 ve μ_1 en büyük özdeğerleri için alttan ve üstten birer sınır elde edilmiş ve bu sınırlar sırasıyla Fibonacci ve Lucas sayıları ile ilişkilendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fibonacci ve Lucas Sayıları, Fibonacci-Toplam Graf, Lucas-Toplam Graf

1. GİRİŞ

Tanım: Başlangıç koşulları $F_0 = 0, F_1 = 1$ ve rekürans bağıntısı $F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$ olan $\{F_n\}_{n=0}^{\infty}$ tamsayı dizisine Fibonacci dizisi denir.

Tanım: Başlangıç koşulları $L_0 = 2, L_1 = 1$ ve rekürans bağıntısı $L_n = L_{n-1} + L_{n-2}$ olan $\{L_n\}_{n=0}^{\infty}$ tamsayı dizisine Lucas dizisi denir.

Tanım: Elemanları nokta olarak adlandırılan sonlu, boş olmayan $V = \{1, 2, \dots, n\}$ noktalar kümesi ve elemanları kenar olarak adlandırılan sonlu $E = \{ij: i, j \in V\}$ kenarlar kümesinden oluşan $G(V, E)$ yapısına graf denir.

Tanım: $G(V, E)$ grafında $i, j \in V$ noktaları için $ij \in E$ oluyorsa i ve j noktalarına komşu noktalar denir ve $i \sim j$ ile gösterilir.

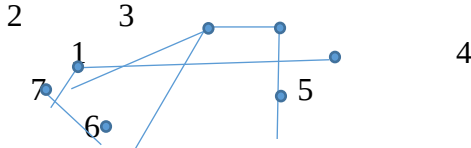
Tanım: $G(V, E)$ grafının herhangi bir i noktasına bağlı kenar sayısına i 'nin derecesi denir ve $d_i = |\sum_{i \sim j} \{j\}|$ ile gösterilir.

Tanım: G, n noktalı basit bir graf olsun. G 'nin komşuluk matrisi $A(G) = (a_{ij})_{n \times n}$ ile gösterilir ve

elemanları $a_{ij} = \begin{cases} 1; & i \sim j \text{ ise} \\ 0; & \text{aksi durumlarda} \end{cases}$ şeklinde tanımlanır.

Tanım: Her $n \geq 1$ için, köşe kümesi $V = [n] = \{1, 2, \dots, n\}$, kenar kümesi $E = \{ij : i, j \in V, i \neq j, i + j \text{ bir Fibonacci sayısı}\}$ olmak üzere $G_n = (V, E)$ şeklinde tanımlı grafa Fibonacci-toplam grafi denir.

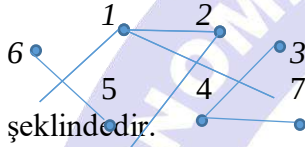
Örnek: $n = 7$ için Fibonacci-toplam grafi



şeklindedir.

Tanım: Her $n \geq 1$ için, köşe kümesi $V = [n] = \{1, 2, \dots, n\}$, kenar kümesi $E = \{ij : i, j \in V, i \neq j, i + j \text{ bir Lucas sayısı}\}$ olmak üzere $H_n = (V, E)$ şeklinde tanımlı grafa Lucas-toplam grafi denir.

Örnek: $n = 7$ için Lucas-toplam grafi



şeklindedir.

Lemma: Bir A n -kare non-negatif matrisi için $\min R_i \leq \lambda(A) \leq \max R_i$ dir. Burada $R_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}$ (i . satır toplamı) dir. Yani bir non-negatif kare matrisin spektral yarıçapı en küçük satır toplamı ile en büyük satır toplamının arasındadır.[1]

Bir G grafinin komşuluk matrisi $A(G)$ simetrik bir matris olup satır/sütun toplamı o noktanın derecesidir. Yani $R_i = d_i$ dir.

$n = 21$ noktalı bir Fibonacci-toplam grafin $A(G)$ matrisi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1		1		1			1					1								1	
2	1		1			1					1								1		
3		1			1					1								1			
4	1			0					1								1				
5			1					1								1					
6		1					1								1						
7	1				1									1							
8				1								1									
9				1							1										
10			1								1										
11		1								1											
12	1								1												
13								1													1
14							1													1	
15					1														1		
16					1													1			
17				1													0				
18			1													1					
19		1													1						
20	1													1							
21													1								

şeklindedir.

Teorem: $n \geq 1$ için $x \in [1, n]$ olsun. $k \geq 2$ için $F_k \leq x \leq F_{k+1}$ ve $l \geq k$ için $F_l \leq x + n \leq F_{l+1}$ şartları sağlansın. Bu durumda, G_n Fibonacci-toplam grafindeki bir x noktasının derecesi

$$\deg_{G_n}(x) = \begin{cases} l - k & ; 2x \text{ bir Fibonacci sayısı değil ise} \\ l - k - 1; & 2x \text{ bir Fibonacci sayısı ise} \end{cases}$$

şeklindedir.[2]

2. Fibonacci- Toplam ve Lucas- Toplam Graflarının En Büyük Özdeğerleri İçin Sınırlar

Teorem: G_n , n noktalı bir Fibonacci-toplam grafinin komşuluk matrisinin en büyük özdeğeri $\lambda(A(G_n))$ ise $1 \leq \lambda(A(G_n)) \leq l - 3$ dir. Burada $l, F_l \leq 2 + n \leq F_{l+1}$ şartını sağlayan bir sayıdır.

İspat: G_n Fibonacci-toplam grafinde en azından n den küçük ilk Fibonacci sayısına karşılık gelen noktanın derecesi 1 dir. $A(G_n)$ de $\min R_i = 1$ dir. Maximum satır toplamı ise 2 nolu noktanın derecesi olup bir önceki teorem gereği $2.2=4$ bir Fibonacci sayısı olmadığından $\deg(2) = l - k$ dir. Burada $F_k = 2 \leq 2 < F_{k+1} = 3$ olduğundan $k = 3$ dür. l nin değeri ise n ye bağlı olarak değişiklik gösterir. $F_l \leq n + 2 \leq F_{l+1}$ şartını sağlayan bir l için $1 \leq \lambda \leq l - 3$ dir.

Teorem: $n \geq 1$ ve $x \in [1, n]$ olsun. $k \geq 2$ ve $L_k \leq x \leq L_{k+1}$ olsun öyle ki $L_t \leq x + n \leq L_{t+1}$ olsun. Bu durumda H_n 'de x noktasının derecesi

$$\deg_{H_n}(x) = \begin{cases} t - k - 1, & 2x \text{ Lucas sayısı ise} \\ t - k, & 2x \text{ Lucas sayısı değil ise} \end{cases}$$

dir.

İspat: Her $s \in [n]$ için $L_k < x + s \leq x + n < L_{t+1}$ olduğundan eğer $x + s$ bir Lucas sayısı ise $k < t$ ve $x + s \in \{L_{k+1}, \dots, L_t\}$ dir. Böylece,

$$\deg_{H_n}(x) = |\{s \in [n] : s \neq x, x + s \in \{L_{k+1}, \dots, L_t\}\}|$$

olup $\deg_{H_n}(x) \leq t - k$ dir. Burada $s = x$ ise $2x$ bir Lucas sayısı olup H_n bir döngüye sahip olmadığından $x + x$ bir kenar oluşturamaz ve $\deg_{H_n}(x) = t - k - 1$ olur. Diğer taraftan $2x$ bir Lucas sayısı değil ise $\deg_{H_n}(x) = t - k$ elde edilir.

Teorem: H_n , n noktalı bir Lucas-toplam grafinin komşuluk matrisinin en büyük özdeğeri $\lambda(A(H_n))$ ise $1 \leq \lambda(A(H_n)) \leq t - 2$ dir. Burada $t, L_t \leq 2 + n \leq L_{t+1}$ şartını sağlayan bir sayıdır.

İspat: H_n Lucas-toplam grafinde en azından n den küçük ilk Lucas sayısına karşılık gelen noktanın derecesi 1 dir. $A(H_n)$ de $\min R_i = 1$ dir. Maximum satır toplamı ise 2 nolu noktanın derecesi olup bir önceki teorem gereği $2.2=4$ bir Lucas sayısı olduğundan $\deg(2) = t - k - 1$ dir. Burada $L_k = 1 \leq 2 < L_{k+1} = 3$ olduğundan $k = 2$ dir. t nin değeri ise n ye bağlı olarak değişiklik gösterir. $L_t \leq n + 2 \leq L_{t+1}$ şartını sağlayan bir t için $1 \leq \lambda \leq t - 2$ dir.

3. KAYNAKLAR

- [1] F., Zhang, Matrix Theory, Basic Results and Techniques, Springer, 2011
- [2] A., Arman, D. S. Gunderson, P. C. Li, arxiv:1710.10303v1, Properties of the Fibonacci-sum graph, 2017
- [3] A.E.Brouwer, W.H.Haemers, Spectra of Graphs, Springer, 2011.

VARIOUS KINETICS MODELS FOR ANAEROBIC BIOREACTORS

Halil ŞENOL

Arş. Gör. Dr., Giresun University

Abstract

Many kinetic models designed for the design, optimization and control of the operating principle of anaerobic bioreactors have been found in previous studies. Most of the mathematical models of anaerobic bioreactors are based on the ‘Monod model’. The kinetic models adapted for anaerobic bioreactors consist of the relationship between the growth rate of anaerobic microorganisms and the rate of use of the substrate. It is used to express anaerobic microbial growth rate with water-soluble organic matter, including monod or similar models. In this study, information about the most commonly used Stover - Kincannon Model, Sundstrom Model, Barthakur Model, Chen-Hashimoto Model, Contois Model, Monod Model and First Order Kinetics Model will be given.

Keywords: Kinetic models, Anaerobic bioreactors, Microbial growth.

Özet

Anaerobik biyoreaktörlerin dizaynı, optimizasyonu ve çalışma prensibinin kontrolü için tasarlanmış, birçok kinetik modele daha önceki çalışmalarda rastlanmaktadır. Anaerobik biyoreaktörlerin matematiksel modellerinin çoğu “Monod” modeline dayanmaktadır. Anaerobik biyoreaktörler için uyarlanan kinetik modeller anaerobik mikroorganizmaların büyüme oranı ile substratın kullanma hızı arasındaki ilişkiden oluşmaktadır. Monod veya benzeri modeller dahil olmak üzere suda çözünen organik madde ile anaerobik mikrobiyal büyüme hızını ifade etmek için kullanılır. Bu çalışmada biyoreaktörler için en çok kullanılan Stover – Kincannon Modeli, Sundstrom Modeli, Barthakur Modeli, Chen- Hashimoto Modeli, Contois Modeli, Monod Modeli ve Birinci Mertebe Kinetiği ile ilgili olarak model sabitleri, model denklemleri, uygulamaları hakkında bilgiler verilecektir.

Anahtar Kelimeler : Kinetik modeller, Anaerobik biyoreaktör, Mikrobiyal büyüme.

1. INTRODUCTION

Anaerobic digestion is a biological process consisting of multi-step biochemical reactions that occur during the decomposition of organic substances in an airless environment. In the first step of this process, polymeric complex organic materials such as polysaccharide, carbohydrate, protein, lipid are converted to extracellular enzymes by soluble extracellular enzymes in a smaller size so that they can pass through the cell membrane. These relatively simple and soluble compounds are converted by fermentation or anaerobic oxidation into short chain fatty acids, alcohols, carbon dioxide, hydrogen and ammonia. Short-chain fatty acids other than acetate are converted to acetate, hydrogen and carbon dioxide. In the final stage of the process, CH₄ production is carried out by the decomposition of acetate or synthesis of H₂ and CO₂ [1].

The initial design stage of anaerobic bioreactors designed for methane gas generation is very important. Production capacity, operating temperature and the place of production affect the working capacity of anaerobic bioreactor [2]. In order to design an appropriate anaerobic bioreactor, it is necessary to select the most appropriate kinetic model. However, despite the research work that has been done for many years; a consistent and stable overall model has not yet been reached that can predict treatment yield as a function of operating conditions, environmental conditions and input characteristics [3] In anaerobic treatment systems operating at low specific growth rates, internal respiration, microorganism transformation and cell death resulting in reduced biomass occupies an important place. The degradation performance of a bacterial culture can be explained

by biological kinetics, which allows the identification of rate limiting steps and the creation of a detailed complete model [4]. Several kinetic models of anaerobic filters, including Monod, have been successfully tested.

1.1. Stover – Kincannon Model

Stover and Kincannon proposed a kinetic model for biofilm reactors in 1982, in which total organic charge was the basic design parameter. In this model, the rate of substrate utilization is a function of the organic loading rate. Stover - Kincannon Model; it does not include parameters such as substrate diffusion and hydraulic dynamics in the equation. Although these parameters may have significant effects on the performance of anaerobic filter reactors, they are often difficult to measure or lack of information. Therefore, it is quite difficult to model the effects of these parameters [5].

In one study, Stover and Kincannon (1982) considered that suspended biomass was negligible when compared with immobilized biomass in their study with rotating bio-discs.

Substrate removal rate according to this model; [6]

$$\frac{dS}{dt} = U_{max} \left(Q * \frac{S_i}{A} \right) \frac{1}{K_B + (Q * S_i) / A} \quad (1)$$

The disc surface area in this expression is indicated by A and represents the total biofilm biomass concentration. However, this expression cannot be used for the anaerobic filter. In anaerobic filters, volume (V) is used instead of area (A). This is because the majority of biomass performing the purification in a high and stable state is suspended [7]. The Stover-Kincannon model for the anaerobic filter is therefore used in the following form:

$$\frac{dS}{dt} = U_{max} \left(Q * \frac{S_i}{V} \right) \frac{1}{K_B + (Q * S_i) / V} \quad (2)$$

If this equation is linearized as follows;

$$\frac{dS}{dt} = \frac{V}{Q * (S_i - S_e)} = \frac{K_B}{U_{max}} \left[\frac{1}{ORL} \right] + 1 / (U_{max}) \quad (3)$$

Where;

dS/dt : substrate removal rate (g COD / L * days)

S_i : input substrate concentration (g COD / L)

S_e : Output substrate concentration (g COD / L)

U_{max} : maximum substrate removal rate constant (g / L * days)

Q: Flow rate (m³ / day)

V: reactor volume (L)

OLR: organic loading value (g COD / L * days)

K_B : speed constant (g / L * days)

K_B and U_{max} values are determined only according to COD variable in the reactor. It is important to find these values for plants with the same environmental and hydraulic conditions as the reactor where kinetic work is performed. Using these constants, the reactor volume or the effluent

concentration can be determined under current conditions in an installed reactor, or the output COD values can be determined by varying the installed, input COD value with the flow values of a particular plant.

1.2. Sundstrom Model

This model, also known as Lineweaver-Burk model, was obtained based on Monod kinetics. [8].

$$\text{Monod model: } \mu = \frac{\mu_{max} * S}{K_s + S} \quad (4)$$

Monod equation is obtained by substituting L (substrate loading rate) for μ (specific growth rate).

$$L = \frac{L_{max} * S}{K_s + S} \quad (5)$$

L: Substrate loading rate (kg COD / m³ * day)

L_{max}: Maximum substrate loading rate (kg COD / m³ * days)

K_s: Half saturation concentration (Monod constant) (mg COD / L)

1.3. Barthakur Model

The statements obtained by Barthakur et al., Modeling the use of substrates, take into account the complex substrates and consider the hydrolyzed substances obtained as limiting for growth and product according to the Monod model. [9]. In this model; total substrate concentration at the outlet;

$$S_T = \frac{S_{T0}(1-R) * A + \frac{K_s}{S_{T0}}}{\mu_{max} * Q_C + A - 1} + R \quad (6)$$

Specific methane yield;

$$B = B_{max} \left(\frac{A + \frac{K_s}{S_{T0} - R * S_{T0}}}{\mu_{max} * Q_C + A - 1} \right) \quad (7)$$

where;

A: kinetic parameter (= K_s * k * Y / K_h)

B: specific methane yield (L CH₄ / g substrate)

B_{max}: maximum specific methane yield

S_T: total substrate concentration at the outlet (g / L)

S_{T0}: total substrate concentration at input

S_{Tmin}: min.

R: coefficient of refractor (S_{Tmin} / S_{T0})

1.4. Chen- Hashimoto Model

Chen and Hashimoto proposed this model in 1978 based on the Monod and Contois models. In this model;

Specific growth rate;

$$\mu = \mu_{max} * S \frac{1}{K * S_0 + (1-K) * S} - b \quad (8)$$

Substrate consumption rate;

$$-\frac{dS}{dt} = \frac{\mu_{max} * X * S}{K * X + Y * S} \quad (9)$$

Substrate concentration;

$$S_T = \frac{K * S_0 * (1 + Q_C * b)}{(K-1) * (1 + Q_C * b) + \mu_{max} * Q_C} \quad (10)$$

1.5. Contois Model

There are opinions that this model, which was put forward in 1959, cannot be valid [10]. Contois model;

Specific growth rate;

$$\mu = \mu_{max} * S \frac{1}{B * X + S} - b \quad (11)$$

Substrate consumption speed;

$$-\frac{dS}{dt} = \frac{\mu_{max} * X * S}{Y(B * X + S)} \quad (12)$$

Substrate concentration;

$$S_T = \frac{B * Y * S_0 * (1 + Q_C * b)}{B * Y * (1 + Q_C * b) + (\mu_{max} - b) * Q_C - 1} \quad (13)$$

Where

B: expressed as a semi-saturation constant proportional to the concentration of biomass when the biomass concentration is high. Contois model is related to $K_s = B * X$ relation to monod model.

1.6. Monod model

As with aerobic processes, many anaerobic kinetic models are based on the model proposed by Monod in 1950. Monod Kinetics, which is used to express biodegradation, is based on Michaelis-Menten enzyme reaction kinetics.

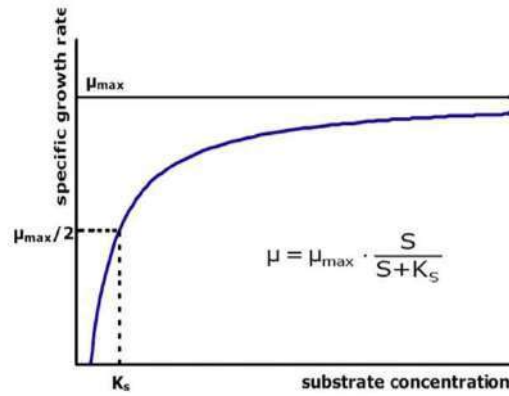


Fig.1 Specific growth rate depending on substrate concentration according to Monod [11].

Specific growth rate;

$$\mu = \mu_{\max} * S \frac{1}{K_S + S} - b \quad (14)$$

Substrate consumption rate;

$$-\frac{dS}{dt} = \frac{\mu_{\max} * X * S}{(K_S + S) * Y} \quad (15)$$

Substrate concentration;

$$S = \frac{K_S * (1 + Q_C * b)}{(\mu - b) * Q_C - 1} \quad (16)$$

Where;

S: Substrate concentration

$\mu_{\max}$: Maximum specific microorganism growth rate (day⁻¹)

Y: Cell conversion coefficient (biomass conversion rate)

K_s: Half saturation concentration (Monod constant) (mg COD / L)

Table 1. Cell conversion coefficients of some organics [12]

Organic matter	Y (g cell / g COD removal)
Protein	0.2
H ₂	0.03
propionate	0.037
Acetate	0.032
butyrate	0.058
Carbohydrate	0.35
Lipid	0.038

1.7. First Order Kinetics

In some suspended growth systems, the biokinetic growth parameters of microorganism cultures can be expressed by First Order Kinetics. First Order Kinetics;

Specific growth rate;

$$\mu = k * S \frac{1}{S_0 - S} - b \quad (17)$$

Substrate consumption rate;

$$-\frac{dS}{dt} = k * S \quad (18)$$

Substrate concentration;

$$S = \frac{S_0}{(1 + Q_c * k)}$$

Where;

S_0 : input substrate concentration (mg COD / L)

S : Output substrate concentration (mg COD / L)

k : maximum specific substrate utilization rate (mg COD / mg VSS * day)

c : average sludge oil (days)

b : microorganism mortality rate (day⁻¹)

μ : specific microorganism growth rate (day⁻¹)

ds / dt : substrate utilization rate (mg COD / L * days)

Table 2 Kinetic constants for mesophilic anaerobic treatment of various organic substances [12].

Organic matter (substrate)	Anaerobic purification step	k (g COD/g volatile suspended solid * day)	μ_{max}	Ks (half saturation speed constant) (mg COD / L)	b (kd)	Y (biomass conversion speed) (g volatile suspended solid/ g COD)
Carbohydrates	Acid formation	1.33-70.6	(day ⁻¹)	22.5-630	(day ⁻¹)	0.14-0.17
Short chain fatty acids	Hydrolysis	6.2-17.1	0.085-0.55	12-500	0.01-0.015	0.025-0.047

Long chain fatty acids	Hydrolysis	0.77-6.67	7.2-30	105-3180	6.1	0.04-0.11
H ₂ / CO ₂	Methane formation	1.92-90	0.13-1.2	0.6	0.004-0.037	0.017-0.045
Acetate	Methane formation	2.6-11.6	0.55	11-421	0.01-0.027	0.01-0.054

Anaerobic treatment systems are much more sensitive to temperature changes (especially sudden temperature drops) than aerobic systems. Therefore, the temperature factor in kinetic constants must be taken into account [13]. Anaerobic bacteria are more susceptible to temperature changes than aerobics. For example, the K_s value for acetate; increased from 164 to 930 mg / L if the temperature drops from 35 ° C to 25 ° C. This change in K_s significantly affects effluent quality and biomass activity. The activity of acetogens is less affected by temperature changes than methanogens [14].

Table 3. Change in temperature of k and K_s for acetate in anaerobic treatment [13]

Temperature °C	k (day ⁻¹)	K _s (mg/L)
20	3.85	2130
25	4.65	930
35	6.67	164

2. CONCLUSION

In this study, various models of anaerobic bioreactors developed in order to better understand the behavior and optimize the design are presented. Anaerobic bioreactors, relatively simple and feasible models were first highlighted. However, the diversity and Customized development for applications involving specific substrates and conditions limited their common applications. Speed limiting steps and intermediate fermentation products in different digestive conditions complex, but very difficult for processes involving anaerobic fermentation.

The model application is an important step in the evaluation of the applicability of the bioreactor, since solid data needs to be present proving the efficiency of such plant for the investor to proceed. The most suitable model have a wide-ranging of applications and are based on a wide-ranging of aims. Moreover, they have great variation in complexity: from simple calculators only estimating biogas yield based on the quantity of animals, to detailed models simulating every stage of anaerobic fermentation, with extensive databases of information required to be applied. However, since the great complexity along with the interferences between physico-chemical and biological processes, the cases where highly detailed models can be applied to different surfaces and conditions are limited.

REFERENCES

- [1] Ubay, G., 1993. An Investigation in Anaerobic Treatment of Domestic Wastewaters, Phd Thesis, İtÜ Graduate School Of Natural And Applied Sciences, İstanbul
- [2] Koçar, G., Eryaşar, A., Ersöz, Ö., Arıcı, Ş., Durmuş, A. Biogas Technologies, 1st Edition, Ege University Press, Izmir, 13-79 (2010).

- [3] Sucu M. Y., 2004. Investigated Of Effect of Temperature to Substrate Removal Kinetic In Anaerobic Filter. Master Thesis, Cukurova Uni. Institute of Science and Technology, Adana.
- [4] Merkel W., Schwarz A., Fritz S., Reuss M. Ve Krauth K.H., 1996. New Strategies for Estimating Kinetic Parameters in Anaerobic Wastewater Treatment Plants. Water Science and Technology 34 (5-6), 393-401.
- [5] Yu H. , Wilson F. Ve Tay J.H., 1998. Kinetic Analysis of an Anaerobic Filter Treating Soybean Wastewater. Water Research, 32 (11), 3341-3352.
- [6] Stover, E. Ve Kincannon, D. F., 1982. Rotation Biological Contactor Scale- Up And Design. Proc. Of The 1st Int. Conf. On Fixed-Film Biological Processes, Kings Island, Ohio, 1-21.
- [7] Ahn, J.H. and Forster, C. F., 2000. A Comparison of Mesophilic and Thermophilic Anaerobic Upflow Filters. Bioresource Technology, 73, 201-205.
- [8] Nandy T. Ve Kaul S. N.,1991. Evaluation Of Kinetic Constans for Anaerobic Fixed Film Fixed Bed Reactor System Treating Herbal Pharmaceutical Wastewater. Environmental Science Health, A26 (5).
- [9] Setiadi T., Husaini Ve Djajadiningrat A.,1996. Palm Oil Mill Effluent Treatment by Anaerobic Baffled Reactors: Recycle Effects And Biokinetic Parameters. Water Science And Technology 34(11), 59-66.
- [10] Mosey F.E., 1980. Anaerobic Biological Treatment Of Food Industry Wastewaters. Annual Conference of Water Pollution, Conference Paper No: 11, Buxton.
- [11] Moser A. Bioprozesstechnik: Berechnungsgrundlagen Der Reaktionstechnik Biokatalytischer Prozesse [Bioprocess Engineering: Basic Calculation of Reaction Engineering of Biocatalytic Processes]. Wien, New York: Springer Verlag; 1981.
- [12] Speece, R. E., 1986. Anaerobic Biotechnology for Industrial Wastewaters. Archae Pres, Nachwille, Tennessee, 436.
- [13] Öztürk İ., 1999. Anaerobic Biotechnology and Its Applications in Waste Treatment. Water Foundation Publications, Scientific Research Series, Istanbul.
- [14] Speece, R. E., 1986. Anaerobic Biotechnology for Industrial Wastewaters. Archae Pres, Nachwille, Tennessee, 436.

INVESTIGATION OF THERMAL PRETREATMENT EFFECT FOR ANAEROBIC DIGESTION OF HAZELNUT WASTES

Halil ŞENOL

Arş. Gör. Dr., Giresun University

Mehtap ERŞAN

Doç. Dr., Cumhuriyet University

Emre GÖRGÜN

Öğr. Gör., Cumhuriyet University

Abstract

Biogas; is a colorless and flammable gas obtained from organic waste such as vegetable and animal wastes by fermentation in oxygen-free environments. The composition contains 60-70% methane, 40-30% carbon dioxide, as well as small amounts of hydrogen, carbon monoxide, hydrogen sulfide and nitrogen. Biogas is produced by anaerobic digestion of organic substances. However, the aqueous mixture in anaerobic reactors must be in water soluble form. In this context, there is a need for preprocessing technologies to provide biogas production from lignocellulosic components, which are an organic and partially insoluble lignocellulosic component. In this study, biogas production of hazelnut wastes as a result of thermal pretreatment was investigated. Thermal treatments were performed at 100 °C for 10, 20, 30, 60 and 120 min. The highest biogas production was 154.81 ml CH₄ / g Volatile Solid. The total COD removal in this reactor was 84.28 %.

Keywords: Biogas, Anaerobic digestion, Hazelnut wastes.

Özet

Biyogaz; oksijensiz ortamlarda fermantasyon yoluyla, bitkisel ve hayvansal atıklar gibi organik atıklardan elde edilen renksiz ve yanıcı bir gazdır. Bileşiminde, % 60-70 metan, %40-30 karbondioksit bulunmasının yanı sıra, az miktarda hidrojen, karbon monoksit, hidrojen sülfür ve azot içerir. Biyogaz organik maddelerin anaerobik sindirimi sonucu üretilir. Fakat anaerobik reaktörlerde bulunan sulu karışımın suda çözünür formda olması gerekmektedir. Bu bağlamda organik olan ve kısmen suda çözünmesi olmayan lignoselülozik bir bileşen olan lignoselülozik bileşenlerden biyogaz üretimi sağlanması için önışlem teknolojilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada fındık atıklarının termal önışlem sonucu oluşturduğu biyogaz üretimi incelenmiştir. Termal önışlemler 100 °C’de ve 10, 20, 30, 60 ve 120 dakika uygulanmıştır. En yüksek biyogaz üretimi 154.8 ml CH₄/ g Uçucu Katı değerinde meydana gelmiştir. Bu reaktörde toplam KOİ giderimi % 84,28 değerinde olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Biogas, Anaerobik fermantasyon, Fındık atıkları

1. INTRODUCTION

Biogas is a flammable gas obtained from the processing of biomass. Biogas, unlike other flammable gases (eg natural gas), is obtained only from animal or vegetable, ie organic raw materials. Anaerobic fermentation of organic substances is both a waste treatment method and biogas production method which is clean and renewable energy by preventing uncontrolled release of methane. The definition and content of biogas is as follows; biochemical fermentation of organic material under anaerobic conditions, flammable, colorless and odorless, lighter than air, octane number 110, a large part of the combination of methane and carbon dioxide gas is a gas burning with a bright blue flame [1,2].

The raw materials used in the production of biogas and their properties have a significant effect on the energy efficiency produced. The production of biogas from organic substances depends on the

substances which are decomposable to methane (CH₄) and carbon dioxide (CO₂). Therefore, the composition and decomposition of animal manure and energy plants are the most important parameters in methane yield [3].

Raw protein is highly effective in the formation of crude oil, fiber, cellulose, hemi-cellulose, starch and sugar methane. Hazelnut waste is a greenish plant that covers and protects the outer shell of the hazelnut [4, 5]. After the hazelnut harvest is collected, it is provided to separate the hazelnut and hazelnut waste in the separator machine.

In lignocellulosic structure refers to structures containing cellulose, hemicellulose and lignin and forms the structure of plant-derived biomass. Cellulose and hemicellulose are carbohydrates of polymeric structure in plant origin. At the same time, lignocellulosic structures emerge as a result of these structures being tightly bound to lignin by hydrogen and covalent bonds. In the structure of biomass, it contains different amounts of cellulose (40-60 %), lignin (10-25 %) and hemicellulose (20-40 %) [6,7]. Lignocellulosic biomass is one of the most abundant biomass in the world. Biogas production from a lignocellulosic biomass is quite difficult. Therefore, lignocellulosic biomasses should be evaluated in biogas production since the use of fossil fuels should be reduced and new energy resources should be directed [8].

Giresun province has an important place in the world in terms of hazelnut production. According to recent records, 102,000 t of hazelnuts are produced annually in Giresun [9]. In the laboratory work, 48 g of 100 g shell nut was weighed as shell. According to this account, 48.25 % of hazelnut is crust in Giresun.

In this study, anaerobic digestion of hazelnut waste was realized by optimization of thermal pretreatments. Thus, anaerobic digestion process was monitored by measuring % sCOD removal.

2. Materials and Methods

Hazelnut waste was taken from Giresun province. C and N values of organic wastes were determined using a costech Elemental Analyzer. The dry substance content was determined by drying for 48 h at 105 °C. The volatile solids ratio was obtained by burning the dried material in an ash furnace at 550 °C for 2 h [10]. The ash was found by subtracting the starting mass from the known mass. Hemicellulose, cellulose, and total lignin were determined from yzed CS with 72 % H₂SO₄, using 0.3 g of the dried sample processed with 3 ml of 72 % H₂SO₄ (v/v) for 1 h at 30 °C in a thermostatic bath. The filtrate was analyzed for carbohydrate contents in a chromatographic system [11].

In all experiments, the solids content was determined as 10% by mass. 500 ml filtering flask were used as bioreactors. An appropriate silicone hose is attached to the outlet pipe of the filtering flasks and the 0.30 liter gas collection bags are fitted at the end of this hose. Subsequently, all reactors were coated with aluminum foil. In all experiments, 80 % of the volume of the conical flasks used as bioreactors was filled with an aqueous mixture and 20% remained empty.

Thermal treatments were applied in the oven. Thermal pre-treatment temperature was taken as 100 °C constant. The pretreatment time was 10, 20, 30, 60 and 120 min. These reactors are designated as R-10, R-20, R-30, R-60 and R-120, respectively. After thermal pretreatments, the water solubility of each reactor was determined. Methane content of the formed gases was determined by a portative biogas meter. The biogas formation rate of each reactor was determined as ml CH₄ / g Volatile Solids.

3. Results and Discussion

The analysis results applied to the hazelnut shell are shown in Table 1.

Table 1. Physical and chemical parameters of organic wastes

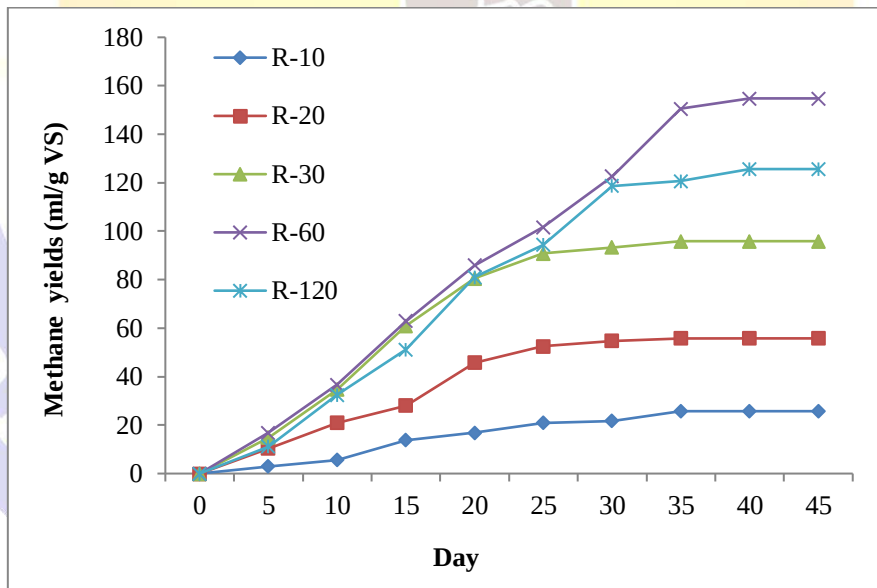
Parameters	Hazelnut waste
% C (% w/w)	42.28
% N (% w/w)	0.79
% dry matter (% w/w)	81.12
% Volatile Solid (% TS)	83.01
% Moisture (% w/w)	18.86

The C/N ratio was determined as 53 according to the C and N ratios formed by elemental analysis. Although the C/N ratio was greater than the range determined for anaerobic conditions, it did not cause any inhibition of cumulative biogas production.

Table 2. Biogas yields of different reactors and sCOD removals

Reactor	Biogas yields(ml CH ₄ / g VS)	sCOD % removal
R-10	25.74 ± 11.1	88.80 ± 3.4
R-20	55.98 ± 12.2	81.49 ± 4.4
R-30	95.89 ± 9.6	85.41 ± 3.8
R-60	154.81 ± 8.9	84.28 ± 2.9
R-120	125.65 ± 10.5	89.94 ± 2.7

The C / N ratio was determined as 53 according to the C and N ratios formed by elemental analysis. Although the C/N ratio was greater than the range determined for anaerobic conditions, it did not cause any inhibition of cumulative biogas production.

**Fig.1** Cumulative biogas yields of reactors

In Fig 1, anaerobic processes are given to the reactors with different pretreatment. In this context, the anaerobic process of the reactors under different pretreatment periods varied from 30 to 40 days. Biogas content was analyzed every 5 days and methane content continued to increase continuously.

4. CONCLUSION

Biogas yields were achieved successfully according to the thermal pretreatment periods applied to hazelnut wastes at certain intervals. Although the reactor had a thermal pre-treatment time of 120 min, it did not have the highest biogas production. Among the reasons for this, thermal pretreatment applied for more than 1 h caused toxic effects.

5. ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by the Sivas Cumhuriyet University Scientific Research Projects Unit (CUBAP). We would like to thank you for your contribution to the related institution.

REFERENCES

- [1] Kocar, G., Eryasar, A. and Illeez, B., 2007. Biogas Feasibility in Energy requirement of a Rural House in Izmir/ Turkey, The 3rd International Energy, *Exergy and Environment Symposium*, 15 July Evora, Portugal.
- [2] Walsh, J.L., Ross, C.C. Smith, M.S. and Harper, S.R., 1989. Utilization of Biogas, Biomass, 20, pp. 277-290.
- [3] Öztürk, İ., 1999. “Anaerobik Biyoteknoloji ve Atık Arıtımındaki Uygulamaları”, Birsen Yayınevi, Eyüp, 1-25, 35-38.
- [4] Öztürk, M., 2005. Biogas production from animal manure, Ministry of Environment and Forestry, p. 9-21.
- [5] Koç, Y., Koç, A. Bulgan, A.T. and Akçakoyun, N., 1990. Biogas Production and Facilities Design, Gazi University Journal of Technical Education, 2, ss. 3-19, Ankara.
- [6] Yang, H., Yan, R., Chen, H., Lee D.H. Zheng, C. (2007). Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis. *Fuel*, 86, 1781 - 1788.
- [7] Hendriks, A. T. W. M., Zeeman, G. (2009). Pretreatments to enhance the digestibility of lignocellulosic biomass. *Bioresource Technology*. 100 (1), 10 - 18.
- [8] Bochmann, G., Montgomery, L.F.R., Murphy, J., Baxter, D. (2013). Storage and pretreatment of substrates for biogas production A2 Wellinger, Arthur. In: The Biogas Handbook, Woodhead Publishing, 42, 85 - 103.
- [9] Ministry of food, agriculture and livestock, Hazelnut Research, <https://giresun.tarim.gov.tr/>; 2017 [accessed 01 July 2018].
- [10] Salminen E, Einola J, Rintala J. The methane production of poultry slaughtering residues and effects of pretreatments on the methane production of poultry feather. *Environmental Technology*, 2003; 24 (9): 1079–1086.
- [11] APHA, 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater, Washington, DC.

REACTOR TYPES FOR ANAEROBIC DIGESTION

Halil ŞENOL

Arş. Gör. Dr., Giresun University

Abstract

Biogas is a gas mixture formed by anaerobic decomposition of organic substances in an oxygen-free environment. Biogas content is approximately 60-65 % methane (CH₄), 35-40% carbon dioxide (CO₂), max 1% nitrogen (N₂), 0.2 % oxygen (O₂) and 4000 ppm hydrogen sulfide (H₂S) located. In industrial terms, biogas production reactors are divided into different categories according to their production capacities, operating temperatures and types of materials used. The most commonly used biogas reactors in this study (Anerobic Sludge bed filter model reactor, upflow anaerobic sludge bad reactors, anaerobic fluidized bed reactors, anaerobic batch reactors (anaerobic sequential batch reactors), anaerobic biofilm reactors and anaerobic contact reactors) working principle, current work and production conditions will be given.

Keywords: Biogas, Anaerobic digestion, Anaerobic reactors

1. INTRODUCTION

Biogas reactors are generally divided into two types as batch type and continuous type according to the type of feed. In the batch feed reactor, the feed material is charged to the reactor once and is waited until the gas output is exhausted or reduced. After this process, the waste in the existing reactor structure is discharged and replaced and the process starts again and continues. This type of system is used in cases where the feed material where the solid material is dense or if it is found out periodically, has a coarse-grained structure. The daily maintenance of these reactors is very comfortable, and their failure is rare. However, biogas production follows a continuously decreasing graph, which is variable so production continues irregularly. In order to prevent this problem, reactors filled in several different periods are commissioned. Each tank gas outlet is supplied to the gas storage tank. But this solution increases the initial investment cost [1].

In continuous feed type reactors, the material is introduced into the reactor at regular intervals and the fermented material as much as the added material is removed. In such reactors, continuous feeding and discharging is ideal, but in practice this is not applied [1]. Anaerobic reactors; reactors in which microorganisms proliferate or grow on biofilms.

In this study, detailed information is given about anaerobic sludge bed filter reactor, Upflow anaerobic sludge bad reactors, anaerobic fluidized bed reactors, anaerobic batch reactors (anaerobic sequential batch reactors (ASBR)), anaerobic biofilm reactors anaerobic contact reactors which vary according to organic material type and operating conditions.

1.1. Anaerobic Sludge bed filter Model Reactor

The anaerobic sludge bed filter reactor consists of an upstream sludge bed (UASB) reactor that covers approximately 1/3 of the total reactor volume and an anaerobic filter that covers approximately 2/3 of the total reactor volume. In the filter area, hose with grooves is used as packing material. The hoses were randomly cut into the reactor by cutting to a thickness of about 2 cm. In this way, a specific surface area of 225 m² / m³ was obtained for the attachment of microorganisms. Homogeneous waste water distribution is one of the most important factors in order to obtain high treatment efficiency. Therefore, it is very important to design the waste water distribution system correctly. In this study, the wastewater distribution system was designed as a cross. Wastewater distribution is provided through 12 holes, each with a diameter of 5 mm [2]. Fig. 1 show a simple UASB process.

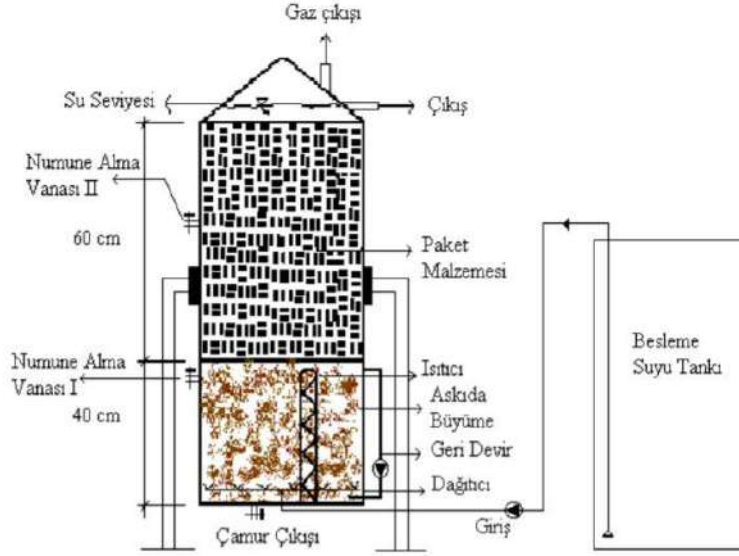


Fig. 1. Anaerobic sludge bed filter reactor

1.2. Upflow anaerobic sludge bed reactors

Up flow sludge bed reactors are the most widely used system in industrial wastewater treatment. Bacteria form granules, precipitate well, dry matter suspended in the outlet water is low. There are many modifications. Advantages of this type of reactor; high loading, low waiting time and cheap carrier. The disadvantages are not suitable for wastewater containing high suspended solids. The proportion of suspended dry matter in wastewater can prevent granule formation [3]. Fig. 2 and 3 show a simple upflow sludge bed reactors view.

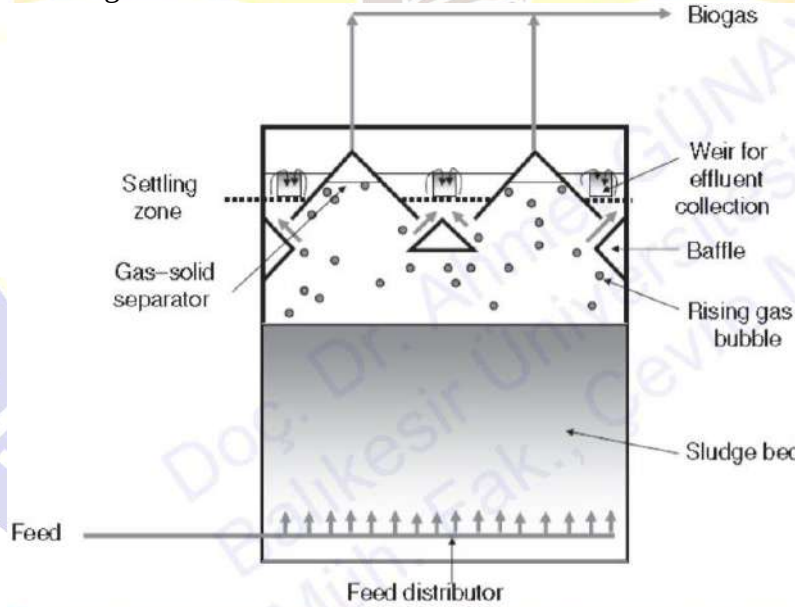


Fig. 2. Upflow sludge bed reactor [3]

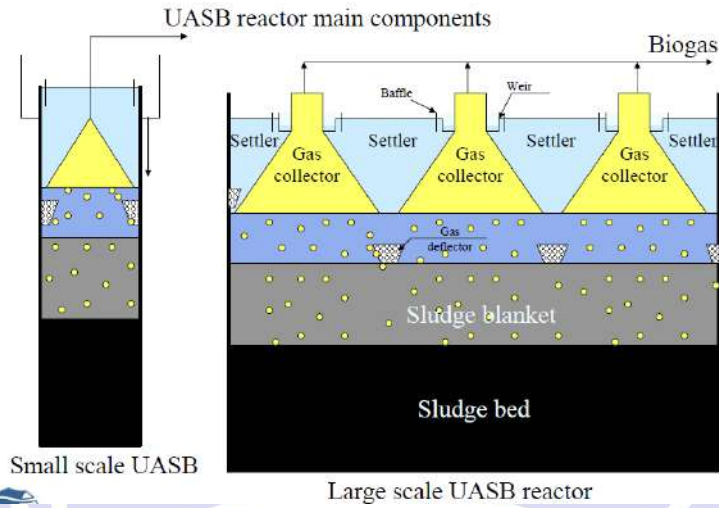


Fig. 3. Different types of upflow sludge bed reactors [4].

1.3. Anaerobic Fluidized bed reactor

Anaerobic Fluidized bed reactor (AFBR) has proven to be an efficient reactor in the applications of both Advanced oxidation processes (AOPs) [5] and biological processes [6]. Some of the admirable features of FBR include low operating charge [7], big protection to system disorder, big mass shift rates and uniform mixing. So Many researchers have examined the applications of FBR in wastewater analysis, especially AOPs and biological processes. Even though the application of FBR in AOPs is almost new, FBR has been widely used in biological wastewater analysis, with many large-scale fluidized bed bioreactors (FBBRs) in presence. Figure 4 shows the basic AFBR image.

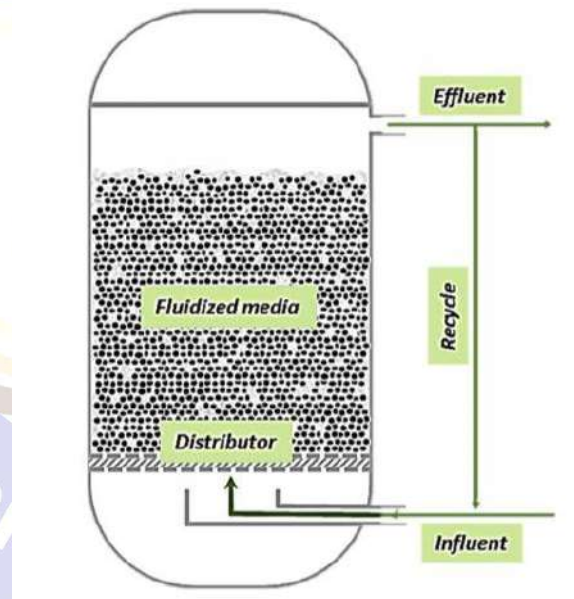


Fig. 4. Anaerobic Fluidized bed reactor

Two-phase FBR concern a fluent-solid or gas-solid process where fluidization is accomplished by the fluent or gas. In wastewater analysis, nevertheless, only fluent-solid system is suitable. The solid step should be a diversity of support components or catalysts while the fluent phase is usually the

wastewater. The three-phase system concerns gas-fluent-solid process where aeration or oxygenation is summed to a typical fluent-solid FBR. In a two-phase FBR, fluidization is brought by the stream of wastewater through the catalyst or biomass bed. In a three-phase system, fluidization is brought by the contemporaneous or countercurrent stream of the fluent and gas through the solid bed. The three-phase system was advanced to improve, inter alia, the oxygen block encountered in two phase FBRs [8]. However, the three-phase system has some challenges such as particle elutriation with high gas stream rate and increased disturbance which may cause reactor breakdown. Even though two phase systems are simpler in design and easier to control, the three-phase systems have seen broader applications [9].

1.4. Anaerobic batch reactors (Anaerobic Sequential batch reactors (ASBR))

ASBRs from biological treatment processes are widely used in the treatment of domestic and industrial wastewater [10-11]. Since the ASBR process is known to have operational flexibility and efficient wastewater treatment performance in the biological treatment of wastewater, it can also be an appropriate method for the treatment of dairy industry wastewater. ASBR is an activated sludge system which operates according to the fill-discharge principle used for wastewater treatment. In ASBR, the treatment takes place over time rather than in the area. The processes used in ASBR and conventional activated sludge systems are the same. The only difference is that in the ASBR, treatment takes place in a single reactor, whereas in the conventional activated sludge system, different reactors occur. A cycle in ASBR is used for the time from filling of the wastewater into the reactor to its discharge and consists of five consecutive phases: filling, reaction, sedimentation, emptying and resting. Figure 5 shows the ASBR image.

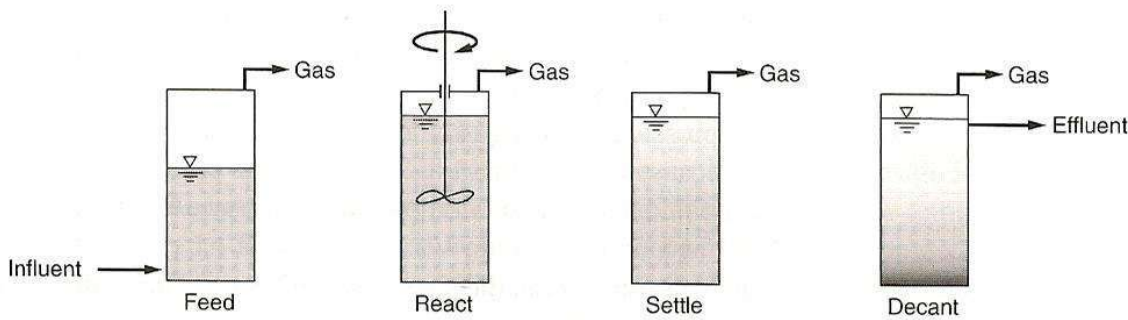


Fig. 5. Anaerobic Fluidized bed reactor process [11]

The reaction and the solid-liquid separation take place in the same tank. Hydraulic retention time varies from 0.25 to 0.5 days. Volumetric organic loading varies from 1.2 to 2.4 kg COD/ m³. Similar to UASB, well-settled sludge is produced [12].

1.5. Anaerobic biofilm reactors

The term “biofilm reactor” indicates to that class of bioreactors where the biocatalyst happens in an anchored form, either on the surface of an passive “carrier” or attached to one another. The carrier should be the wall of the reactor, baffles yielded for this aim or particles of some inert material.

Anaerobic biofilm reactors are charming with their huge loading capacities, fixed biomass, resistance to hydraulic or biological overloads, and no need of mechanical mixing [13-15]. Related to current anaerobic analysis systems, biofilm reactors should naturally dwindle start-up time and broaden biological loading rates up to fivefold [16]. Biofilms are microbial companies added to support components and they have ability for efficient removal of biological and methane production [17–19]. Many types of biofilm reactors have been profitably used for the analysis of high-strength effluents from food industry and dairy production [20].

In anaerobic biofilm reactors, microorganisms are immobilized on support components and biological matter removal efficiency is associated with the nature and goods of components Dairy

wastewater analysis in anaerobic filter (AF) has been directed by using many support components like seashell, charcoal, plastic components, ceramic, sintered glass, fire bricks, natural stones including limestone, gravel, pumice, rocky and clay aggregates. Patel et al. [15] compared the where analysis performances of various support components in an up-stream AF at 37 °C. Anaerobic filter is too famous among biofilm reactors and HRT is efficient on the performance when analysing low-strength wastewater while OLR is limiting parameter when AF is filled by high-strength wastewater [21]. Fig. 6 shows the AFBR operating system.

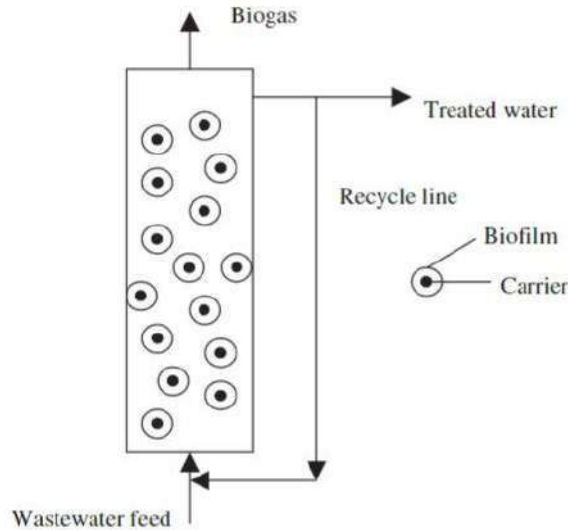


Fig. 6. Anaerobic fluidized bed reactor (AFBR) [21].

1.6. Anaerobic contact reactors (ACRs)

ACRs is a reversing system. Hydraulic retention time varies from 0.5 to 5 days. The volumetric organic loading rate is 1 - 8 kg COD / m³.d. Poor precipitation may be a problem due to gas formation. Fig. 7 shows a typical ACR image and operating principle.

In anaerobic reactors, the contact reactor is a convenient high rate anaerobic procedure for decay of biological matter. Anaerobic contact process subsists of an agitated reactor and a solids settling tank for converting of microorganisms. This process could be treated as a like activated sludge system in which sludge is recycled from a clarifier to the central reactor. The act of anaerobic reactors is firstly affected by both the substrate retention time and the degree of contact between influent substrate and microorganism population. Both of these parameters are a function of the mixing conditions ensured in the reactor. Mixing adds a convenient medium so the biomass remains in free state and the produced gas could be free from the capacities of the reactor [22-24]. Also, mixing establish a homogeneous substrate distribution avoiding stratification and formation of surface layer, and transfers heat seeing mass transfer rate, the anaerobic contact reactor is more suitable than conventional anaerobic systems such as upstream anaerobic sludge blanket (UASB) reactors because of the fact that they possess the properties mentioned above. The central advantages of contact process are that it reaches steady-state briskly, due to mixing, short hydraulic retention times are generally sufficient and relatively high effluent quality is gained [24]. The system could accept biological loading rates up to 8 kg COD/m³ day and could access COD removal efficiencies of around 85–95%. These types of reactors could also operate with high levels of total suspended solids and lipid levels [24-25].

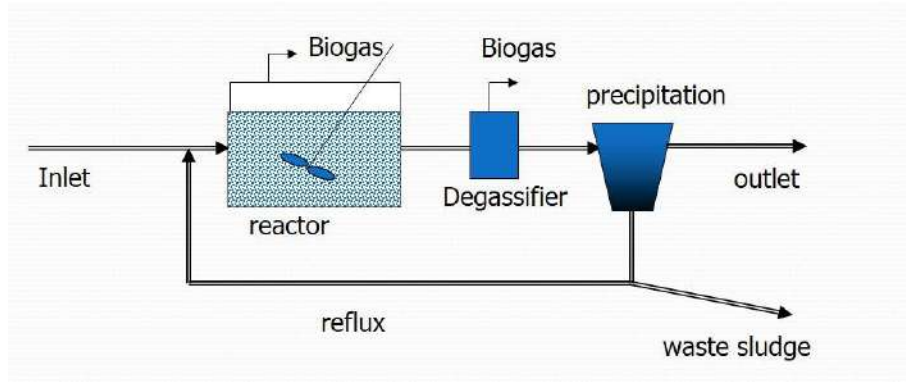


Fig. 7. Anaerobic contact reactor system [26].

2. Conclusion

In designs such as anaerobic contact reactor and anaerobic filter reactor where the HRT is different from the solid retention time (SRT), the HRT is shortened and thus the reactor dimensions can be reduced. However, in such reactors, the permissible solids content is generally about 1-3%. Specially designed, high-speed reactors are not accepted by farmers. This is because they are complex, require special knowledge in operation, and high initial investment costs. Due to the low solids content and the need for particle size, such reactors are not suitable for animal waste. However, such reactors can be particularly economical in plants where animal waste is washed with water. Because during washing, the TS ratio decreases up to 1 %, which leads to an increase in reactor size and heat requirement in conventional reactors depending on the residence time. In high-speed reactors such as anaerobic filter reactors, the residence time can be reduced up to three days, thereby reducing reactor sizes. However, if animal or fibrous wastes are used in these reactors, pretreatment, disintegration and dilution are needed. In an experimental study on the subject; cattle waste was tested in the upstream anaerobic filter reactor, with a rate of 4.4 % solids, except for a few clogging problems. However, the feeding material was pre-treated to form a particle size of 3 mm. Furthermore, in anaerobic filter reactors, the energy required for pumping increases due to the flow being subjected to stress. In the phase of acidification in two-phase reactors, CO₂ and acetic acid are produced in addition to H₂.

The material taken there is sent to the methanization reactor. In the case of the use of materials rich in carbohydrates, the resulting H₂ increases the system efficiency. However, this type of reactor is not economic in small-scale rural applications. Sequential batch reactors, one of the high-speed reactors, have been proposed for the treatment of organic waste of astronauts in long-term space missions. In anaerobic mesophilic reactors, pathogen removal is less than in thermophilic reactors. Therefore, in some applications where porcine waste is used as feed material, the anaerobic thermophilic reactor with a residence time of one day, an operating temperature of 62 °C, and an anaerobic mesophilic reactor with an operating temperature of 37 °C, with an operating temperature of 37 °C, increases pathogen removal and system efficiency production was reduced.

REFERENCES

- [1] Koçar, G., Eryaşar, A., Ersöz, Ö., Arıcı, Ş., Durmuş, A., “Biyogaz Verimine Etki Eden Faktörler”, Biyogaz Teknolojileri, 1.bas., Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 13-79 (2010).
- [2] <https://docplayer.biz.tr/44620518-Camur-yatakli-anaerobik-filtre-reaktorde-isletmeye-alma-fazinin-incelenmesi.html>
- [3] http://cevre.balikesir.edu.tr/wp-content/uploads/2017/09/08_Do%C3%A7-Ahmet-G%C3%9CNAY-CMS-4109-Anaerobik-Ar%C4%B1t%C4%B1m-S%C3%BCre%C3%A7leri-UASB-REAKT%C3%96RLER-1.pdf
- [4] eng.harran.edu.tr/moodle/moodledata/121/Sahinkaya_bakanlik_sunum.ppt
- [5] Tisa, F., Aziz, A.R.A., Mohd, W.W.A., 2014. Applicability of fluidized bed reactor in recalcitrant compound degradation through advanced oxidation processes: a review. J. Environ. Manage 146, 260e275. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.032>.

- [6] Zou, G., Papirio, S., Lakaniemi, A., Ahoranta, S.H., Puhakka, J.A., 2016. High rate autotrophic denitrification in fluidized-bed biofilm reactors. *Chem. Eng. J.* 284, 1287e1294. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2015.09.074>.
- [7] Ahmadi, M., Ramavandi, B., Sahebi, S., 2015. Efficient degradation of a biorecalcitrant pollutant from wastewater using a fluidized catalyst-bed reactor. *Chem. Eng. Commun.* 202, 1118e1129. <http://dx.doi.org/10.1080/00986445.2014.907567>.
- [8] Choi, J., Min, J., Lee, W., Lee, S.B., 2000. Approximated solution of model for threephase fluidized bed bio- film reactor in wastewater treatment. *Biotechnol. Bioprocess* 5, 65-70.
- [9] Han, H., Lee, W., Kim, Y., Kwon, J., Choi, H., Kang, Y., Kim, S., 2003. Phase hold-up and Critical fluidization velocity in a three-phase inverse fluidized bed. *Korean J. Chem. Eng.* 20, 163 – 168.
- [10] Steinmetz, H., Wiese, J. and Schmitt, T.G. 2002, Efficiency of SBR technology in municipal wastewater treatment plants. *Water Science and Technology* 46 (4), 293-299.
- [11] Ganesh, R., Balaji, G. and Ramanujam, R.A., 2006, Biodegradation of tannery wastewater using sequencing batch reactor – Respirometric assessment. *Bioresource Technology*, 97 (15), 1815-1821.
- [12] Fongsatitkul, P., Wareham, D.G. and Elefsiniotis, P., 2008, Treatment of four industrial wastewaters by sequencing batch reactors: Evaluation of COD, TKN and TP removal. *Environmental Technology*, 29 (11), 1257-1264.
- [13] Alves MM, Vieira JAM, Pereira RMA, Pereira MA, Mota M. Effect of lipids and oleic acid on biomass development in anaerobic fixed-bed reactors. Part I. Biofilm growth and activity. *Water Res* 2001;35:255–63.
- [14] Suwannopadol S, Ho G, Ruwisch RC. Overcoming sodium toxicity by utilizing grass leaves as co-substrate during the start-up of batchthermophilic anaerobic digestion. *Bioresour Technol* 2012;125:188–92.
- [15] Patel P, Desai M, Madamwar D. Biomethanation of cheese whey using anaerobic upflow fixed film reactor. *J Ferment Bioeng* 1995;79:398–9.
- [16] Zellner G, Vogel P, Kneifel H, Winter J. Anaerobic digestion of whey and whey permeate with suspended and immobilized complex and defined consortia. *Appl Microbiol Biotechnol* 1987;27:306–14.
- [17] Liu M, Zhao Y, Xi B, Hou L. Efficiency of a hybrid granular bed-contact oxidation biofilm baffled reactor for treating molasses wastewater. *Desalination Water Treat* 2014;1–8.
- [18] Zizi OB, Amar HA. Treatment of dairy wastewater by fixed-film system in continuous flow. *Desalination Water Treat* 2013;51: 14–24.
- [19] Encina PAG, Hidalgo MD. Influence of substrate feed patterns on biofilm development in anaerobic fluidized bed reactors (AFBR). *Process Biochem* 2005;40: 9–16.
- [20] Wang S, Rao NC, Qiu R, Molett R. Treatability and kinetic analysis of anaerobic moving bed biofilm reactor treating high strength milk permeate. *Desalination Water Treat* 2009;4: 1–3.
- [21] Rajinikanth R, Ganesh R, Escudie R, Mehrotra I, Kuman P, Thanikal JV, et al. High rate anaerobic filter with floating supports for the treatment of effluents from small-scale agro-food industries. *Desalination Water Treat* 2009; 4(1), 83–90.
- [22] Gerardi, M.H., 2003. *The Microbiology of Anaerobic Digesters*, 1st ed. Wiley Interscience, New York
- [23] Karim, K., Hoffmann, R., Thomas, K., Al-Dahhan, M.H., 2005. Anaerobic digestion of animal waste: waste strength versus impact of mixing. *Bioresource Technology* 96, 1771–1781.
- [24] S, entürk, E., Ince, M., Onkal Engin, G., 2010. Kinetic evaluation and performance of a mesophilic anaerobic contact reactor treating medium-strength foodprocessing wastewater. *Bioresource Technology* 101, 3970–3977.
- [25] Ward, A.J., Hobbs, P.J., Holliman, P.J., Jones, D.L., 2008. Optimization of the anaerobic digestion of agricultural resources. *Bioresource Technology* 99, 7928–7940.
- [26] Kaparaju, P., Buendia, I., Lars, E.I., Angelidaki, I., 2008. Effects of mixing on methane production during thermophilic anaerobic digestion of manure: lab-scale and pilot-scale studies. *Bioresource Technology* 99, 4919–4928.



CİBRENİN H₂SO₄ İLE KARBONİZASYONU SIRASINDA OLUŞAN GAZ VE KATI ÜRÜNLERİN SULU ÇÖZELTİLERDE Cr(VI) İNDİRGENMESİNDE KULLANILMASI

USE OF Cr(VI) REDUCTION OF GAS AND SOLID PRODUCTS FORMED DURING CARBONIZATION OF GRAPE MARC WITH SULFURIC ACID

Hasan ARSLANOĞLU

Arş.Gör.Dr., Fırat Üniversitesi

Özet

Sulardaki tehlikeli ağır metal kirleticilerden birisi olarak kabul edilen kromun üretimi ve endüstriyel amaçlarla kullanılması, önemli kirliliklere yol açmaktadır. Krom, sulu ortamlarda kararlı olan katyonik Cr(III) ve anyonik Cr(VI) kompleks iyonları şeklinde bulunmaktadır. Bu iki türün toksitesi birbirinden çok farklıdır.

Krom genellikle yüzey sularında 0.01 mg/l'den daha az konsantrasyonlarda ve tabii sularda nadir bulunan bir elementtir. Deniz suyunda genellikle 0.001 mg/l'den daha düşük bir seviyede bulunmaktadır. Bu değerlerin üzerindeki krom, endüstriyel aktivitelerden kaynaklanmaktadır ve böyle atıksuların arıtılması gerekir. Bu amaçla uygulanan klasik Cr(VI) arıtımındaki ilk adım, daha az toksik olan ve hidroksit çözeltisi verebilen Cr(III)'e indirgeme işlemidir. Arıtımın geriye kalan kısmı bir çöktürme ve katı-sıvı ayırmadan ibarettir. Sulardaki Cr(VI)'nın indirgenmesinde kullanılan başlıca maddeler SO₂ gazı alkali sülfite tuzları ve Fe(II) tuzlarıdır. İndirgeme sonucunda oluşturulan Cr(III) hidroksit olarak çöktürülerek sulardan uzaklaştırılmaktadır. İndirgeme - kimyasal çöktürme yönteminin haricinde iyon değiştirme, buharlaştırma, solvent ekstraksiyonu ve ters osmoz yöntemler olduklarından, atık akımlarından krom'un kazanılabilmesinin fizibil olduğu durumlarda uygulanabilirler. Adsorpsiyon bunlar içerisinde arıtım amacıyla uygulanabilirliği daha yüksek bir yöntem olup ileride yaygın olarak kullanılabilmesi hususunda ümit vermektedir. Ancak bu amaçla ekonomik ve etkin adsorbentler bulunması gerekmektedir. Bunun için çeşitli tarımsal artık ve yan ürünler atık sulardan ağır metallerin adsorpsiyonu amacı ile yoğun bir şekilde araştırılmışlardır.

Bu çalışmada kullanılmış olan cibrenin, sülfürik asit kullanılarak karbonizasyon yapılması sırasında oluşan gazın Cr(VI)'yı indirgemesi ve elde edilen katı karbonize maddenin Cr(VI)'yı adsorbe etmesi üzerine bir araştırma yapılmıştır.

Açığa çıkan SO₂ gazı ile sulu ortamlardaki Cr(VI), daha az toksik özellik gösteren Cr(III)'e indirgendiği ve bu şekilde açığa çıkan SO₂'nin Cr(VI) indirgeme kapasitesi belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda Cr(VI) indirgeme kapasitesi, cibre ve kullanılan aside bağlı olarak ortaya konmuştur.

Ayrıca reaksiyona girmeyen H₂SO₄'ın kazanılması amacıyla, Karbonizasyon işleminde elde edilen karbonize ürün saf su ile çalkalanıp süzöldükten sonra, süzöntüdeki asitlik, NaOH çözeltisi ile titre edilerek tayin edilmiştir. Yapılan çalışmalarda kullanılan asidin %25-38 arasındaki bir kısım basit yıkama ile seyreltik olarak elde edilmiştir. Elde edilen karbonize ürünler iki defa daha saf su ile çalkalanarak yıkandıktan sonra, 105°C'de kurutulup tartılarak karbonize ürün verimleri hesaplanmıştır.

Çalışmalar sonucunda karbonize ürün veriminin H₂SO₄ miktarının artmasıyla azaldığı gözlenmiştir. Ağırlıkça (%96'lık H₂SO₄)/(Cibre) oranı 2.0 olan çalışmalarda elde edilen karbonize verimi %56.6 olarak hesaplanmıştır. Kullanılan asit miktarı arttıkça birim cibre başına indirgenen Cr(VI) miktarının arttığı anlaşılmıştır. 2 gr kullanılarak H₂SO₄ /Cibre oranı 1.0, 2.0 ve 3.0 olacak şekilde uygulanan deneyde, Cr(VI) indirgeme kapasiteleri asidin gramı başına sırasıyla 219.5, 195.3 ve 190.9 mg Cr(VI) olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre kullanılan birim H₂SO₄ başına

indirgenen krom miktarının azaldığı anlaşılmıştır. Eğer bu azalma sabit olarak kabul edilirse indirgenmenin aside bağlı olduğu söylenebilir. Bu da indirgenmenin asidin bozulmasıyla meydana gelen SO_2 'den ileri geldiği sonucunu vermektedir.

Anahtar Kelimeler: Cr(VI) indirgeme, Cr(III) adsorpsiyonu, Cibre.

Abstract

The production and use of chromium, which is considered to be one of the dangerous heavy metal pollutants in water, causes important pollution. Chromium exists in the form of cationic Cr(III) and anionic Cr(VI) complex ions which are stable in aqueous media. The toxicity of these two species is very different.

Chromium is usually an element in surface waters at concentrations less than 0.01 mg /L and is rare in natural waters. It is generally present in sea water at a level of less than 0.001 mg /L. Chromium above these values is due to industrial activities and such wastewater needs to be treated. The first step in classical Cr(VI) treatment applied for this purpose is the reduction to Cr(III), which is less toxic and can yield hydroxide solution. The remainder of the treatment consists of a precipitation and solid-liquid separation. The main substances used in the reduction of Cr(VI) in water are SO_2 gas alkali sulfide salts and Fe(II) salts. Cr(III) formed as a result of reduction is removed from the water by precipitation as hydroxide. Since they are ion exchange, evaporation, solvent extraction and reverse osmosis methods besides the reduction - chemical precipitation method, they can be applied in cases where it is feasible to recover chromium from waste streams. Adsorption is a more applicable method for treatment purposes and gives hope for its widespread use in the future. However, economic and effective adsorbents are required for this purpose. For this purpose, various agricultural residues and by-products have been extensively investigated for the adsorption of heavy metals from waste water.

In this study, a research was carried out to reduce Cr(VI) of the gas produced during carbonization using sulfuric acid and adsorbed Cr(VI) of the solid carbonized material

With the SO_2 gas released, Cr(VI) in aqueous media was reduced to Cr(III), which showed less toxic properties, and the SO_2 reduction capacity of the SO_2 thus released was determined. As a result of the analysis, Cr(VI) reduction capacity was determined depending on the grape marc and acid used.

In addition, in order to recover the unreacted H_2SO_4 , the carbonized product obtained in the carbonization process was rinsed with pure water and filtered, then the acidity in the filtrate was determined by titrating with NaOH solution. 25-38% of the acid used in the studies was obtained by dilution with simple washing. The obtained carbonized products were washed twice with rinsing with purified water, dried at 105°C and weighed to calculate the carbonized product yields.

As a result of the studies, it was observed that carbonised product yield decreased with increasing H_2SO_4 content. The carbonized yield obtained in the studies with 2.0 by weight (96% H_2SO_4) / (Grape Marc) ratio was calculated as 56.6%. It was found that as the amount of acid used increased, the amount of Cr(VI) reduced per unit of cibre increased. In the experiment carried out using 2 g of H_2SO_4 / Grape Marc ratio as 1.0, 2.0 and 3.0, Cr(VI) reduction capacities were found to be 219.5, 195.3 and 190.9 mg Cr(VI) per gram of acid, respectively. According to these results, it was found that the amount of chromium reduced per unit H_2SO_4 used decreased. If this reduction is considered constant, it can be said that the reduction is acid-dependent. This results in reduction of SO_2 from acid degradation.

Keywords : Cr(VI) reduction, Cr(III) adsorption, Grape Marc.

1.GİRİŞ

İnorganik maddelerin çok büyük bir kısmı için organik maddelerin de bazıları için uygun bir çözücü olması ve tabiattaki çevrimi itibarıyla de taşıyıcı olması nedeniyle suyun, kullanıldığı ve taşındığı ortamlarda temas ettiği maddelerin bir kısmını çözerek bünyesine almasına neden olmaktadır. Bu özellik, suyun çok çabuk kirlenmesine neden olduğundan onun yeniden kullanılabilmesine ve doğrudan çevreye atılmasına engel olmaktadır.

Suda bulunan kirleticilerden bir kısmı zamanla bozunmayarak sulardaki miktarları ve buna bağlı olarak etkileri de azalırken bir kısmı hiç bozulmayarak ortamdaki miktarları artmaktadır. Bu tür kirleticilerden en önemlisi ağır metallerdir. Bunlar sulu ortamda elimine olmazlar ve sedimanlar da birikerek değişen ortam şartlarında yeniden mobilize olurlar. Bu özellikleri, ortamdaki kirlenici ve toksik özelliklerin devam etmesine neden olur. İşte bu tür etkilerini önlemek için ağır metallerin çevreye atılan sulardan uygun bir prosesle giderilmesi gerekir.

Sulardaki tehlikeli ağır metal kirleticilerden birisi olarak kabul edilen kromun kendisinin ve bileşiklerinin üretimi ve endüstriyel amaçlarla kullanılması, önemli kirliliklere yol açmaktadır. Krom, sulu ortamlarda katyonik Cr(III) ve anyonik Cr(VI) kompleks iyonları şeklinde bulunur. Bu iki türün toksisitesi birbirinden çok farklıdır. Aynı zamanda kuvvetli bir yükseltgen Cr(VI)'nın mutajen ve kanserojen etkileri vardır. Cr(III) ise belli miktarlara kadar hayvanlar için esansiyel bir element olup fazlasıyla oluşan toksit etkisinde Cr(VI) ya göre çok daha düşüktür [Leonard ve Lauwerys, 1980; Förstner ve Wittmann, 1983].

Klasik Cr(VI) arıtımındaki birinci adım, daha az toksit olan ve hidroksit çözültisi verebilen Cr(III)'e indirgemedir. Arıtımın geriye kalan kısmı bir çökeltme ve katı-sıvı ayırmada ibarettir.

Atık sulardaki Cr(VI)'nın indirgenmesinde kullanılan başlıca maddeler SO₂, alkali sülfid tuzları ve Fe(II) tuzlarıdır [Sittig, 1973; Patterson, 1985].

Krom içeren atık suların arıtımında ters osmoz, iyon değiştirme ve çeşitli maddelere adsorpsiyon gibi tekniklerde araştırılmıştır. Literal türde kromun her iki türünün adsorpsiyonla giderilmesiyle ilgili olarak, inorganik ve organik orjinli çok çeşitli adsorbentin yoğun bir şekilde araştırıldığı görülmektedir. Bu amaçla mamül maddeler yerine endüstriyel atıkların veya yan ürünlerin kullanılması maaliyetin düşük olması nedeniyle cazip görünmektedir.

Ekonomik bir adsorbent olacağı düşüncesiyle daha önce yapılmış çalışmalarda, pektini alınmış şeker pancarı küspesi ile Cr(III) ve Cr(VI)'nın adsorpsiyonu araştırılmıştır [Özer, vd., 1997]. Cr(VI)'nın şeker pancarı küspesine adsorpsiyonla giderilmesinin araştırıldığı çalışmada Cr(VI)'nın küspeye adsorpsiyonun yanında kısmen de Cr(III)'e indirgendiği belirlenmiştir [Özer vd., 1997]. Yapılan başka bir çalışmada ağır metal içerikli atık suların arıtımında metal hidroksitlerin çöktürülmesinde kullanılan kireç, sodyum hidroksit ve sodyum karbonat gibi alkaliler yerine, yine bir şeker fabrikası artığı olan 1. karbonatlama çamuru ve onun kalsine edilmiş ürünlerinin kullanılabileceği ortaya konulmuştur [Güler, vd., 2002; Kıyak, vd., 1999].

Küspeden pektinin alınması sırasında, sıcakta ve uzun süreli olarak HCl çözeltisiyle yapılan ekstraksiyonda [Özer, vd., 1997], pektinle beraber küspedeki küçük molekül maddelerde çözelti fazına geçerek uzaklaşırlar. Buna rağmen depektinize edilmiş şeker pancarı küspesinin Cr(VI)'yı kısmen indirgemesi [Özer, vd., 1997], şeker fabrikasyonunda sulu küspenin sıkılmasıyla oluşan küspe pres suyunun da Cr(VI)'yı indirgeyebileceği düşüncesini akla getirmiş ve yapılan bir çalışmada bu pres suyunun içerdiği çözünmüş ve koloidal organik maddelerin etkisiyle Cr(VI)'yı indirgendiği tespit edilmiştir [Altundoğan vd., 2002]. Literatürde, organik esaslı değişik maddeler kullanılarak Cr(VI)'nın indirgenmesine dair pek çok çalışmaya rastlanmaktadır [Yorkow, vd., 2002; Hug, vd., 1997].

Diğer taraftan lignoselülozik tarımsal ve endüstriyel artıklardan karbon esaslı adsorbentler yapılarak bunların su kirliliğinin giderilmesinde kullanılması pek çok araştırmaya konu edilmiştir. Bu maddeler genellikle bazı kimyasal maddelerin de yardımıyla çok değişik yöntemlerle karbonize edilmiş ve kirlilik oluşturan maddelerin adsorpsiyonunda kullanılmıştır. Bu yöntemlerin birisinde derişik sülfürik asidin su çekerek organik maddenin yapısını bozma ve karbon içerikli maddelere dönüştürme özelliğinden yararlanılmaktadır. [Namasivayam ve Kadirvelu, 1997; Namasivayam ve Kadirvelu, 1999; Demirbaş v.d., 2002; Kadirvelu vd., 2003; Kobya, 2004].

Fırat Üniversitesi Kimya Mühendisliği bölümünde şeker pancarı küspesinin H_2SO_4 ile karbonizasyonu sırasında oluşan ürünler kullanılarak sulu çözeltilerde Cr(VI) arıtımı üzerine araştırmalar yapılmıştır [Altundoğan vd., 2007]. Buna dayalı olarak çeşitli lignoselülozik artıkların da bu alanda araştırılması çerçevesinde bir proje yürütülmektedir. Bu proje çerçevesinde ve bu çalışmada üzüm işleme artığı olan cibrenin aynı yöntemle karbonize edilerek elde edilen gaz ve katı ürünlerle sulu çözeltilerde Cr(VI) indirgenmesi araştırıldı ve elde edilen sonuçlar önceki çalışmanın sonuçları ile karşılaştırıldı.

Cibrenin derişik sülfürik asitle muamele edilerek aktif karbon içerikli maddeye dönüştürülmesi sırasında SO_2 içerikli bir gaz çıkmaktadır. Yapılan çalışmada bu gazın Cr(VI) içeren çözeltilerde çok etkin bir şekilde Cr(VI)'yı indirgediği tespit edilmiştir. Çalışmada, cibrenin sülfürik asitle karbonizasyonu sırasında çıkan gazın Cr(VI) indirgeme kapasitesi belirlenmiştir. Bu arada su ile yıkamayla kazanılabilecek artık asidin özellikleri belirlenmiş ve elde edilen karbonize malzemenin verimi tespit edilmiştir. Ayrıca elde edilen karbonize malzeme kullanılarak, bunun sulu çözeltilerden Cr(VI) adsorpsiyonu üzerine bazı deneyler yapılmıştır.

2.MATERYAL METOT

Fırat Üniversitesi Kimya Mühendisliği bölümünde şeker pancarı küspesinin H_2SO_4 ile karbonizasyonu sonucunda açığa çıkan gaz ürün ve oluşan karbonize madde kullanılarak Cr(VI)'nın indirgenmesi üzerine bir araştırma yapılmıştır [Altundoğan vd., 2007]. Bu çalışmada aynı yöntem kullanılarak üzüm işleme artığı olan ve lignoselülozik yapıdaki cibre H_2SO_4 ile karbonize edilmiş ve elde edilen gaz ve katı ürünlerin Cr(VI) indirgemesinde kullanılması araştırılmıştır. Elde edilen bulgular önceki araştırmanın sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

2.1.Cibrenin Temini ve Hazırlanması

Bu çalışmada karbonize edilecek materyal olarak Elazığ yöresindeki Fırat Aral Şarap Fabrikası'ndan temin edilen cibre kullanıldı.

Kurutulmuş cibre Kimya Mühendisliği Laboratuvarlarında bulunan öğütücü değirmen kullanılarak öğütüldü. Elenerek fraksiyonlarına ayrıldıktan sonra -30+50 mesh ($600 \mu m < x < 300 \mu m$) fraksiyonları deneylerde kullanıldı. Deneylerde kullanılan cibrenin bazı karakteristik özellikleri tablo ve şekillerle verilmiştir.

2.2. Cibrenin Karbonizasyonu

2 g kurutulmuş cibre alındı ağırlığının 1.0; 2.0; 3.0 katı kadar %96'lık H_2SO_4 ile bir erlenmayerde temas haline getirildi. Erlenmayer bir ısıtıcı tarafından sabit bir şekilde ısıtıldı. Çıkan gaz yıkama şişelerinde bulunan 1000 mg/l konsantrasyonundaki çözeltilerden ardışık olarak geçirildi. Gazla çözelti arasındaki reaksiyonun sonucunda çözeltinin rengi turuncudan yeşile döndü. Çözeltiler birleştirildi ve Cr(VI) analizleri yapılarak indirgeme kapasitesi belirlendi. Deneylerde kullanılan cihaz Şekil 2.5'de görülmektedir.

Tablo 2.1. Cibrenin Bazı Özellikleri

ÖZELLİK	DEĞER
Yığın yoğunluğu (g/cm^3) ^a	0.89

Gerçek yoğunluk (g/cm ³) ^b	1.4974
105°C'de ısıtma kaybı	3.1
600°C'de ısıtma kaybı (%) ^d	74.9
Kül (%) ^e	5.6
Potasyum (%) ^f	1.74
Sodyum (mg/kg) ^f	1185
Kalsiyum (mg/kg) ^f	3500
Mağnezyum (mg/kg) ^f	810

^a Belirli hacimdeki kaba doldurulmuş cibrenin ağırlığı.

^b Helyum piknometresiyle bulunan değer.

^c 80°C'de kurutularak hazırlanmış cibrenin 105°C'de 24 saat bekletilmesiyle.

^d 80°C'de kurutulmuş cibrenin 600°C'de sabit tartım sonucu.

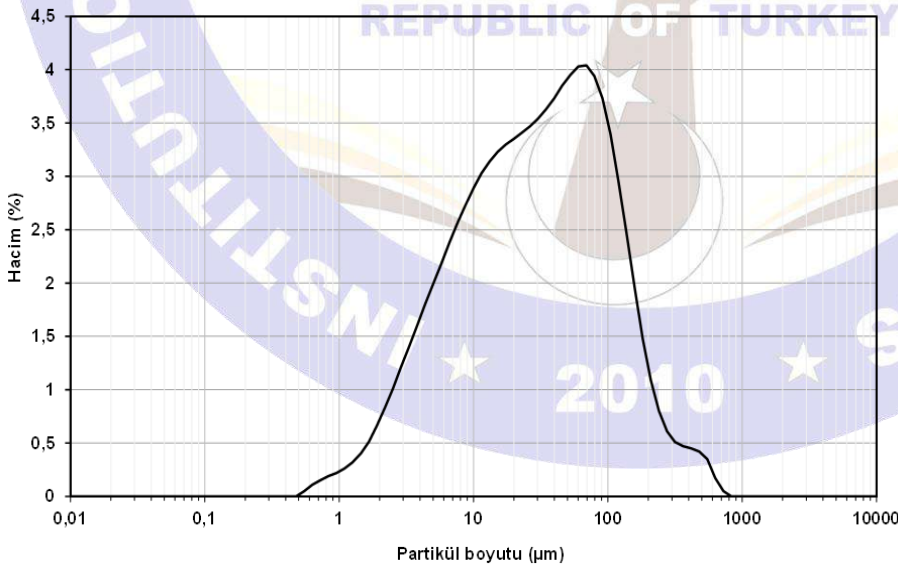
^e 80°C'de kurutulmuş cibrenin 950°C'deki sabit tartım kalıntısı.

^f Külün 0.1 M HCl'de çözündürülmesi ile elde edilen çözeltinin analizi ile.

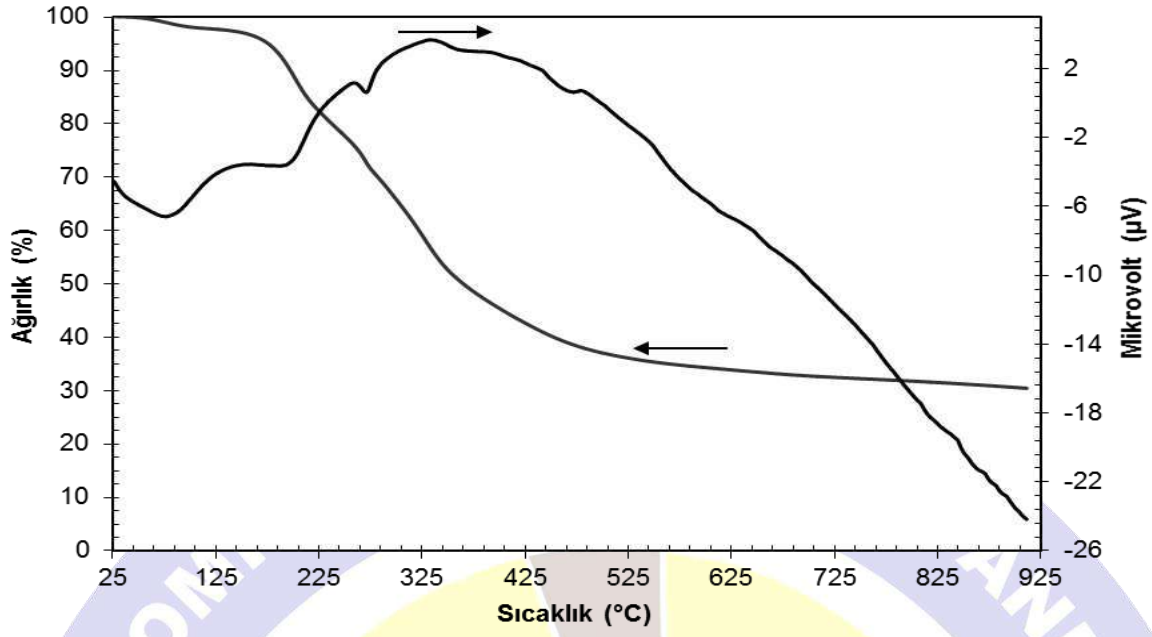
Tablo 2.2. Cibrenin Elementel Bileşimi.

BİLEŞEN (%)	DEĞER
C	45.94
H	5.58
N	0.66
S	0.09
O ^a	39.03

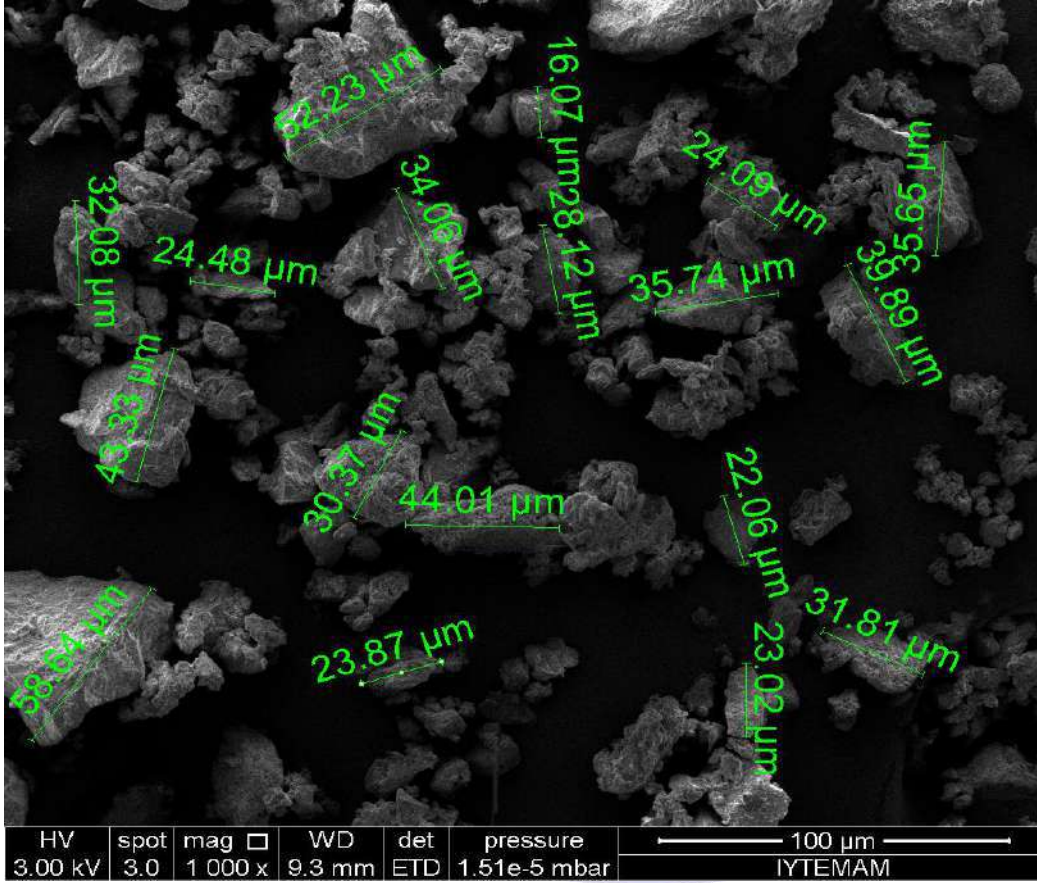
^a % Ağırlıkça C,H,N,S değerleri toplamının (100-%nem-%kül) değerinden çıkarılmasıyla hesaplandı.



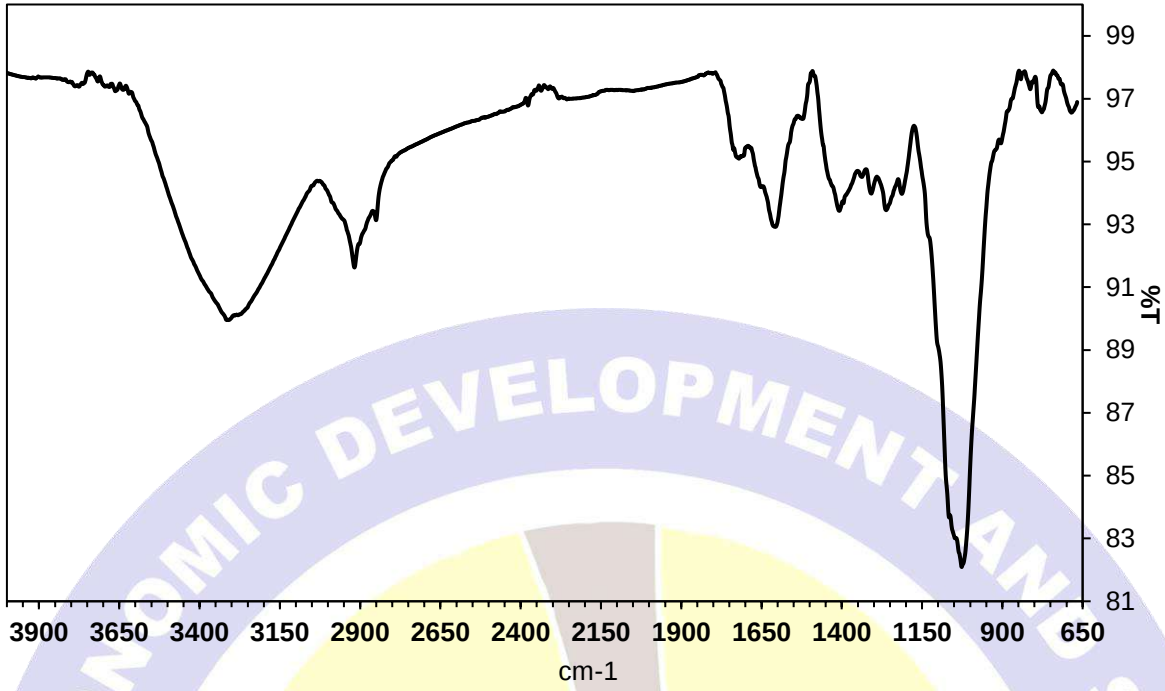
Şekil 2.1. - 50 mesh fraksiyonundaki cibrenin partikül boyut dağılımı.



Şekil 2.2. Cibrenin TG/DTA diyagramı



Şekil 2.3. Cibrenin SEM görüntüsü.



Şekil 2.4. Cibrenin FTIR diyagramı.

2.3. Karbonizasyon İşleminde Kalan Asidin Kazanılması ve Asitte Yapılan Testler

Karbonizasyon sonunda elde edilen katı madde, bu maddenin elde edilmesinde kullanılan kuru cibre ağırlığının 10 katı miktardaki su ile 30 dakika süre ile çalkalandı ve süzüldü. Elde edilen süzüntüdeki asitlik asidimetrik olarak tayin edildi.

2.4. Elde Edilen Karbonize Ürünle İlgili Yapılan Testler

Birinci yıkamada elde edilen asit gerekli test ve analizler yapılmak üzere muhafaza edildi. Elde edilen karbonize malzeme iki defa daha aynı miktarda su ile çalkalandı, süzüldü. Süzüntüler atıldı. Elde edilen katı madde 105°C’de kurutuldu. Kurutma sonunda tartım yapıldı. Karbonizasyon işleminin verimi belirlendi.

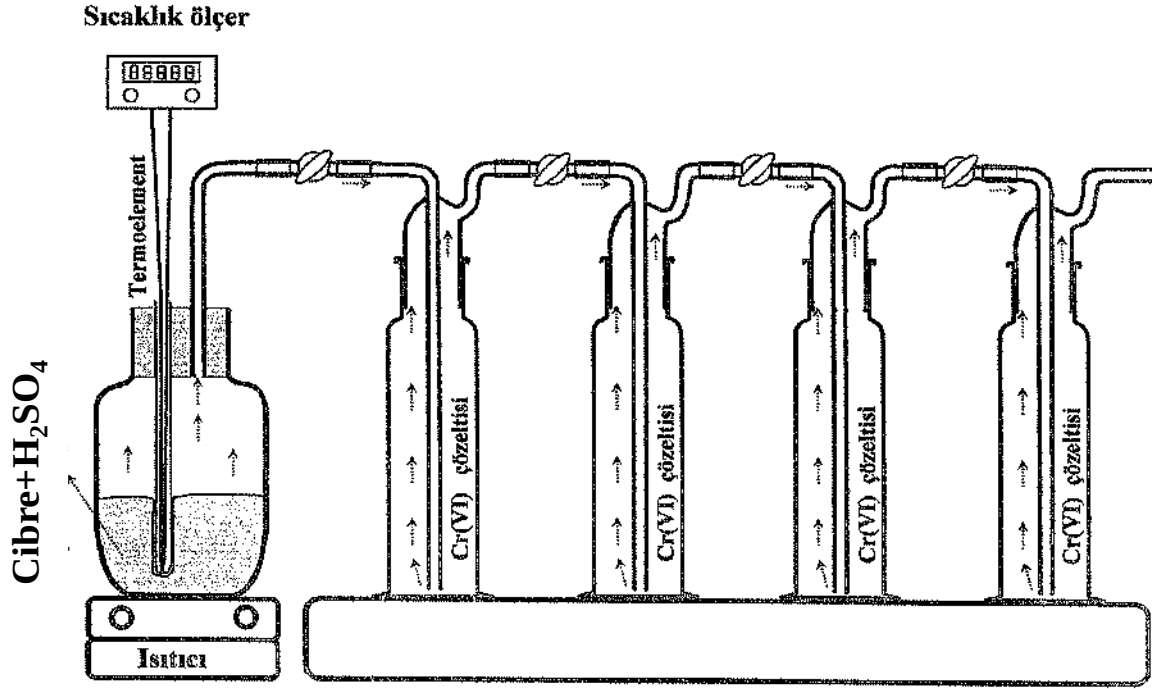
Ayrıca, karbonizasyon işleminde elde edilen katı maddenin Cr(VI) adsorbe etme özelliği belirlendi. Bu amaçla 2 gr cibreden elde edilen karbonize malzeme 100 ml 100 mg/l konsantrasyonundaki Cr(VI) çözeltisiyle 200 salınım /dk hızla çalkalandı. Belirli sürelerde alınan örneklerde Cr(VI) tayini yapıldı.

2.5. Analitik Yöntemler

2.5.1. Cr(VI) analizi

Çözeltilerde Cr(VI) analizi Difenil Karbazit Metoduna göre yapıldı (APHA, 1975). Metot, Cr(VI)’nın asidik ortamda 1,5-Difenil Karbazit ile oluşturulduğu renkli kompleksin spektrofotometrik ölçümüne dayanmaktadır. Bunun için 0.5 gr 1,5-Difenil Karbazitin 100 ml asetonunda çözünmesiyle elde edilen Difenil Karbazit çözeltisi ve 6 N H₂SO₄ çözeltisi reaktif olarak kullanıldı. Cr(VI) çözeltilerinin analizinde, 2 ml 6 N H₂SO₄ ve 1 ml Difenil Karbazit çözeltisi 50 ml’lik bir balon jojeye konuldu. Bunun üzerine tayin edilecek çözeltiden uygun analizi, Shimadzu marka UV-1201V model spektrofotometreyle, 540 nm dalga boyunda absorbansının belirlenmesi ve standartların değerleriyle mukayesesi ile gerçekleştirildi.

Bazı örnekler için gereken toplam krom analizleri, Perkin Elmer marka Analyst 400 model Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi ile yapıldı.



Şekil 2.5. Gaz ürünün Cr(VI) indirgemesinin gerçekleştirildiği deneylerde kullanılan cihaz.

2.5.2. Yıkamayla kazanılan asidin belirlenmesi

Asidin kazanılması amacıyla yapılan ilk yıkamada elde edilen yıkama suyundan alınan belirli bir miktar örnek (gerektiğinde seyreltilerek) 0.1 N NaOH (F-1) çözeltisiyle fenolftalein indikatörlüğünde çözeltinin rengi pembeye dönünceye kadar titre edildi. Sarf edilen NaOH çözeltisi miktarından yıkama sonucu kazanılan H_2SO_4 miktarı aşağıdaki bağıntıdan hesaplandı.

$$1 \text{ ml } 0.1 \text{ N NaOH çözeltisi} = 0.0049 \text{ gram } H_2SO_4$$

3. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA

3.1. Karbonizasyon Verimi

2 gr cibre %96'lık H_2SO_4 /cibre oranı 1.0; 2.0 ve 3.0 olacak şekilde %96'lık H_2SO_4 ile karıştırılarak $150^\circ C$ ' de ve gaz çıkmayınca kadar yürütülen karbonizasyon işlemlerinde elde edilen karbonize ürünler üç defa 20'şer ml destile su ile arka arkaya yıkandı. Elde edilen ürün kurutuldu ve tartıldı. Elde edilen karbonize ürün verimleri Tablo 4.1.'de görülmektedir.

Tablodan görüldüğü gibi verim, kullanılan %96'lık H_2SO_4 miktarının artmasıyla azalmaktadır. Bilindiği gibi derişik sülfürik asit organik maddelerden su çekmekte ve onu karbona dönüştürmektedir. Fakat bu işlem tam olarak gerçekleşmesi beklenemez, ancak, sülfürik asit miktarı arttıkça bu reaksiyonun daha etkin gerçekleştiği düşünülebilir. Bu da sülfürik asit miktarı arttıkça kalan kütlenin de daha az oluşunu açıklamaktadır. Diğer taraftan ilk karbonizasyon işlemi tamamlandıkça meydana gelen karbonun reaksiyona girmemiş sülfürik asidi kısmen indirgediği düşünülebilir (Eşitlik 1).



Karbonizasyon esnasında SO_2 esaslı bir gazın çıkışı da bunu göstermektedir. Bu durum, kullanılan H_2SO_4 miktarının artmasıyla karbonize malzemenin miktarının azalmasında etkili

olmuştur. Beklendiği gibi, organik maddedeki yükseltgenen bazı fonksiyonel grupların (alkol grupları; aldehit grupları vs.) yükseltgenbilmesi ile de SO_2 oluşabilir.

3.2. Karbonizasyon Gazının Cr(VI) İndirgenme Kapasitesi

2 gr cibre % 96'lık H_2SO_4 /cibre oranı 1.00; 2.00 ve 3.00 olacak şekilde % 96'lık H_2SO_4 ile karıştırılarak 150°C 'de ve gaz çıkmayınca kadar yürütülen karbonizasyon işlemlerinde elde edilen karbonizasyon gazı ardışık olarak konmuş olan gaz yıkama şişelerinin her birinde bulunan 1000 mg/l konsantrasyonundaki 125'er ml $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ çözeltilerinin içerisinde geçirildi (Şekil 2.5). Örneğin selüloz birimlerindeki sekonder alkol grupları aldehit ve takiben de karboksilli asit meydana getirecek şekilde yükseltgenirken sülfürik asit de kısmen SO_2 'ye indirgenebilir. İlk sıradaki yıkama şişesinden indirgemenin tamamlandığı anlaşıldığında bu yıkama şişesi devreden çıkarıldı ve en arka sıraya yenisi bağlandı. Böylece, gaz çıkışı olmayınca kadar işleme devam edildi. İşlem bittikten sonra yıkama şişelerinde Cr(VI) analizleri yapılarak indirgenen Cr(VI) miktarları belirlendi. Cibreye ve kullanılan aside göre Cr(VI) indirgeme kapasiteleri hesaplandı. Elde edilen sonuçlar tablo 3.1'de görülmektedir. Sonuçlar, indirgeme kapasitesinde kullanılan cibre veya asit miktarına bağlı daha iyi görebilmek amacıyla Şekil 3.1'de belirtilmiştir. Asit miktarı arttıkça birim cibre başına indirgenen Cr(VI) miktarı artarken, birim H_2SO_4 başına indirgenen Cr(VI) miktarı nispeten yavaş azalmaktadır. Eğer bu sabit olarak kabul edilirse, indirgemenin sülfürik asit miktarı ile ilgili olduğu düşünülebilir. Bu suretle de indirgemedede sülfürik asidin bozunması ile meydana gelen SO_2 'nin esas rolü olarak düşünülebilir.

Tablo 3.1. Karbonize ürün verimleri.

De ney No	Kulla nılan Cibre (g)	Kullanı lan %96'lık k H_2SO_4 (g)	%96'lık H_2SO_4 /Cibre oranı (g/g)	Elde Edilen Karbonize Ürün (g)	erim (%)
1	2	2	1	1.325	6.25
2	2	4	2	1.132	6.60
3	2	6	3	0.900	5.00
Şekerpancarı Küspesi İle Yapılan Çalışma [Altundoğan vd., 2007]					
De ney No	Kulla nılan ŞPK (g)	Kullanı lan %96'lık k H_2SO_4 (g)	%96'lık H_2SO_4 /ŞPK oranı (g/g)	Elde Edilen Karbonize Ürün (g)	erim (%)
1	2	2	1	1.14	57.00
2	2	4	2	0.95	7.50
3	2	5	2.5	0.90	5.00

3.3. Karbonize Malzemenin Cr(VI) Adsorpsiyonu

Deneylerde elde edilen karbonize maddenin 100 mg/l konsantrasyonundaki 100 ml Cr(VI) çözeltilisiyle çalkalanması sonucunda karbonize maddenin Cr(VI) adsorbe etme özelliği belirlendi.

pH değişimi Tablo 3.2’de, Cr(VI) giderme etkinliği ve Cr(VI) giderme kapasitesinin süreye bağlılığı ise sırasıyla Şekil 3.2 ve 3.3’de verilmiştir.

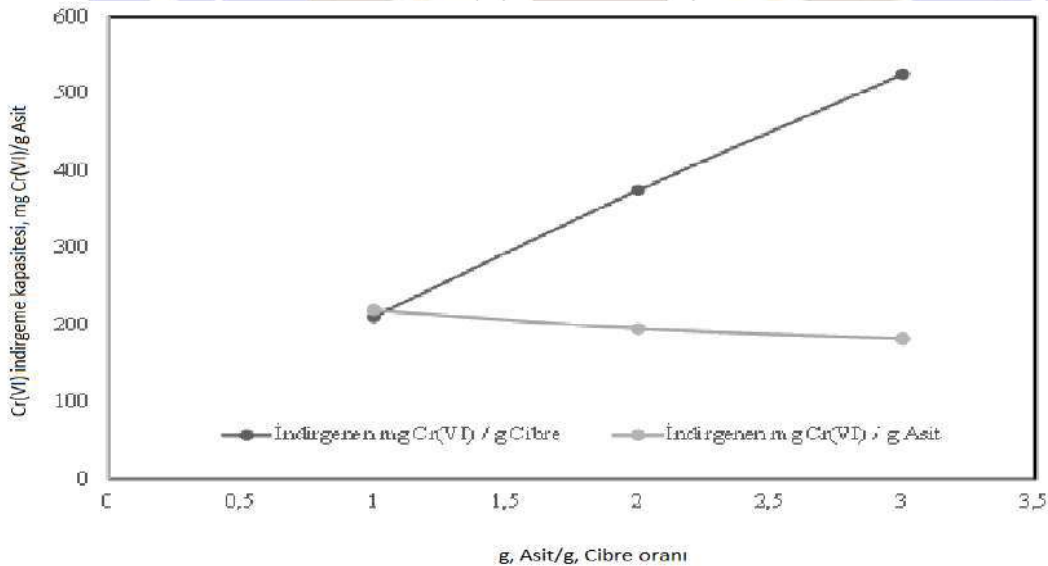
Tablo 3’den görüldüğü gibi üçer defa yıkanmış olmasına rağmen karbonize malzemede bir miktar asitlik kalmaktadır ve malzemenin asitliği karbonizasyonda kullanılan asit miktarının fazlalığı oranında fazla olmaktadır. Ölçülen pH değerlerinin düşük olması bunu göstermektedir.

Tablo 3.2. İndirgeme Deney Sonuçları.

Deney No	Kullanılan Cibre (g)	Kullanılan %96’lık H ₂ SO ₄ (g)	%96’lık H ₂ SO ₄ /Cibre oranı (g/g)	İndirgenen Cr(VI) (mg)	Cr(VI) İndirgeme kapasitesi	
					Cibre’ye göre (mg/g)	H ₂ SO ₄ ’e göre (mg/g)
1	2	2	1	421.0	210.7	21.9.5
2	2	4	2	750.0	375.0	19.5.3
3	2	6	3	1100.0	550.0	19.0.9

Şekerpancarı Küspesi İle Yapılan Çalışma [Altundoğan vd., 2007]

Deney No	Kullanılan Cibre (g)	Kullanılan %96’lık H ₂ SO ₄ (g)	%96’lık H ₂ SO ₄ /ŞPK oranı (g/g)	İndirgenen Cr(VI) (mg)	Cr(VI) İndirgeme kapasitesi	
					ŞPK’ye göre (mg/g)	H ₂ SO ₄ ’e göre (mg/g)
1	2	2	1	317.0	158.5	16.5.1
2	2	4	2	573.0	286.5	14.9.2
3	2	5	2.5	680.0	340.0	14.1.7



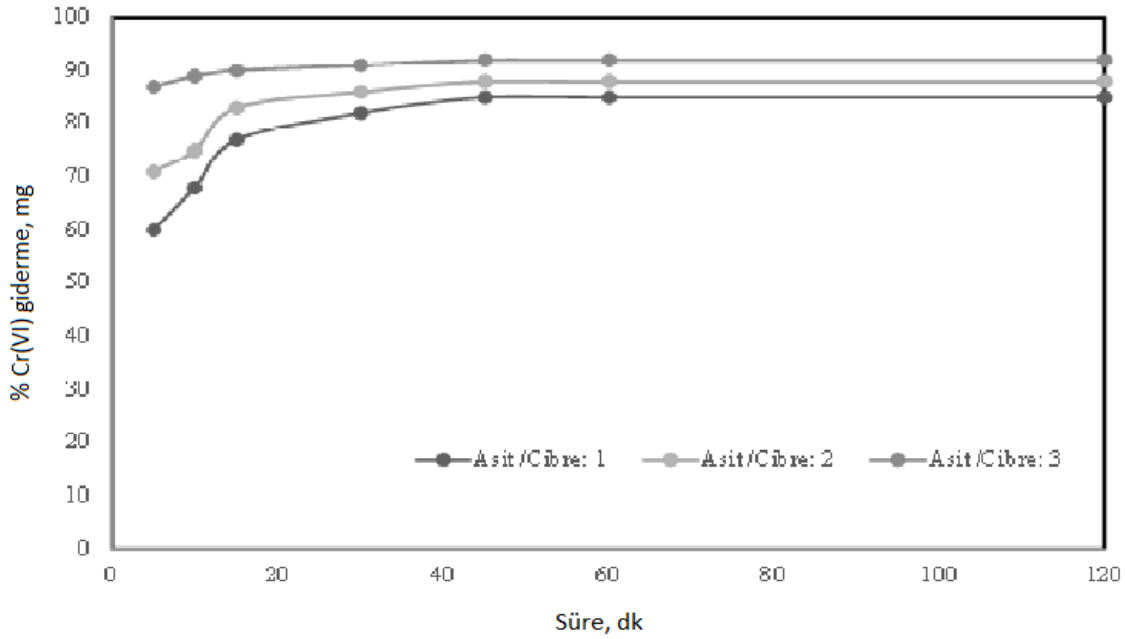
Şekil 3.1. Asit/Cibre oranına göre Cr(VI) indirgenme kapasitesinin değişimi

Asitlik itibarıyla daha stabil malzemelerin elde edilmesi için, artık asidin geri kazanılması amacıyla yapılacak ilk yıkamadan sonra malzemenin hafif sodalı suyla yıkanmasında yarar vardır. Literatürdeki bazı çalışmalarda sülfürik asitle karbonize edilen malzemeler sodyum bikarbonat çözeltisiyle uzun süre temas ettirilerek nötrleştirilmektedir. Ancak, elde edilen malzeme Cr(VI) örneğinde olduğu gibi anyonik yapıdaki (kromat, bikromat, dikromat) maddelerin giderilmesinde kullanılacaksa nötrleştirme, bilakis, adsorbentin etkinliğini azaltır. Bu bakımdan, çalışmada nötrleştirmeye ihtiyaç duyulmamıştır.

Şekil 3.2’den elde edilen karbonize maddelerin Cr(VI) giderme etkinlikleri incelendiğinde, karbonize maddenin Cr(VI) adsorpsiyonu ilk 45 dakika içerisinde büyük ölçüde tamamlandığı bilinmektedir. Bu durum adsorpsiyon yoğunluğu grafiğinde (Şekil 3.3) daha iyi belirtilmiştir. Tablo 3.3. ve Şekil 3.3. birlikte incelendiğinde daha asidik ortamda yürütülen adsorpsiyonun daha etkin olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca daha fazla sülfürik asit kullanıldığında daha etkin bir madde elde edilebileceği gerçeği de vardır.

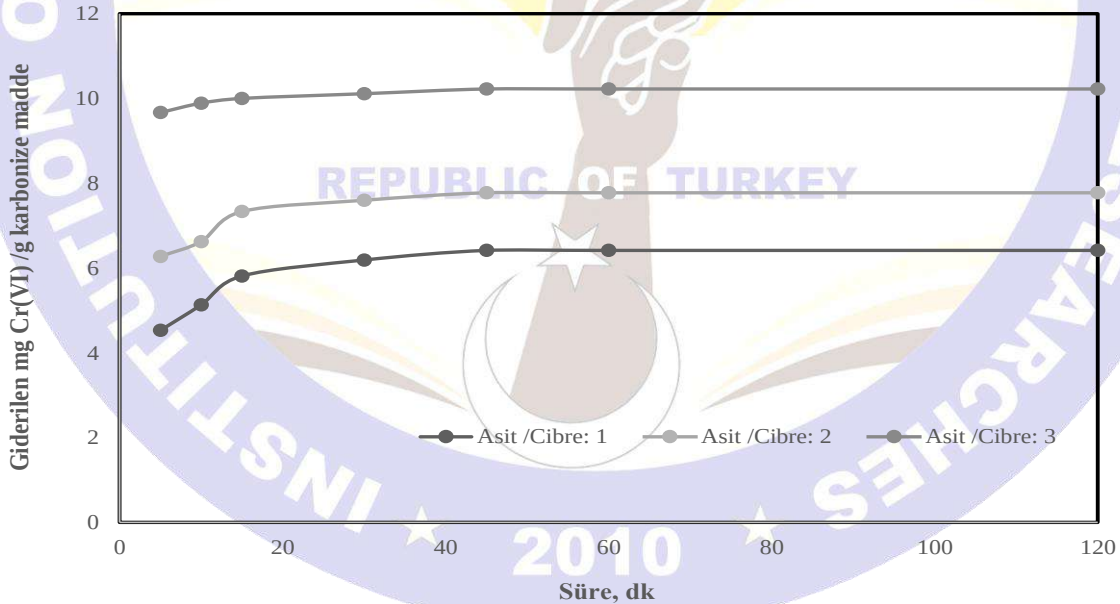
Tablo 3. Karbonize maddenin Cr(VI) çözeltisiyle temas ettirilmesi sırasında değişik sürelerde ölçülen pH değerleri (Deney şartları: Elde edilen karbonize malzeme olduğu gibi kullanıldı; Cr(VI) çöz. kons. 100 mg/l ; Cr(VI) çöz. hacmi: 100 ml; Çalkalama hızı: 200 salınım/dk).

%96’ lık H ₂ SO ₄ /Cibre oranı (g/g)	Adso rpsiyon deneyinde kullanılan karbonize madde ağırlığı (g)	Değişik sürelerde çözeltinin ölçülen pH değerleri (Başlangıç pH’sı=3.45)							
		dk	0 dk	5 dk	0 dk	5 dk	0 dk	20 dk	
1	1.325	.37	.41	.48	.51	.55	.57	.61	
2	1.132	.59	.59	.60	.60	.61	.61	.61	
3	0.900	.22	.23	.23	.22	.23	.23	.23	
%96’ lık H ₂ SO ₄ /ŞPK oranı (g/g)	Adso rpsiyon deneyinde kullanılan karbonize madde ağırlığı (g)	Değişik sürelerde çözeltinin ölçülen pH değerleri Başlangıç pH’sı=3.30) [Altundoğan vd., 2007]							
		dk	0 dk	5 dk	0 dk	5 dk	0 dk	20 dk	
1	1.14	.63	.65	.67	.70	.72	.75	.90	
2	0.95	.79	.79	.79	.80	.81	.81	.81	
2.5	0.90	.77	.77	.77	.77	.78	.78	.78	



Şekil 3.2. Elde edilen karbonize maddelerin Cr(VI) giderme yüzdelerinin zamanla değişimi (Deney şartları: Elde edilen karbonize malzeme olduğu gibi kullanıldı; Cr(VI) çöz. kons.: 100 mg/l ; Cr(VI) çöz. hacmi: 100 ml; Çalkalama hızı: 200 salınım/dk)

Ayrıca sülfürik asidin maliyeti düşünüldüğünde aktifleştirmede Asit/Cibre oranının 1 olmasının bu iş için yeterli olduğu söylenebilir. Sonuç olarak 1 g karbonize malzemenin deney şartlarında yaklaşık 10 mg Cr(VI)'yı ilk 15-30 dakika içerisinde giderdiği söylenebilir. Gerçek kapasitesinin belirlenebilmesi için sistematik adsorpsiyon deneylerine ihtiyaç bulunmaktadır.

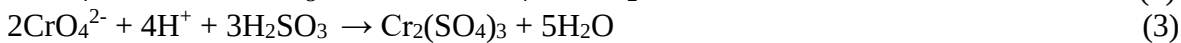
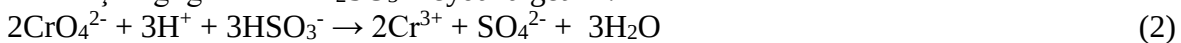


Şekil

3.3. Elde edilen karbonize maddelerin Cr(VI) giderme kapasitesinin zamanla değişimi (Deney şartları: Elde edilen karbonize malzeme olduğu gibi kullanıldı; Cr(VI) çöz. kons.: 100 mg/l ; Cr(VI) çöz. hacmi: 100 ml; Çalkalama hızı: 200 salınım/dk)

3.4. Artık Asidin Geri Kazanılması

Karbonizasyon sırasında oluşan SO_2 daha önce verilmiş olan ve aşağıda tekrar verilen eşitliklerden de anlaşıldığı gibi önce H_2SO_3 meydana getirir.



H₂SO₃ aşağıda verilen eşitlik ve ona ait olan kütlelerin etkimesi ifadesine göre iyonize olur.



$$\frac{[\text{H}][\text{HSO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]} = 1.72 \times 10^{-3} \quad (5)$$

pH 4.0'ün üzerinde sülfite sadece %1'i H₂SO₃ halinde olup indirgeme yavaş seyreder. Reaksiyon pH ve sıcaklığa kuvvetli şekilde bağlıdır. 2'nin altındaki pH'larda reaksiyon çok ani olarak meydana gelir ve ihtiyaç duyulan reaktif miktarı teorik değerlere yakındır.

1 ppm Cr(VI) için teorik olarak 1.85 ppm SO₂ gerektiği belirtilmiştir [Eckenfelder, 1989]. Ortamda çözünmüş bulunan oksijenin



Reaksiyonuna göre aktif sülfite yükseltgemesi nedeniyle bir miktar fazla SO₂ gerektiği ifade edilmektedir [Eckenfelder, 1989].

Asit/Cibre oranı 1, 2 ve 3 olarak uygulanmak suretiyle yapılan deneylerde artık asidin kazanılması için yapılan yıkamalarda elde edilen asit çözeltilerinde 0.1 N NaOH çözeltisiyle titre edilerek yapılan asit miktarı tespiti sonucuna göre geri kazanılan asit, SO₂'ye dönüşen asit hesaplamaları yapıldı. Sonuçlar detaylı bir şekilde Tablo 3.4'de özetlenmiştir.

Genel olarak karbonizasyonda bozulan H₂SO₄'ün bir kısmı SO₂'ye dönüşmektedir. Bu SO₂ Cr(VI)'yı indirgemedi kullanılabilir. Dönüşmeyen H₂SO₄ yıkanarak kazanılabilir. Tablodan da görüldüğü gibi, Asit/Cibre oranı 1; 2 ve 3 olarak uygulanan deneyler için kullanılan asidin %25-38'si arasındaki bir kısmı basit bir yıkamayla seyreltik asit olarak geriye kazanılabilir.

Bu arada, Asit/Cibre oranı 1; 2 ve 3 olarak uygulanan deneyler için, karbonizasyon sırasında SO₂'ye dönüşmüş asidin, teorik olarak hesaplananın sırasıyla yaklaşık %70, %71, %73'ü kadar olduğu bulunmuştur. Bu rakamların %100'e yakın değerler olarak bulunmamasının başlıca SO₃'e bozunma, katı maddede sülfon ve sülfat grupları oluşturma, çözünmüş oksijenin tükettiği SO₂ ve gaz kaçakları gibi faktörlerden kaynaklandığı söylenebilir.

Tablo 3.4. Asidin geri kazanılması için yapılan yıkamada elde edilen asit çözeltisinde yapılan analizler ve buna ilişkin yorumlar.

	%96'lık H ₂ SO ₄ / Cibre Oranı (Ağırlıkça)		
	1.0	2.0	3.0
Kullanılan Cibre (g)	2	2	2
Kullanılan %96'lık H ₂ SO ₄ (g)	2	4	6
Kullanılan %96'lık H ₂ SO ₄ 'e tekabül eden saf H ₂ SO ₄ (g)	1.92	3.84	5.76

Asit kazanma amacıyla yapılan ilk yıkamada kullanılan su miktarı (ml)	20	20	20
Elde Edilen asidik suyun 1ml'si için sarf edilen 0.1 N NaOH çözeltisinin hacmi (ml)	4.9	14.2	22.5
Yıkama sonucunda kazanılan H ₂ SO ₄ (g)	0.480	1.392	2.205
Kazanılan asidin kullanılan aside göre %'si	25.00	36.25	38.28
Karbonizasyon ve takibeden ısıtmada tüketilen asit (g)	1.440	2.448	3.555
Karbonizasyon ve takibeden ısıtmada tüketilen aside tekabül eden SO ₂ (g)	0.940	1.599	2.321
Bu SO ₂ 'nin Eckenfelder (1989)'a göre (*) teorik olarak indirgeyebileceği Cr(VI) miktarı (mg)	508	864	1255
Deneyisel olarak tespit edilmiş olan indirgenmiş Cr(VI) miktarı (mg)	421	750	1100
Deneyisel/Teorik (%)	82.87	86.8	87.64
(*) Eckenfelder'e göre 1 ppm Cr(VI) indirgeyebilmek için 1.85 ppm SO ₂ gerekir			

4.SONUÇLAR

Kurutulmuş cibrenin H₂SO₄ kullanılarak karbonize edilmesi sırasında elde edilen gazın sulu çözeltilerden Cr(VI)'yı indirgeme kapasitesinin belirlenmesi esas amacıyla ve kullanılan H₂SO₄'in reaksiyona girmemiş kısmının geri kazanılması ve elde edilen karbonize maddenin Cr(VI) adsorpsiyonunun incelenmesi amaçlarıyla gerçekleştirilen bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Cibre ağırlığının 1.0; 2.0 ve 3.0 katı kadar %96'lık H₂SO₄ ile karıştırılıp dehidrasyona tabi tutulduktan sonra 145-165°C'de yaklaşık bir saat süreyle ısıtıldıktan sonra, reaksiyona girmemiş asidin geri kazanılması için kullanılan cibrenin 10 katı kadar su ile yıkandıktan sonra, iki defa daha aynı miktarda su ile yıkanmış ve 105°C'de kurutulan katı madde miktarı sırasıyla cibrenin %66.25, %56.60 ve %45'i olarak bulunmuştur. Altundoğan ve arkadaşları tarafından, yapılan çalışmada ise ŞPK ağırlığının 1.0; 2.0 ve 2.5 katı kadar %96'lık H₂SO₄ ile karıştırılıp dehidrasyona tabi tutulduktan sonra aynı şartlar altında katı madde miktarı sırasıyla %57, %47.5 ve %45'i olarak belirtilmiştir.

Karbonizasyon sırasında elde edilen gazın 1000 mg/l konsantrasyonundaki Cr(VI) çözeltilerinden geçirilmesi ile, Asit/Cibre oranının 1.0; 2.0 ve 3.0 olduğu durumlar için Cr(VI) indirgeme kapasitesinin sırasıyla 219.5, 195.3 ve 190.9 mg Cr(VI)/(g- H₂SO₄) olduğu bulunmuştur. Aynı şartlarda Altundoğan ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, Asit/ŞPK oranının 1.0; 2.0 ve 2.5 olduğu durumlar için Cr(VI) indirgeme kapasitesinin sırasıyla 165.1, 149.2 ve 141.7 mg Cr(VI)/(g- H₂SO₄) verilmiştir.

Cibre ağırlığının 1.0; 2.0 ve 3.0 katı kadar %96'lık H₂SO₄ ile gaz geçişi duruncaya kadar 145-165 °C'de ısıtılarak karbonize edilmesinden sonra artık asidi kazanmak amacıyla yapılan ilk yıkamada, kullanılan H₂SO₄'in yaklaşık sırasıyla %25.0, %36.25 ve %38.28'si geri kazanılabilmektedir. Bu deneylerde kullanılan asidin bu miktarlardan geriye kalan kısmı SO₃ oluşturarak veya SO₂'e indirgenerek bozunmakta veyahutta katı maddeyi sülfolamak veya sülfatlaştırmak yoluyla sarf olunmaktadır. Aynı zamanda şeker pancarı küspesi [Altundoğan vd.,

2007] ağırlığının 1.0; 2.0 ve 2.5 katı için %96'lık H_2SO_4 ile gaz geçişi duruncaya kadar aynı şartlar altında H_2SO_4 'in yaklaşık sırasıyla %28.07, %37.01 ve %42.06'si geri kazanılabilmektedir.

Elde edilen karbonize maddenin yaklaşık 1 gramı 100 mg Cr(VI)/l konsantrasyonundaki 100 ml çözeltiyle temas ettirildiğinde yaklaşık 9 mg Cr(VI)'yı adsorbe edilebilirken Altundoğan ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada ise karbonize maddenin 1 gramı 10 mg Cr(VI) adsorbe ettiği belirtilmiştir. Buna göre cibre ile yapılan çalışmanın sonuçları Cr(VI) arıtımı açısından daha avantajlıdır.

Böylece cibrenin derişik sülfürik asit çözeltisi ile karbonize edilmesi ile aktif karbon içerikli bir katı madde elde edilebilirken, reaksiyona girmemiş sülfürik asit basit bir yıkama işlemi ile kazanılabilmekte ve bozunma sonucu oluşan SO_2 gazı da kromat çözeltilerinden Cr(VI)'yı indirgemede kullanılabilmektedir. İşlemleri içeren akış diyagramı Şekil 1' de görülmektedir.

KAYNAKLAR

Altundogan H. S., Bahar, N., Mujde, B., Tumen F., The use of sulphuric acid-carbonization products of

Demirbaş, E., Kobya M., Öncel, S., Şencan, S., 2002, Removal of Ni(II) from aqueous solution by adsorption onto hazelnut shell activated carbon: equilibrium studies., *Bioresource Technol.*, 84, 291-293.

Eckenfelder, W.W., 1989 , *Industrial Water Pollution Control*, 2nd Edition, 98-103, Mc Graw - Hill, NewYork.

Förstner, U., Witmann, G.T.W., *Metal Pollution in the Aquatic Environment*, Springer-Verlag, Berlin, 1983.

Güler O, Gür F., Özer A., Tümen F., A Study on the Removal of Heavy Metals by Carbonatation Cake Discarded in Sugar Industry, *International Sugar Journal*, 104,1246,458-462,2002.

Hug, S.J., Laubscher, H.U., James, B.R., Iron (III) Catalyzed Photochemical Reduction of Chromium(VI) by Oxalate and Citrate in Aqueous Solutions, *Environmental Science and Technology*, 31,160-170,1997.

Kadirvelu, K., Kavipriya, M., Karthika, C., Radhika, M., Vennilamani, N., Pattabhi, S., 2003, Utilization of various agricultural wastes for activated carbon preparation and application for the removal of dyes and metal ions from aqueous solutions, *Bioresource Technol.*, 87 , 129-132.

Kıyak, B., Özer, A., Altundoğan, H.S., Erdem, M., Tümen, F., Cr(VI) Reduction in Aqueous Solutions by Using Copper Smelter Slag, *Waste Management*, 19,333-338, 1999.

Kobya, M., 2004, Removal of Cr(VI) from Aqueous Solutions by Adsorption on to Hazelnut Shell Activated Carbon: Kinetic and Equilibrium Studies. *Bioresource Technol.*, 91, 317-321.

Leonard, A., Lauwersy, R.R., Carcinogenicity and Mutagenicity of Chromium, *Mutation Res.*, 76,227-239, 1980.

Namasivayam, C., Kadirvelu, K., 1997, Agricultural Solid Wastes for the Removal of Heavy Metals: Adsorption of Cu(II) by Coirpith Carbon, *Chemosphere*, 34,377-399.

Namasivayam, C., Kadirvelu, K., 1999, Uptake of Mercury (II) from Wastewater by Activated Carbon from an Unwanted Agricultural Solid by-product: Coirpith. *Carbon*, 37,79-84.

Özer, A., Tümen, F., Bildik, M., 1997, Cr(III) Removal from Aqueous Solutions by Depectinated Sugar Beet Pulp, *Environmental Technology*, 18,893-901, 1997.

Patterson, J.W., 1975, *Wastewater Treatment Technology*, 2nd Ed., Butterworths Publisher, Stoneham.

Sittig, M., *Pollutant Removal Handbook*, Noyes Data Corp., New Jersey , 1973.

sugar beet pulp in Cr(VI) removal, *Journal of Hazardous Materials*, 144, 255–264, 2007.

Yurkow, E.J., Hong, J., Min, S., Wang, S., Photochemical Reduction of Hexavalent Chromium (VI) in Glycerol-containing Solutions, *Environmental Pollution*, 117,1-3,2002.

POTASYUM-STRUVİT (KMgPO_4) ELDE EDİLMESİNDE MAGNEZYUM KAYNAĞI OLARAK MAGNEZYUM OKSİT KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATIONS ON THE USE OF MAGNESIUM OXIDE AS A MAGNESIUM SOURCE IN THE PRODUCTION OF POTASSIUM- STRUVITE (KMgPO_4)

Hasan ARSLANOĞLU
Arş.Gör.Dr., Fırat Üniversitesi

Özet

Gübreler bir yandan tarımsal verimin artırılması için gerekli olmalarına karşılık diğer yandan da çevresel etkileri olan maddelerdir. Klasik gübreler genellikle sudaki çözünürlüğü yüksek olan kimyasal maddeler olup toprağın geçirgen oluşu nedeniyle yeraltı sularına ve taşkınlarla veya aşırı sulamalarla yüzey sularına karışarak etkileri ötrofikasyon şeklinde kolayca görülebilen kirlenmelere yol açarlar. Bazı azotlu gübrelerin bozunarak ozon delinmesine varan etkiler yarattığı da bilinmektedir. Ayrıca bilinçsiz gübre kullanımı toprağın da yozlaşmasına yol açar. Bu sayılan nedenlerden dolayı kullanılan gübrelerin ancak bir kısmı bitki besleme amacına hizmet ederken kalan kısmı kullanıldığı yerden ayrılarak olumsuz etkilere yol açar ve aynı zamanda ekonomik kayıplar meydana gelir.

Bu nedenle gübreleme alanında son zamanlarda yavaş çözünen gübre tiplerinin üretimi ve kullanımı yaygın hale gelmektedir. Bunun için ve bir çözüm olarak çok çözünen tipten gübre tipleri kükürt, humik maddeler ve bazı polimerlerle kaplanarak yavaş veya kontrollü çözünür hale getirilmektedir. Diğer bir çözüm de yavaş çözünen tipten bileşikler üretilip gübre olarak kullanmaktır. Bunların tipik örneklerinden birisi de struvit adı verilen bileşik tipidir. Struvit bileşikler çözünürlüğü az olan ve $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot \text{xH}_2\text{O}$ yapısında ve NH_4 yerine K ve diğer bazı bir değerlikli metaller geçebilen, Mg yerine Zn, Cu, Co, Mn ve diğer bazı iki değerlikli metaller geçebilen bir seri analog bileşikler grubudur. Bunlar, bitki için çok gerekli ana besin elementleri (azot, fosfor, potasyum) ve bileşiğin formülüne göre yine bitki için gerekli mikro besin elementlerini (Zn, Cu, Co, Mn vs.) içerdikleri için bu alanda çok popülerdir.

Bu çalışmada potasyum-struvit adı verilen $\text{MgKPO}_4 \cdot \text{xH}_2\text{O}$ bileşiğin elde edilmesinde ucuz bir magnezyum kaynağı olan MgO'nin kullanılabilmesi imkanları araştırılmıştır. Bu amaçla MgO süspansiyonları ve KH_2PO_4 çözeltilerinden çıkılarak yapılan sistematik deneylerle MgO'nin potasyum-struvit eldesinde kullanımı için Mg:K:PO₄ oranı, ortam başlangıç pH'sı ve süre gibi parametrelerin etkileri incelenmiştir.

Deneylerde elde edilen bulgulardan Mg:K:PO₄=1 oranının uygun olduğu ve elverişli çöktürme için hafif alkali bir ortama ihtiyaç olduğu ve az çözünen özelliğe sahip olan MgO'nin kolay reaksiyon verdiği için sulu ortamın çok yoğun olmaması gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu şartlarda kısa süreler sonunda ortamdaki potasyum iyonunun % 70'den daha fazla oranda çöktüğü tespit edilmiştir. 0.25M KH_2PO_4 çözeltisinden aynı mol sayıda MgO içeren bir süspansiyondaki çöktürmede fosfatın potasyumdan daha fazla oranda çöktüğü belirlenmiştir. Bu durum struvit dışında bir magnezyum fosfat bileşiğinin de çöktüğü izlenimini vermiştir. Sonuç olarak ucuz bir magnezyum kaynağı olan magnezyum oksitin potasyum-struvitin eldesinde kullanılabilmesi bakımından uygun bir madde olduğu ifade edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Magnezyum Oksit, Potasyum Dihidrojen Fosfat, Potasyum Struvit, Yavaş salımlı Gübre.

Abstract

Fertilizers, on the one hand, are substances that have environmental impacts on the one hand, although they are necessary for increasing agricultural yield. Conventional fertilizers are generally highly soluble in water and are contaminated by groundwater and surface water by floods or over-irrigation, which can easily be seen as eutrophication. It is also known that some nitrogenous fertilizers decompose and cause ozone depletion. In addition, the use of unconscious fertilizer causes the soil to degenerate. For these reasons, only some of the fertilizers used serve the purpose of plant nutrition, while the remaining part leaves the place where it is used and causes negative effects and economic losses occur at the same time.

For this reason, in the field of fertilization, the production and use of slowly dissolving fertilizer types have become widespread. For this and as a solubility, the highly soluble fertilizer types are coated with sulfur, humic substances and certain polymers to make them slow or controlled soluble. Another solubility is to produce slowly soluble compounds and use them as fertilizers. A typical example is a type of compound called struvite. Struvite compounds are a series of analog compounds with low solubility and $MgNH_4PO_4 \cdot xH_2O$ structure, where NH_4 can be replaced by K and some other valent metals, Mg can be replaced by Zn, Cu, Co, Mn and some other divalent metals. They are very popular in the field because they contain essential nutrients essential for the plant (nitrogen, phosphorus, potassium) and micro nutrients (Zn, Cu, Co, Mn, etc.) which are also essential for the plant according to the formula of the compound.

In this study, the possibilities of using MgO, an inexpensive magnesium source, were investigated to obtain $MgKPO_4 \cdot xH_2O$ compound called potassium-struvite. For this purpose, the effects of parameters such as Mg:K:PO₄ ratio, media initial pH and duration were investigated for the use of MgO in potassium-struvite by systematic experiments carried out from MgO suspensions and KH_2PO_4 solutions.

According to the findings obtained in the experiments, it was concluded that the ratio of Mg: K:PO₄ = 1 is appropriate and that a slightly alkaline environment is needed for suitable precipitation and MgO, which has less soluble properties, reacts easily. Under these conditions, potassium ion precipitates more than 70% after a short period of time. It was determined that phosphate precipitates more than potassium in the precipitation in a suspension containing 0.25 M KH_2PO_4 solution containing the same number of MgO. This gave the impression that in addition to struvite, a magnesium phosphate compound also precipitated. As a result, it can be said that magnesium oxide, which is an inexpensive source of magnesium, is a suitable substance for the use of potassium-struvite.

Keywords: Magnesium Oxide, Potassium Dihydrogen Phosphate, Potassium Struvite, Slow Release Fertilizer.

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun yaşamını sürdürmek için yararlandığı doğal kaynaklar, mevcudiyeti sınırsız gibi düşünülerek, bilinçsiz bir şekilde tüketilmektedir. Bunların az bir kısmı yenilenebilir özelliğe sahip iken önemli bir kısmı tüketildiğinde yenisi yerine gelmeyen cinstendir. Doğal kaynaklarımızdan olan yeraltı zenginlikleri (madenler) de bu sınıftan olup insanlar tarafından ekonomik büyümeyi sağlamak üzere hızla tüketilmesi sonucunda her geçen gün azalmaktadır. Yapılan araştırmalara göre çok önemli birer enerji kaynağı olan petrol, kömür ve doğal gazın, yeni yataklar bulunmazsa, aşırı kullanılmaları nedeniyle çok kısa bir zaman sonra tükenecekleri belirtilmektedir. Mineral kaynaklarının çok uzak olmayan gelecekte tükenecek oluşları bilim insanlarını düşündürmektedir.

Fosfor cevherleri % 79'u gübre, % 11'i gıda katkısı, % 7'si deterjan katkıları ve geri kalanın da metallerin korozyonunu geciktirmek üzere özel bileşiklerin yapımında kullanıldığı itibarla kimya endüstrisi için çok önemli malzemeler arasında düşünülür (Liu vd., 2013). Dünyadaki en önemli fosfat yatakları büyüklük sırasına göre Fas ve Batı Sahra, Çin, Cezayir, Suriye, Güney Afrika, Ürdün, Amerika Birleşik Devletleri ve Rusya'da bulunmaktadır ve bu yataklar dünyadaki bilinen fosfat kaynaklarının yaklaşık % 95'ini teşkil etmektedir. Dünyadaki yataklardan işletilenlere göre

ise sırasıyla Çin, ABD, Fas ve Batı Sahra, Rusya en fazla miktarda (Dünya üretiminin yaklaşık % 75'i) fosfat cevheri çıkarmaktadır (US 2013). Diğer taraftan son yılların tahmini olarak Dünyada ekonomik olarak işletilebilir 7 milyar ton (P_2O_5 olarak) fosfat kayası bulunmaktadır. İnsanoğlu yılda 40 milyon ton (P_2O_5 olarak) fosfat cevheri kullanmaktadır (Sten, 1998). Fosfor ihtiyacı yılda % 1.5 artış göstermekte ve ekonomik olarak işletilebilir kaynakların 100-250 yıl gibi bir sürede tükeneceği hesaplanmaktadır (EFMA, 2000). Buna göre, sürdürülebilir bir gelecek için, ya fosfat tüketimini azaltmak veya atıklardan fosforu geri kazanmak en akılcı iki çözümdür.

Sentetik gübreler bitki besin elementlerini içeren çeşitli inorganik tuzların bir karışımı olarak yapılırlar. Bunlar genellikle suda çok bol ve çabuk çözünen tuzlar olduğundan hızlı salınımlı gübrelerdir. Bu tip gübreler bitkilere hızlı enerji sağlayan vasıtalar olmakla birlikte toprağa verildiklerinde ekserisi sulama sırasında hızlı bir şekilde çözünüp yeterince yararlanılamadan uzaklaşırlar. Kan, kemik ve hayvan dışkıları olan tabii gübreler ise içerdikleri gübre elementlerini su ortamında çok yavaş bir hızla saldıklarından bu tip gübreler yavaş salınımlı gübreler olarak adlandırılırlar. Besin elementlerinin bu tip gübrelerden bitkiye geçişi günler hatta haftalar alabilir. Hibrit gübre olarak adlandırılan gübreler ise sentetik gübrelerle zenginleştirilmiş tabii gübrelerdir.

Klasik gübrelerin % 30-50 arasındaki bir kısmının bitkiler tarafından alındığı kaydedilmiştir (Kakoulides ve Valkanas, 1994). Yapılan araştırmalar, normal gübre uygulamalarında azotun % 40-70'inin ve fosforun % 80-90'ının bitki tarafından alınamayıp çevreye giderek zayi olduğunu göstermiştir (Guo vd., 2005; Jarosiewicz ve Tomaszewska, 2003). Amerika Çevre Koruma Ajansı'nın (USEPA) Terminoloji Referans Sistemi'ne göre, kimyasal gübre, tamamı bitki tarafından alınamadığı için topraktan yıkanarak ırmaklara karışmak suretiyle alg patlamasına yol açan madde olarak tarif edilmektedir (USEPA, 2006). Böylece, yararlanılamadan çevreye giden gübre sadece bir ekonomik kayıp veya kaynak kaybı değil aynı zamanda çok ciddi çevre kirliliği nedeni olmaktadır. Birçok araştırmacı yavaş salınımlı veya kontrollü salınımlı gübre kullanmakla bu problemlerin önüne geçilebileceğini belirtmektedir (Ko ve diğ., 1996; Ge ve diğ., 2002). Dünyada sentetik kontrollü salınımlı gübre tüketimi 562 bin ton iken, toplam gübre materyali tüketimi 380 milyon ton olup bu miktar sadece % 0.15'e tekabül etmektedir (Trenkel, 1997).

Yavaş veya kontrollü salınımlı gübreler çözünürlüğü yüksek olan gübre tanelerinin kükürt, kireçtaşı tozu, bazı reçineler veya polimerlerle kaplanarak yapılır. Bazı matriks yavaş salınımlı diğer tipler, besin maddesinin (gübrenin) bir bağlayıcı karıştırılarak kompakt bir şekilde sıkıştırılmak suretiyle elde edildiği tabletler, çubuklar ve briketlerdir (Hauck, 1985; Wilson ve Chem, 1988). Yavaş salınımlı gübrelerin diğer bir üretim yolu da gübre bileşenlerini içeren maddelerin çözünürlüğü düşük bileşiklerini elde etmektir. Bunların tipik örnekleri kalsiyum fosfatlar, magnezyum fosfatlar, üre-formaldehit bileşikleri ve azot içeren sentetik bileşiklerdir.

Başta magnezyum, demir, çinko, bakır ve mangan olmak üzere iki değerli metallerin amonyum çifte fosfatları ($MeNH_4PO_4 \cdot xH_2O$) çözünürlüğü az olan bileşikler olup bunların bitkiler için gerekli temel besi elementlerini ve mikro besi elementlerini içermeleri sebebiyle gübre maddesi olarak kullanılabileceği çok eski yıllarda bir fikir olarak ortaya atılmıştır. Bunların, yavaş çözünmelerinden dolayı köklerde yanmaya sebebiyet vermeme ve pülverize edilerek yapraklara bile tatbik edilebilme avantajları vardır (Bridger ve ark., 1962). Çifte fosfatlar içerisinde en tipik grup magnezyumlu olanlar olup bunlar esas itibarıyla $MgMPO_4 \cdot 6H_2O$ ($M^+ = K^+, Rb^+, Cs^+, Tl^+, NH_4^+$) formülü ile verilen (Banks ve ark., 1975) ortorombik kristal yapısında analog bileşikler topluluğudur (Mathew ve Schroeder, 1979).

Magnezyumlu çifte fosfatlar içerisindeki en karakteristik bileşik, mineral ismiyle struvit olarak anılan amonyum-struvit ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$) bileşiğidir. Amonyum-struvitin gübre olarak düşünülmesindeki avantaj, içerdiği magnezyum, amonyum azotu ve fosfat fosforundan, yani üç elementten de bitkinin besin kaynağı olarak yararlanabilmesidir. Bu bileşiğin izostrüktürel analogu olan potasyum-struvitin ($MgKPO_4 \cdot 6H_2O$) içerdiği elementler de tamamen bitki besin elementidir. Metal-potasyum fosfatların ($MeKPO_4 \cdot xH_2O$) yapılarının incelendiği bir araştırmada, Me yerine Mg, Mn, Cu, Zn, Co, Ni ve Cd ikame olabileceği çeşitli varyasyonların bulunduğu ve bu analog bileşiklerin hepsinin de çözünürlüklerinin sınırlı olduğu belirtilmiştir. Bunların amonyum-struvit ile

kombine edilmesiyle, bitki için gerekli tüm makro ve mikro besin elementlerini içeren ve yavaş çözünen gübre türleri elde edilebileceği ifade edilmiştir (Salutsky ve Steiger, 1964). Amonyum struvitin bakterilerle bozunma gibi bir özelliğinin bulunmasına karşılık, potasyum-struvit böyle bir özelliğe sahip değildir (Salutsky ve Steiger, 1964) ve daha stabil bir gübre bileşenidir.

Ötröfikasyon anahtar elementi olan fosforun atıksulardan giderilmesi için, azotun da birlikte giderildiği bir yöntem bu elementleri amonyum-struvit ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$) olarak çöktürmektir (Jaffer ve ark. 2002). Bu maddeye çok eski yıllarda atıksu sistemlerinde rastlanmıştır (Rawn ve ark., 1939). Şartlar uygun olduğunda amonyum-struvit, kendisini oluşturan elementlerin değişik miktarlarda varlığı nedeniyle arıtım sistemlerinin çeşitli kısımlarında çökmekte, kabuk oluşumuna ve özellikle boru ve pompalarda tıkanmalara sebebiyet vermektedir (Doyle ve Parsons, 2002; Barak ve Stafford, 2006; Etter ve ark., 2011). Bu gerçekler, atıksu arıtım sistemlerinin nihai atıklarında ve insan ve hayvanların idrarında bulunan azot ve fosforun giderilmesini ve bu arada yüksek gübre değeri olan amonyum-struvit kazanılmasını amaçlayan araştırmalara konu teşkil etmiştir (Booker ve ark., 1999; Kabdasli ve ark., 2006; Gujer ve ark., 2007; Le Corre ve ark., 2009). Japonya’da bir atıksu arıtım tesisinde fosfor gidermek için amonyum-struvit çöktürme yöntemi uygulanmış ve 1998’de kurulan bir tesiste üretilen amonyum-struvitin 27000 yen/ton (yakl. 270 US\$/ton) fiyatla gübre üreticilerine satılmakta olduğu ifade edilmiştir. Avustralya için yapılan bir değerlendirmede amonyum struvit için 200-330 US\$/ton pazar değeri tespit edilmiştir (Doyle ve Parsons, 2002).

Yukarıda da belirtildiği gibi, doğadaki miktarı kısıtlı olan fosfor cevherleri yatağından çıkarılıp gübre maddelerine dönüştürüldükten sonra kullanılarak tüketilmektedir. Kullanılan fosforlu maddeler kısmen bitki tarafından alınmakta, kısmen de toprağa, yeraltı ve yeryüzü sularına karışarak geri dönüşü olmayan bir mecraya girmektedir. Deterjan katkı maddesi olarak kullanılan fosforlu bileşikler ile gıda olarak alındıktan sonra insan ifrazatıyla atılan fosforlu maddeler ise atıksularla atılmaktadır. Hiç değilse bu fosforun (ve azotlu maddelerin) atıksulardan veya hayvan besleme artıklarından geri kazanımı bile kaynak korunması açısından bir kazanç sayılabilir. Diğer taraftan, kazanılan bu maddenin daha elverişli, yani yavaş salınımlı nitelikte, bir gübre olması kaynak korunması açısından ayrıca bir avantaj teşkil eder.

MAP (mağnezyum amonyum fosfat) çöktürmesinde, mağnezyum tuzlarının seçimi de önemlidir. $MgCl_2$ ve $MgSO_4$ gibi bol çözünen tuzların kullanımı avantajlı görünmekle beraber, gerek alkali ortamın sağlanması ve gerekse, geride kalan suyun tuzluluğunun artmaması için MgO ’in (veya $Mg(OH)_2$ veyahut da $MgCO_3$ ’ün) kullanılması mantıklı görünmektedir. Zira, MgO suda çözündüğünde alkali ortam sağlar. Ancak, bu durumda MgO in yavaş çözünme özelliği nedeniyle çöktürme için daha uzun reaksiyon sürelerine gerek duyulacağı bir gerçektir. Çeşitli mağnezyum tuzlarının kullanılmasıyla gerek azot-fosfor kaynaklı atık sivilarda ve gerekse atıksu arıtım sistemlerinin çeşitli basamaklarında MAP çöktürmesi ile ilgili yapılmış bir çok çalışma vardır (Zdybiewska ve Kula, 1991; Shin ve Lee, 1997; Rettmer, 1991). Bu çerçevede, deniz suyundan tuz elde edilmesi sırasında oluşan mağnezyumca zenginleşmiş ana suların mağnezyum kaynağı olarak değerlendirilmesi şeklinde çalışmalara da rastlanmaktadır.

MAP çöktürmede olduğu kadar bu bileşiğin potasyum analogu olan ve çözünme-çökme karakteristikleri çok benzer olan mağnezyum potasyum fosfat çöktürmede de aynı düşünceler geçerlidir. Bu değerlendirmelerden sonra, potasyum içerikli kaynaklardan, her bileşeni gübre elemanı olan $MgKPO_4 \cdot xH_2O$ bileşiğinin elde edilmesi de önemli bir konu olduğu ifade edilebilir.

Bu çalışmada potasyum dihidrojen fosfat ve mağnezyum oksit kullanılarak sulu ortamlarda ve uygun koşullarda $MgKPO_4 \cdot xH_2O$ çöktürmek üzere bir çalışma gerçekleştirildi. Elde edilen bulgular tartışıldı.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada mağnezyum içerikli bileşiklerden, PO_4^{3-} ve K^+ iyonlarının varlığında sulu ortamdan $MgKPO_4 \cdot 6H_2O$ olarak çöktürülmesi amaçlandı. Bunun için belirli mağnezyum konsantrasyonlarında hazırlanan sulu MgO süspansiyonlarına yine belirli konsantrasyonlarda hazırlanan KH_2PO_4 çözeltileri ilave edilerek, mağnezyumun çökerek K-struvit oluşmasına

mağnezyum ve potasyum konsantrasyonlarının etkileri araştırıldı. Ayrıca, elde edilen etkin çöktürme şartları kullanılarak gerçekleştirilen sistematik seri deneylerle, K-struvit çöktürme işlemine pH'nın ve sürenin etkileri incelendi.

2.1. Deney Çözeltilerinin Hazırlanması

Deneylerde kullanılan potasyum ve fosfat içerikli çözeltiler KH_2PO_4 (Merck, 6576) tuzundan hazırlandı. 2 molar konsantrasyonunda hem potasyumu ve hem de fosfatı içeren çözeltiyi hazırlamak için bu tuzdan 272 gram tartılarak bir litre destile suda çözüldü. Deneylerde 2 molar konsantrasyonundaki bu stok çözelti kullanıldı. Bu çözeltiden uygun miktarlarda alınarak mağnezyum içerikli süspansiyonla karıştırıldıktan sonra son potasyum ve fosfor konsantrasyonu 0.1; 0.25; 0.5; 0.75 ve 1.0 M olan deney karışımları hazırlandı.

Deneylerde kullanılan diğer bir reaktif olan magnezyum bileşeni, MgO (Merck, 5832)'den hazırlandı. Bu bileşikten 80 g alınarak bir litre destile suda süspende edilmek suretiyle 2 M konsantrasyonunda magnezyum içerikli süspansiyon hazırlandı. Bu süspansiyondan uygun miktarlarda alınarak yine uygun miktarda KH_2PO_4 çözeltisiyle karıştırıldığında son konsantrasyonu mağnezyumca 0.1; 0.25; 0.5; 0.75 ve 1 M olacak şekilde reaksiyon karışımları teşkil edildi.

2.2. Deneylerin Yapılması

Tüm K-struvit çöktürme deneyleri 250 ml'lik kalın kenarlı cam beherlerde, hava ile temasını engellemek ve CO_2 absorpsiyonunu önlemek için üstü parafin kağıdıyla kapatılarak gerçekleştirilmiştir. İncelenen sistemde homojen karışımın sağlanması için numuneler manyetik karıştırıcı ile karıştırıldı. MgO çözünürlüğü az olan bir bileşik olduğu için, çöktürme deneylerine geçmeden önce gerekli miktardaki MgO süspansiyonu, yaklaşık iki saat dengelendikten sonra çöktürme deneylerine geçildi. Bundan sonra deney için öngörülen oranları gerçekleştirmek üzere gerekli miktardaki stok potasyum dihidrojen fosfat çözeltisinden belirli bir miktar ölçülerek 50 ml'lik bir balon jojeye aktarıldı. Daha sonra sıvısında dengelenmiş olan ve öngörülen oranı gerçekleştirecek MgO -su süspansiyonunun gerekli miktarı üzerine ilave edildi. Son hacim 100 ml olacak şekilde saf su ile tamamlandı. pH ölçümü yapıldı ve çöktürme deneyi başlatıldı. Çöktürme deneyleri sonunda karışımlar Nüve 800-NF marka santrifüj kullanılarak katı-sıvı ayrımı gerçekleştirildi. Katısından ayrılan çözeltilerde fosfat konsantrasyonları Askorbik asit yöntemiyle spektrofotometrede, potasyum konsantrasyonları alev fotometresinde tayin edildi. pH'lar Mettler marka Delta 350 model pH-metre yardımı ile ölçüldü. Çözeltide kalan potasyum ve fosfat miktarlarından bunların çökme oranları belirlendi. Santrifüjlemeden elde edilen nemli katı madde 40°C 'de sabit tartıma gelene kadar kurutuldu ve oluşan katı madde miktarı tespit edildi.

Birinci grup deneyler, stokiyometrik oranlarda ($[\text{K}]/[\text{Mg}]/[\text{PO}_4] : 1/1/1$) ve stokiyometrik oranın altında ve üstünde çeşitli kombinasyonlarda yapılan testlerle gerçekleştirildi. Bu grup deneysel çalışmalarla farklı magnezyum, potasyum ve fosfat başlangıç konsantrasyonları gibi değişkenlerin K-struvit çöktürülmesi üzerine etkileri araştırıldı. Deney şartları Tablo 1'de verilmiştir.

Tüm çöktürme işlemleri gerçekleştirilirken bir saat boyunca beş dakika ara ile pH değerleri ölçülerek kaydedildi. Öngörülen sürelerde karıştırma yapıldıktan sonra deney karışımları 24 saat süreyle olgunlaşmaya bırakıldı. Elde edilen karışımlar santrifüjlendi ve ayrılan çözelti fazında fosfat ve potasyum analizleri ve pH ölçümleri yapıldı. Birinci grup deneylerde elde edilen en uygun şartlar kullanılarak ikinci ve üçüncü deney gruplarındaki deneyler gerçekleştirildi.

İkinci grup deneylerde, K-struvit çöktürülmesine pH'nın etkisi incelendi. Binci grup deneyden elde edilen verilerden uygun olduğu belirlenen 0.25 M MgO süspansiyonları ve 0.25 M KH_2PO_4 içeren çözeltilerin pH'sını 3-8 arasında değiştirmek suretiyle pH'nın çöktürme üzerine etkisi incelendi. K-struvit çöktürülmesinde pH ayarlaması, son hacimde fazla değişiklik olmaması için, birisi derişik ve diğeri seyreltik olmak üzere iki çeşit HCl çözeltisi (1 ve 0.1 N HCl çözeltileri) ile yapıldı. Daha sonra birinci deney grubundaki deney prosedürü bu grup deneylerde de uygulanarak deneyler gerçekleştirildi.

Tablo 1. Birinci grup deney kapsamında yapılan çalışmalarda karışımlardaki stokiometrik oranlar.

KH ₂ PO ₄ Konsantrasyonu (molar)	MgO Konsantrasyonu (molar)				
	0.1	0.25	0.5	0.75	1
0.1	x	x	x	x	x
0.25	x	x	x	x	x
0.5	x	x	x	x	x
0.75	x	x	x	x	x
1	x	x	x	x	x

Üçüncü grup deneylerde ise, K-struvit çöktürülmesine sürenin etkisi incelendi. Çöktürme prosesinin gerçekleştiği beherler 7 gün boyunca pH ölçümü eşliğinde karıştırıldı. Bu deneyler öngörülen miktarları içeren ve son hacmi 1000 ml olan karışımlarda gerçekleştirildi. Başlangıçta kısa sürelerle ve ilerleyen zamanda daha uzun sürelerle olmak üzere 7 güne kadar sürdürülen deney ortamından 10'ar ml örnek alındı ve santrifüjlendi. Katısından ayrılan çözelti fazında pH ölçümleri yapıldı ve potasyum ve fosfat analizleri gerçekleştirildi.

2.3. Analitik Yöntemler

2.3.1. Çözeltilerde Fosfat Tayini

Deneylerde elde edilen fosfat çözeltilerinin analizi Askorbik Asit yöntemiyle gerçekleştirildi (APHA-AWWA-WPCF, 1989). Bu yöntem için gerekli çözeltiler aşağıdaki şekilde hazırlandı.

5N H₂SO₄ çözeltisi, %96'lık H₂SO₄ çözeltisinden (yaklaşık 36 N) 138.7 ml alınarak (Merck 17831) bir litre destile su içerisine yavaş yavaş ve soğutarak karıştırılmasıyla hazırlandı. Potasyum antimon tartarat çözeltisi, 1.37 g K(SbO)C₄H₄O₆.½H₂O (Merck 8092) tuzunun 500 ml destile suda çözünmesiyle hazırlandı. Amonyum molibdat çözeltisi 20 g (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O (Merck, 1180) tuzunun 500 ml destile suda çözünmesiyle hazırlandı. Askorbik asit çözeltisi 1.76 g L-askorbik asidin (Merck 127) 100 ml destile suda çözünmesiyle elde edildi.

Askorbik asit yöntemiyle fosfat analizinde kullanılan karışık reaktif çözeltisi 50 ml 5N H₂SO₄, 5 ml potasyum antimon tartarat, 15 ml amonyum molibdat ve 30 ml askorbik asit çözeltilerinin sıra ile karıştırılmasıyla hazırlandı. Reaktif çözeltisi her çalışma günü taze olarak hazırlandı ve kullanıldı.

Fosfat çözeltilerinin analizi için aşağıdaki prosedür takip edildi. Uygun miktarda örnek bir pipet yardımıyla alınarak bir balon jojede 50 ml'ye destile su kullanılarak seyreltildi. Daha sonra bir erlene alınan örnek üzerine 1 damla fenolftalein çözeltisi ilave edildi ve pembe renk oluşuktan sonra, renk kayboluncaya kadar damla damla 5N H₂SO₄ çözeltisi ilave edilerek ölçüm ortamı elde edildi. Daha sonra 8.0 ml karışık reaktif çözeltisi ilave edildi. Bu andan itibaren 15 dk beklendi ve bu sürenin sonunda spektrofotometrik ölçüm yapıldı. Spektrofotometrik analizler 650 nm'de UV 1201 Spektrofotometresinde 1 cm'lik polipropilen spektrofotometre hücreleri kullanılmak suretiyle ve absorbans ölçümleri yapılarak gerçekleştirildi. Ölçme yapılmadan önce aynı prosedür uygulanarak destile suyla bir blank çözeltisi hazırlanarak cihazın kalibrasyonu yapıldı. Ayrıca, 0.1-1.0 mg/l aralığında farklı konsantrasyonlarında standart fosfat çözeltileri hazırlanarak, bu çözeltilere aynı işlemler uygulandı. Standart çözeltiler için elde edilen absorbans değerlerinden faydalanarak kalibrasyon grafikleri hazırlandı. Bu grafikler yardımıyla, bilinmeyen örnekler için konsantrasyonlar belirlendi. Seyreltme oranları göz önüne alınarak çözeltilerdeki fosfat konsantrasyonları hesaplandı.

Başlangıç fosfat konsantrasyonları ile son fosfat konsantrasyonları arasında aşağıdaki eşitliğe göre hesap yapılarak karışımlardaki fosfat konsantrasyonu azalma yüzdesi hesaplandı.

$$C = \left[\frac{C_0 - C_1}{C_0} \right] \times 100$$

Bu eşitlikte;

C = İşlemdeki fosfat konsantrasyonu azalması (%).

C₀ = Başlangıç çözeltisindeki fosfat konsantrasyonu (mg/l)

C₁ = Deney sonunda elde edilen çözeltideki fosfat konsantrasyonu (mg/l)

2.4. Çözeltilerde Potasyum Tayini

Örneklerdeki potasyum tayini Eppendorf Alev Emisyon Spektrofotometresi (Alev Fotometresi) kullanılarak gerçekleştirildi. Bunun için ilk aşamada saf potasyum tuzu kullanılarak 1000 mg/l konsantrasyonunda bir stok standart çözeltisi hazırlandı. Daha sonra bu stok standart çözeltiden uygun seyreltmelerle kalibrasyon standart çözeltileri hazırlandı. Bu standart çözeltilerin kullanılmasıyla elde edilen emisyon intensiteleri kullanılarak konsantrasyon-emisyon intensitesi şeklindeki kalibrasyon grafiği elde edildi.

Analizi yapılacak örnek çözeltilerde gerekli seyreltmeler yapıldıktan sonra emisyon intensitesi değerleri belirlendi. Kalibrasyon grafiği kullanılarak konsantrasyon değerleri bulundu ve seyreltme oranları da dikkate alınarak gerekli hesaplamalar yapıldı.

Başlangıç konsantrasyonları ile son konsantrasyonlar arasında aşağıdaki eşitliğe göre hesap yapılarak potasyum azalma yüzde değerleri hesaplandı.

$$C = \left[\frac{C_0 - C_1}{C_0} \right] \times 100$$

Bu eşitlikte;

C = İşlemdeki potasyum konsantrasyonu azalması (%).

C₀ = Başlangıç çözeltisindeki potasyum konsantrasyonu (mg/l)

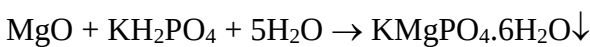
C₁ = Deney sonunda elde edilen çözeltideki potasyum konsantrasyonu (mg/l)

2.5. pH Ölçümleri

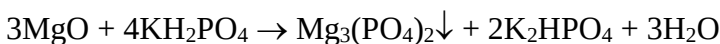
MgO ve KH₂PO₄ reaktifleri kullanılarak yapılan struvit çöktürme işlemleri esnasında ve oluşan çökeltilerin olgunlaşması için 24 saat bekletilmeleri sonunda santrifüj işlemine tabi tutularak çökeltiler ayrıldı ve süzüntülerde pH ölçümleri Mettler marka Delta 350 model pH-metre yardımı ile ölçülerek belirlendi.

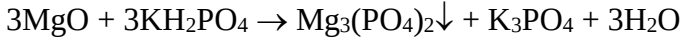
3. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Deney sonuçlarına geçmeden önce, bu çalışmanın ucuz magnezyum kaynaklarından MgO kullanılarak potasyum-struvit (KMgPO₄.6H₂O) çöktürmesini amaçladığını tekrar belirtmek gerekir. MgO bileşiğinin çözünürlüğünün düşük olmasına rağmen bu maddenin sulu süspansiyonu ortamında

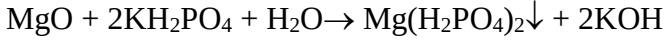


reaksiyonunun meydana geleceği düşüncesi ile gerçekleştirilen deneylerde ayrıca yine çözünürlüğü düşük bir bileşik olan Mg₃(PO₄)₂'in çökmesi de beklenebilir.





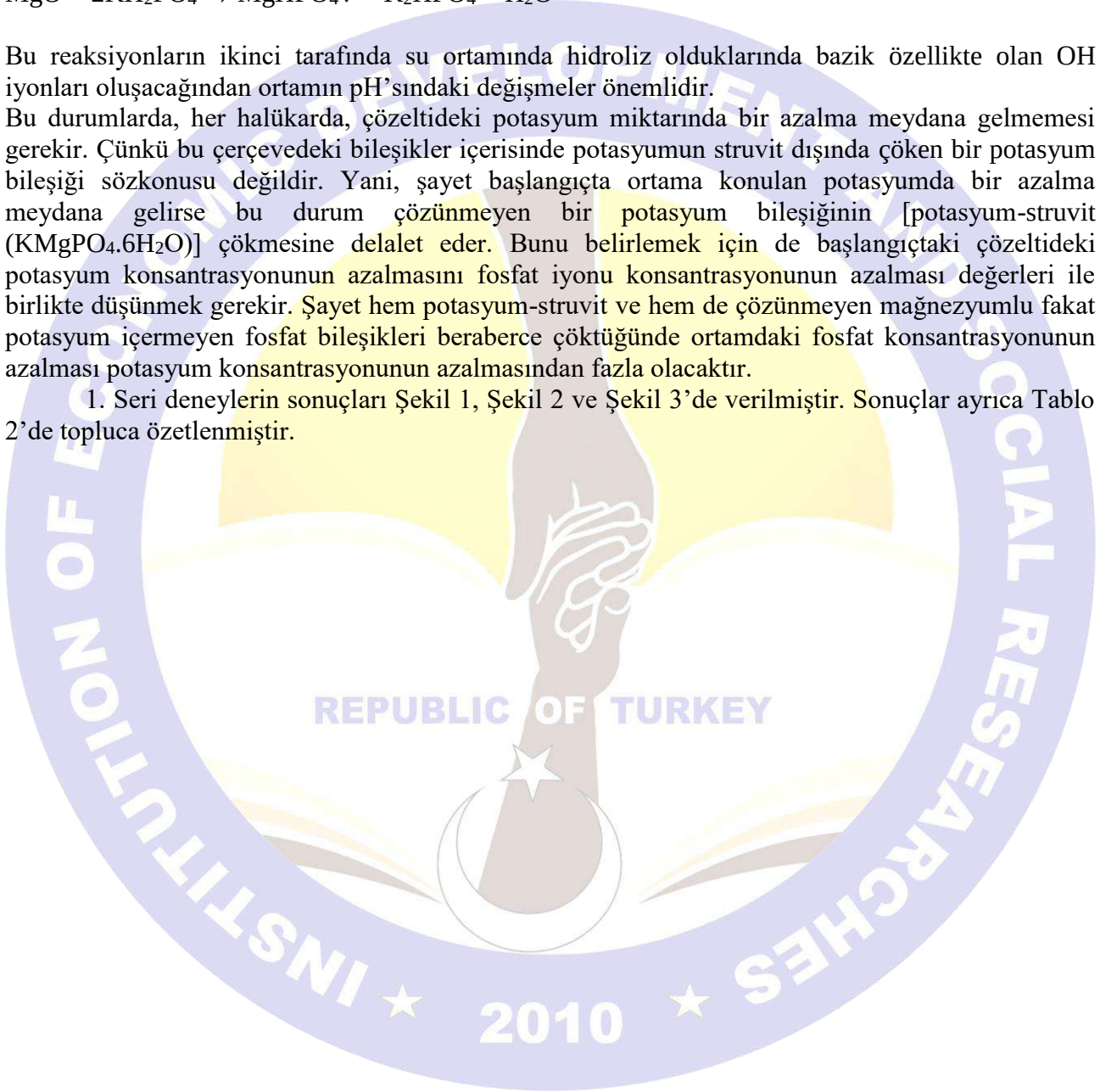
Bu arada çözünürlüğü düşük olabilecek MgHPO_4 ve $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ bileşiklerinin oluşmaları da sözkonusu olabilir.

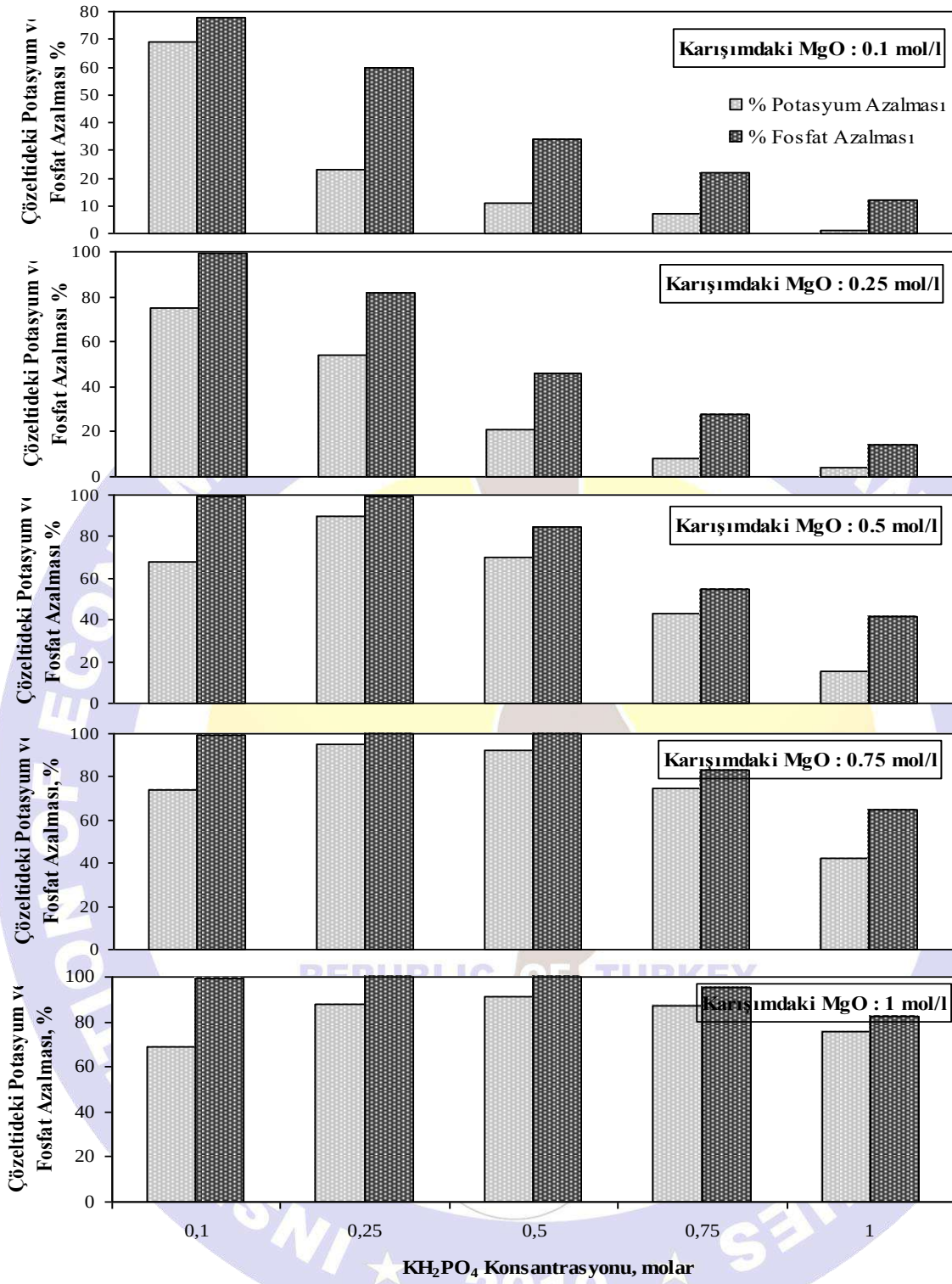


Bu reaksiyonların ikinci tarafında su ortamında hidroliz olduklarında bazik özellikte olan OH iyonları oluşacağından ortamın pH'sındaki değişimler önemlidir.

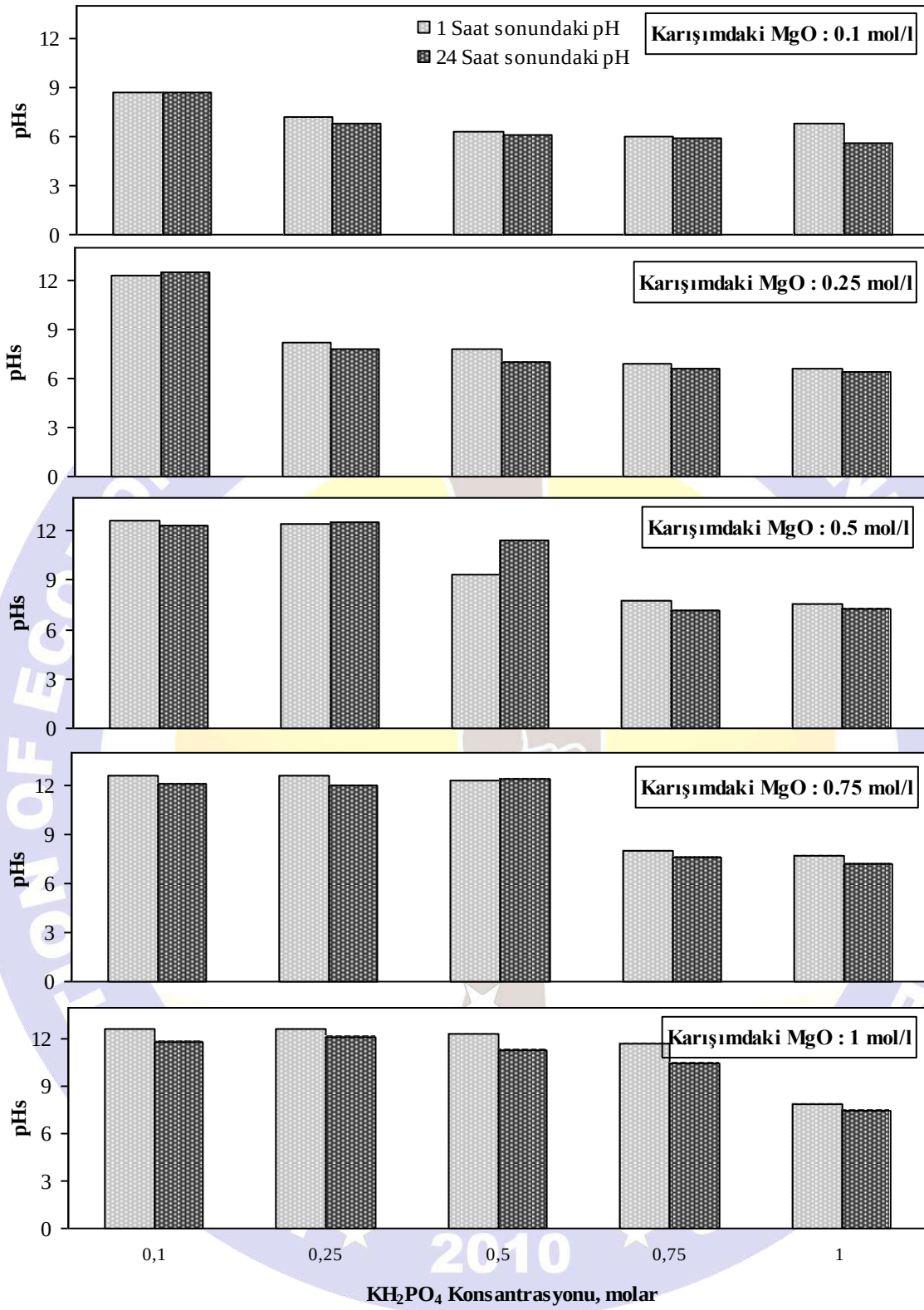
Bu durumlarda, her halükarda, çözeltideki potasyum miktarında bir azalma meydana gelmemesi gerekir. Çünkü bu çerçevedeki bileşikler içerisinde potasyumun struvit dışında çöken bir potasyum bileşiği sözkonusu değildir. Yani, şayet başlangıçta ortama konulan potasyumda bir azalma meydana gelirse bu durum çözünmeyen bir potasyum bileşiğinin [potasyum-struvit ($\text{KMgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)] çökmesine delalet eder. Bunu belirlemek için de başlangıçtaki çözeltideki potasyum konsantrasyonunun azalmasını fosfat iyonu konsantrasyonunun azalması değerleri ile birlikte düşünmek gerekir. Şayet hem potasyum-struvit ve hem de çözünmeyen magnezyumlu fakat potasyum içermeyen fosfat bileşikleri beraberce çöktüğünde ortamdaki fosfat konsantrasyonunun azalması potasyum konsantrasyonunun azalmasından fazla olacaktır.

1. Seri deneylerin sonuçları Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'de verilmiştir. Sonuçlar ayrıca Tablo 2'de topluca özetlenmiştir.

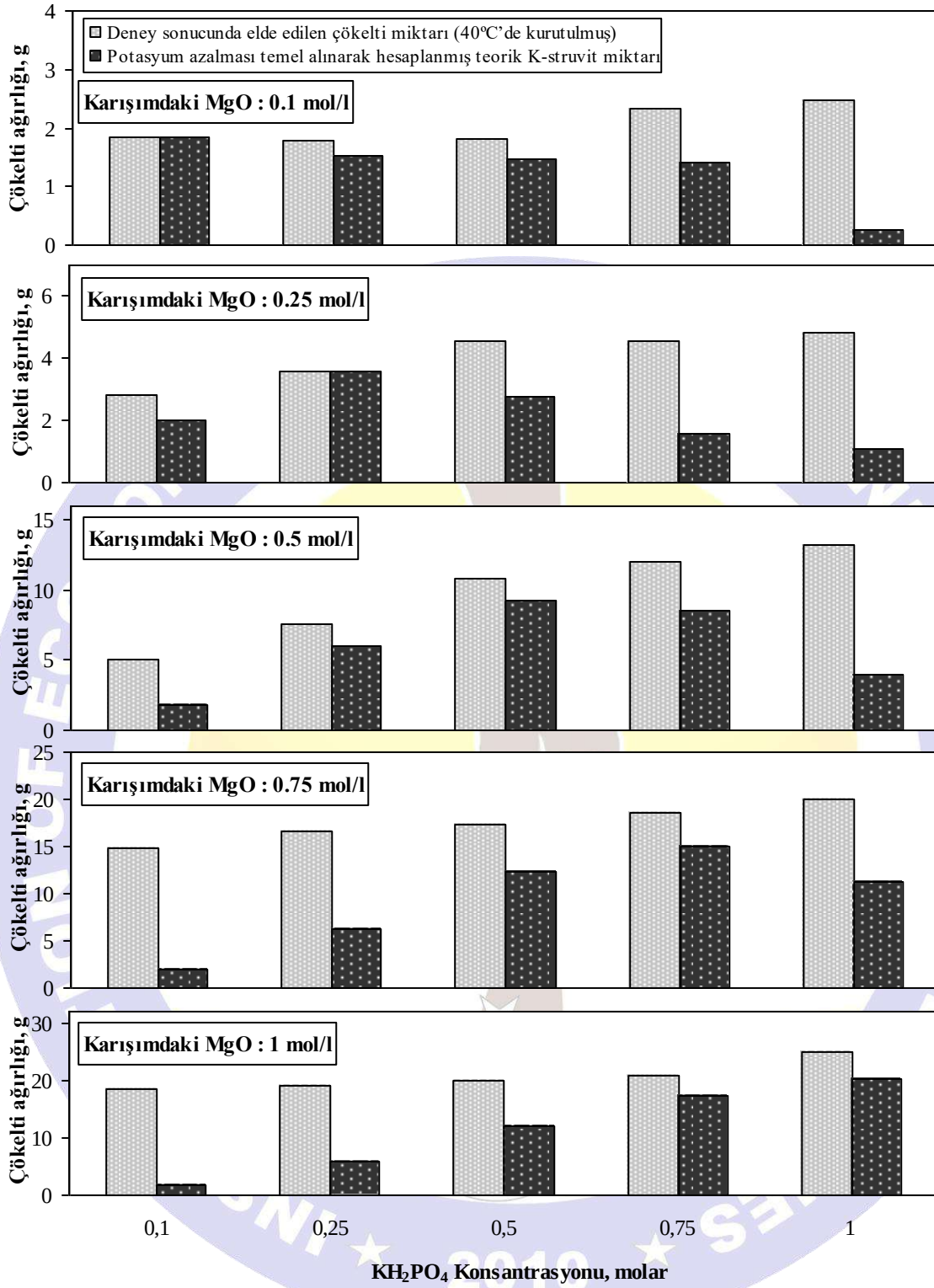




Şekil 1- Birinci seri deneylerde yapılan çöktürme işlemleri sonunda elde edilen çözeltilerde potasyum ve fosfat azalması.



Şekil 2- Birinci seri deneylerde yapılan çöktürme işlemleri sonunda elde edilen çözeltilerde son pH ölçümleri



Şekil 3- Birinci seri deneylerde yapılan çöktürme işlemleri sonunda elde edilen çökeltilerin (40°C'de kurutulmuş) ağırlıkları.

Tablo 2- Birinci seri deney kapsamında elde edilen veriler

KH₂PO₄ Süspansiyondaki MgO Konsantrasyonu (molar)

Konsantrasy onu (molar)		0.1	0.25	0.5	0.75	1
0.1	% K azalması	67	75	68	74	69
	% PO_4^{3-} azalması	78	99	99.5	99.5	99.6
	pH*	8.73	12.54	12.34	12.12	11.82
	**	1.84	2.84	5.04	14.80	18.40
	***	100	70.2	35.9	13.3	10.0
0.25	% K azalması	19	69	90	95	88
	% PO_4^{3-} azalması	60	82	99	99.9	99.8
	pH*	6.78	7.76	12.50	12.00	12.09
	**	1.79	3.59	7.52	16.69	19.10
	***	85.4	100	79.5	37.9	30.6
0.5	% K azalması	11	21	70	92	91
	% PO_4^{3-} azalması	34	46	85	99.9	99.9
	pH*	6.12	6.97	8.21	12.41	11.34
	**	1.82	4.54	10.81	17.40	19.94
	***	80.4	61.5	86.1	70.3	60.7
0.75	% K azalması	7	8	43	75	87
	% PO_4^{3-} azalması	22	28	55	83.2	95.5
	pH*	5.92	6.57	7.20	7.60	10.45
	**	2.34	4.54	12.00	18.51	20.90
	***	59.7	35.2	71.5	80.8	83.1
1	% K azalması	1	4	15	42	76
	% PO_4^{3-} azalması	14.3	41.3	64.6	82.3	84.3
	pH*	6.42	7.24	7.23	7.46	6.42
	**	2.47	4.83	13.20	19.95	25.08
	***	10.8	22.0	30.2	56.0	80.6

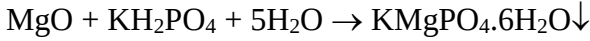
* Yapılan çöktürme işlemleri sonunda elde edilen çözeltilerde (24 saat sonundaki) pH ölçümleri

** Yapılan çöktürme işlemleri sonunda elde edilen çökeltilerin (40°C'de kurutulmuş) ağırlıkları.

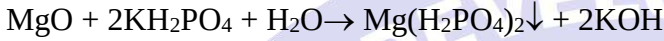
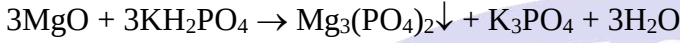
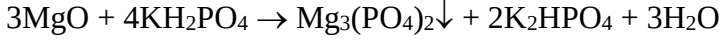
*** 40°C'de kurutulmuş çökeltinin teorik struvit yüzdesi

1. seri deneylerde çöktürme ortamlarında çeşitli kombinasyonlarda Mg:K:PO₄ oranları sözkonusudur. Şekil 1'den görüleceği üzere bütün deneylerde ortamlardaki potasyum ve fosfat konsantrasyonlarında bir azalma meydana gelmektedir. Tüm deneylerde beyaz bir çökeltinin varlığı gözlemlenmiştir. Aslında MgO'nun sulu süspansiyonundan bunu ayırt etmek oldukça güçtür. Ancak yapılan tayinlerde belirlenen, ortamdaki potasyum konsantrasyonundaki azalma mutlaka

çözünürlüğü az olan bir potasyum bileşiğinin oluşup çöktüğünü göstermektedir. Tüm deney sonuçlarında, fosfat konsantrasyonundaki yüzde azalmaların, potasyum konsantrasyonundaki yüzde azalmalardan fazla oluşu ekimolar azalmanın sözkonusu olması gerektiği



Reaksiyonunun dışında fosfatın çökeceği ve bu kısmın başında verilen



yan reaksiyonları sonucunda fosfatın daha fazla oranda çökmesinden kaynaklanabilir.

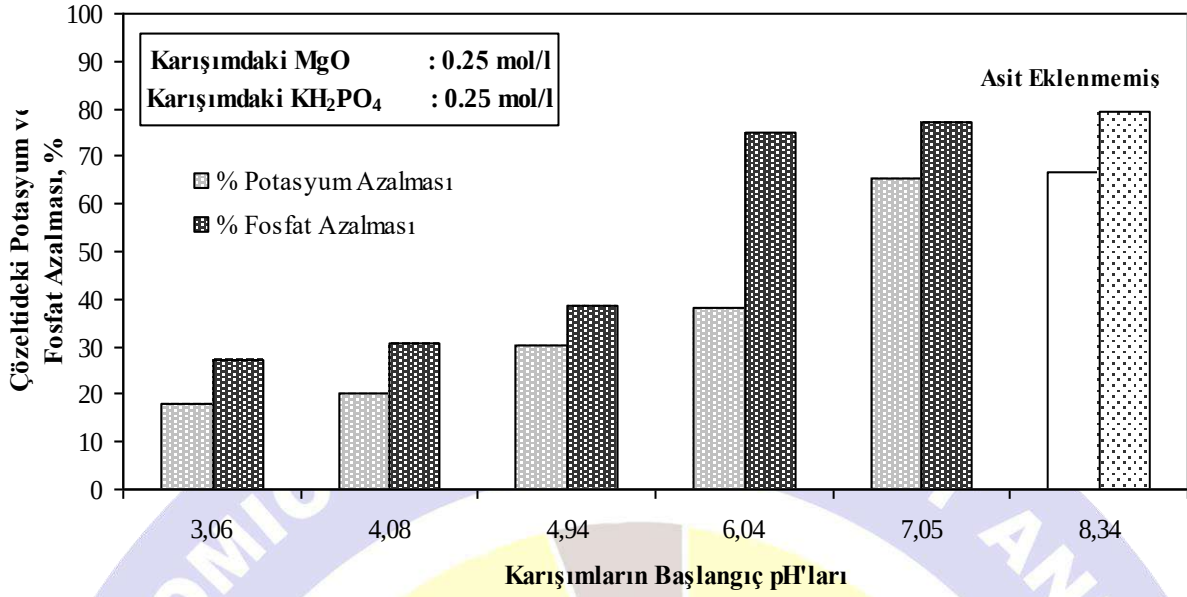
Şekil 4.1, ortamdaki Mg:K:PO₄ oranları dikkate alınarak, potasyum ve fosfat azalması yönünden incelendiğinde, magnezyum oranının ekimolardan fazla olduğu durumlarda fosfat azalması neredeyse % 100'e yakın oranlarda gerçekleşirken potasyumdaki azalma yaklaşık % 90'a varan oranlarda olmaktadır. Bu deneylerde işlem sonundaki pH'lar da daha yüksek olmaktadır. Literatürde de belirtildiği üzere, struvitin (amonyum-struvit) alkali pH'larda daha verimli bir şekilde oluştuğu sonuçları bu bulgularla uyum halindedir. Yani potasyum struvitin de alkali pH'larda daha verimli bir şekilde çöktüğü söylenebilir. Ancak potasyum azalmasının % 90 gibi çok yüksek verimle gerçekleştiği durumlarda, pH'nın 12 civarında oluşu çökeltelerde reaksiyona girmemiş MgO'nun kaldığını göstermektedir. Bu durumda elde edilecek ürünlerin, aşırı alkalilik nedeniyle, gübre olarak kullanımı hususunda olumsuzluk oluşturacaktır.

Birinci grup deneylerde elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde Mg:K:PO₄ oranları 1:1:1 olduğunda yani, reaktifler ekimolar karıştırıldığında çökelti miktarlarında K-struvit kesrinin makul değerlerde olduğu ifade edilebilir. Ancak karışımın MgO dozajı gerekli orandan (ekimolardan) daha fazla olduğu durumda son pH'lar yüksek seyretmiştir. Bu da fazla MgO'nin Mg(OH)₂'e dönüşerek karışımları bazik kılmasıyla açıklanabilir.

Çöktürme karışımlarının aşırı konsantre olmadığı ve reaktiflerin 0.25 M olduğu ekimolar durumun elverişli olduğu düşünülerek, bu oranlardaki reaktiflerle değişik başlangıç pH'larında gerçekleştirilen deneylerin sonuçları Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'de verilmiştir.

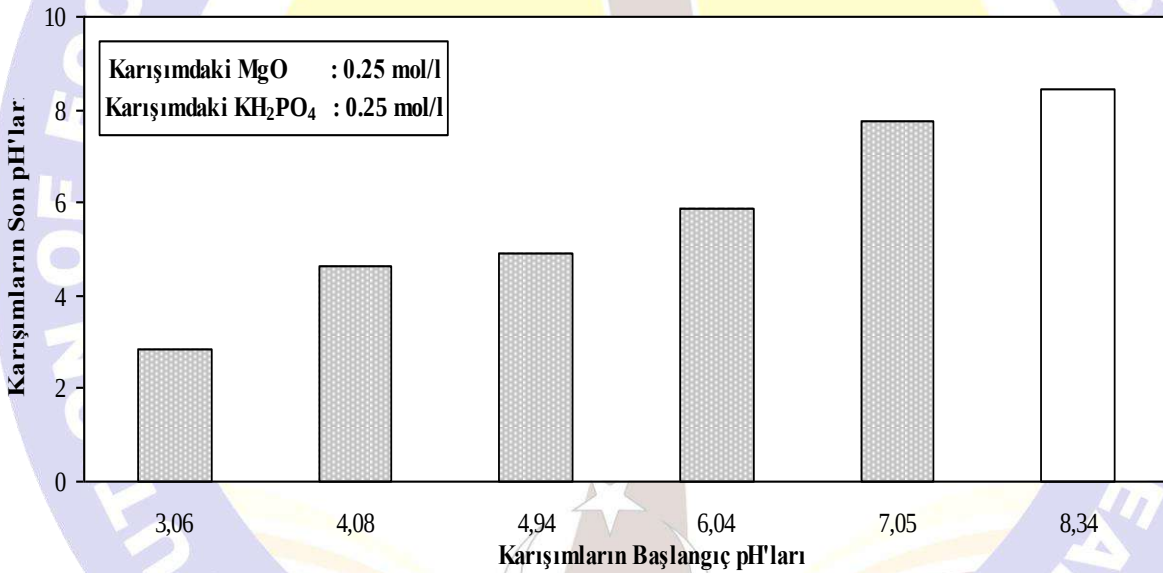
Şekil 4 ve Şekil 5 birlikte incelendiğinde potasyumun çökelti miktarının önemli bir kesrini oluşturduğu deneylerde başlangıç pH'ları yaklaşık 7 ve 8 olmaktadır. Bu deneylerde 24 saat sonunda (çöktürme işleminin sonunda) ölçülen pH'lar da başlangıç pH'sına yakın (nötralliğe yakın) değerler olarak ölçülmüştür.

İkinci grup deneylerde elde edilen bulgulara dayanarak, pH ayarlaması yapmadan gerçekleştirilen deneylerin K-struvit çöktürülmesi için uygun olduğu ifade edilebilir. Başka bir ifade ile, hafif alkali ortam K-struvit çöktürme için ideal olmaktadır. Bu durumda potasyumun yaklaşık % 65'i çökerek struvit oluştururken, çöken fosfatın az bir kısmını da diğer magnezyum fosfatlar teşkil etmektedir.



Şekil

4- İkinci seri deneylerde yapılan çöktürme işlemleri sonunda elde edilen çözeltilerde potasyum ve fosfat azalması.

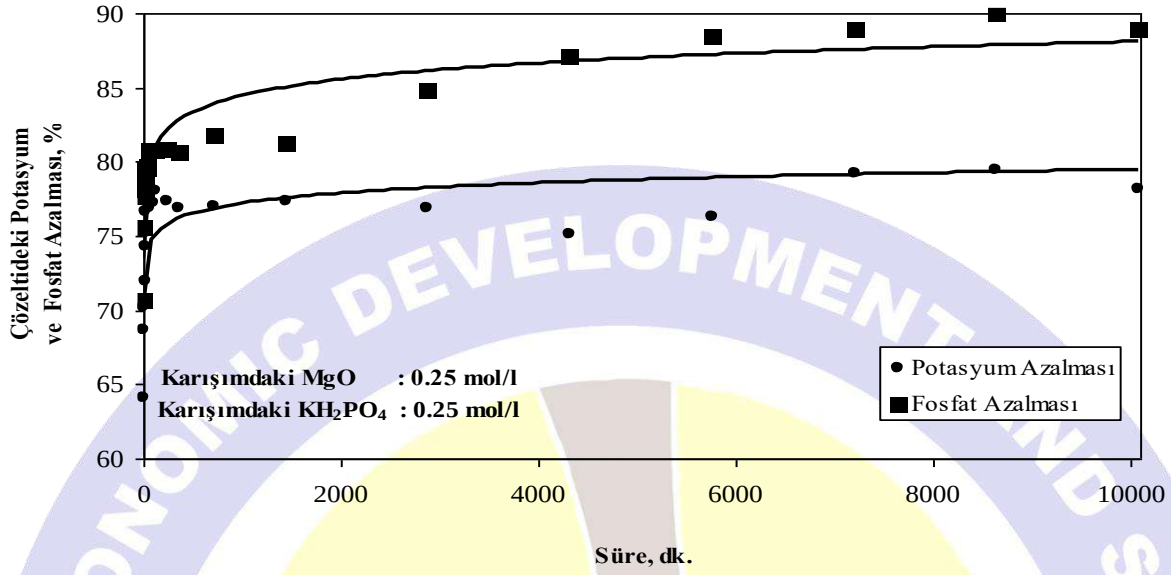


Şekil 5- İkinci seri deneylerde yapılan çöktürme işlemleri sonunda elde edilen çözeltilerde son pH ölçümleri

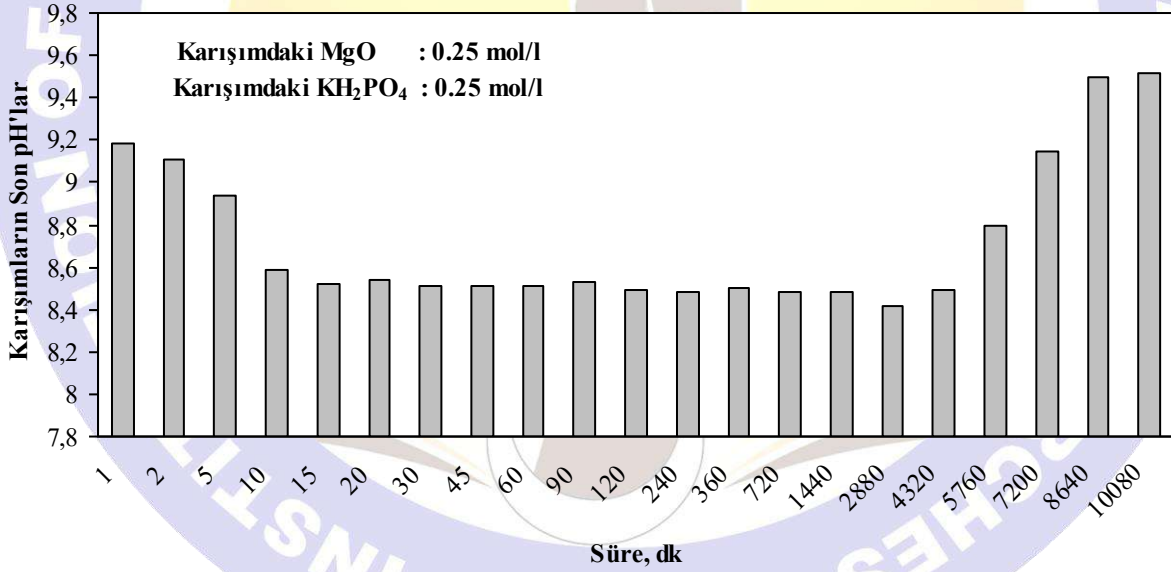
Üçüncü seri deneylerde, reaktif konsantrasyonları 0.25 olan karışımlar kullanılarak ve ortama herhangi bir pH ayarlayıcı ilave etmeksizin süreye bağlı deneyler gerçekleştirildi. Bu amaçla yine, reaktifin birisi olan 0.5 M MgO-su karışımları bir saat süre ile dengelenmeye tabi tutuldu. Daha sonra bu süspansiyona diğer reaktif olan 0.5 M KH_2PO_4 çözeltisi katıldı. Eşit hacimlerde reaktifler kullanıldığından karışımların konsantrasyonları 0.25 M olarak değerlendirildi. Karışımlar değişik süreler karıştırılmaya tabi tutuldu. Öngörülen süreler sonunda alınan örnekler santrfüjlendi ve çözeltilerde gerekli analizler yapıldı. Üçüncü seri deneylerin sonuçları, çözeltilerdeki potasyum ve fosfat azalma yüzdeleri olarak Şekil 6'da, ölçülen son pH'lar olarak da Şekil 7'de görülmektedir.

Reaktiflerin ekimolar (her ikisi de 0.25 M) olduğu reaksiyon karışımlarının değişik süreler sonundaki potasyum ve fosfat azalma değerleri, reaktiflerin karıştırıldığı andan yaklaşık 5 dakika ve daha sonrasında yaklaşık % 70'den başlayarak örneğin 12 saat sonunda yaklaşık % 77'ye varmakta ve çok az artışlarla 7 gün sonunda da % 79'a ulaşmaktadır. pH ölçümlerine bakıldığında reaktiflerin karıştırıldığı başlangıçta pH 9 civarında iken 15 dakika sonra 8-8.5 değerlerine düşüp uzun süre bu

değerlerde seyrettikten sonra 4. günden sonra yükselmeye başlamakta ve 7. gün sonunda yaklaşık 9.5 değerine ulaşmaktadır. Fosfat azalması potasyum azalmasından daha yüksek değerlerde seyrederek süre sonunda % 88-90 değerlerine ulaşmaktadır.



Şekil 6. 3. seri deneylerde yapılan çöktürme işlemleri sonunda elde edilen çözeltilerde potasyum ve fosfat azalması.

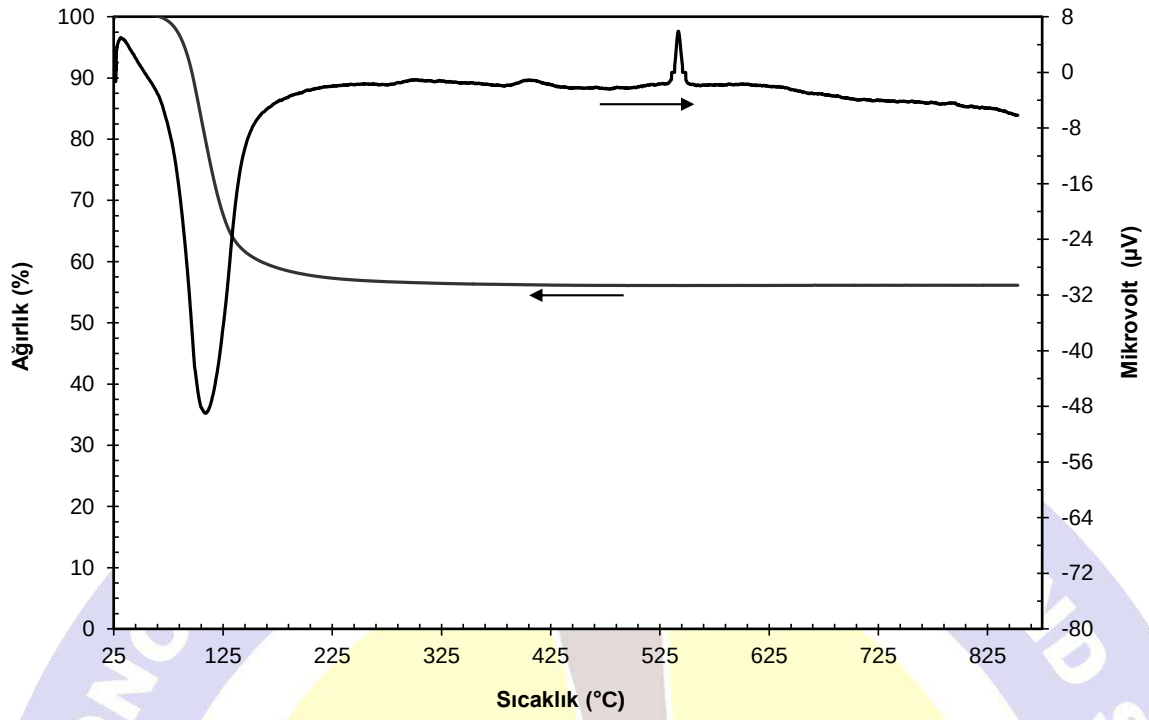


Şekil 7. Üçüncü seri deneylerde yapılan çöktürme işlemleri sonunda elde edilen çözeltilerde son pH ölçümleri

Elde edilen K-struvitin bazı karakteristik özelliklerle belirlenmiş ve aşağıda sırasıyla verilmiştir.



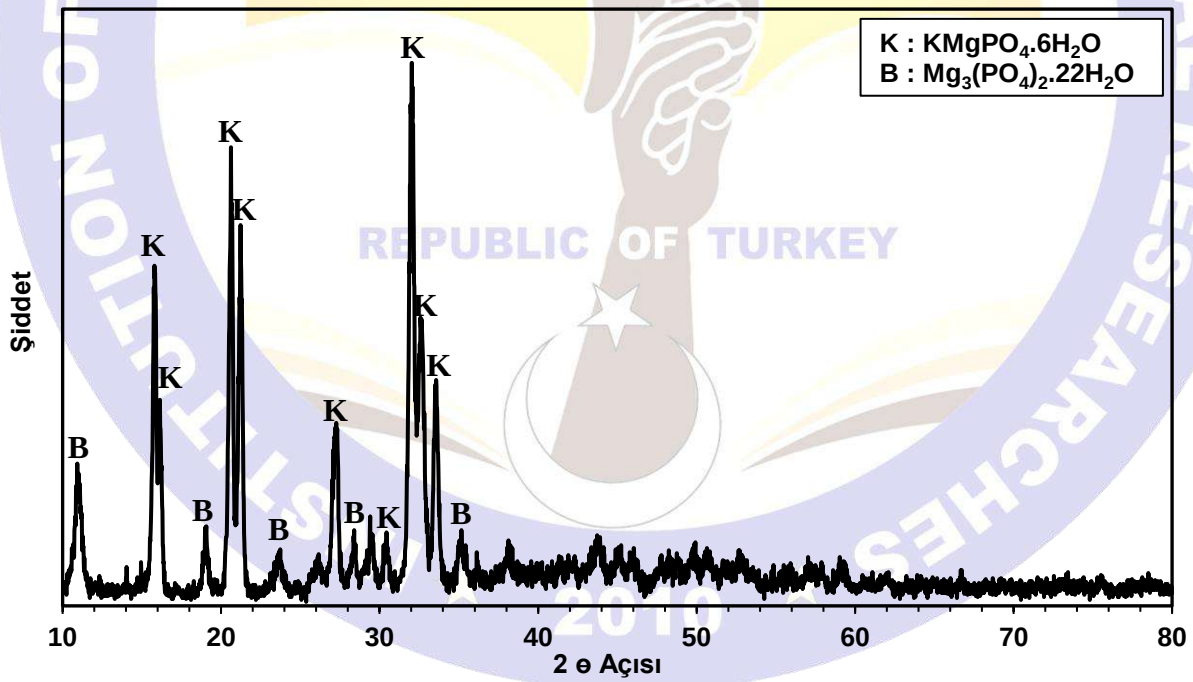
Şekil 8. Elde edilen K-struvitin SEM görüntüsü ve EDX değerlendirilmesi.



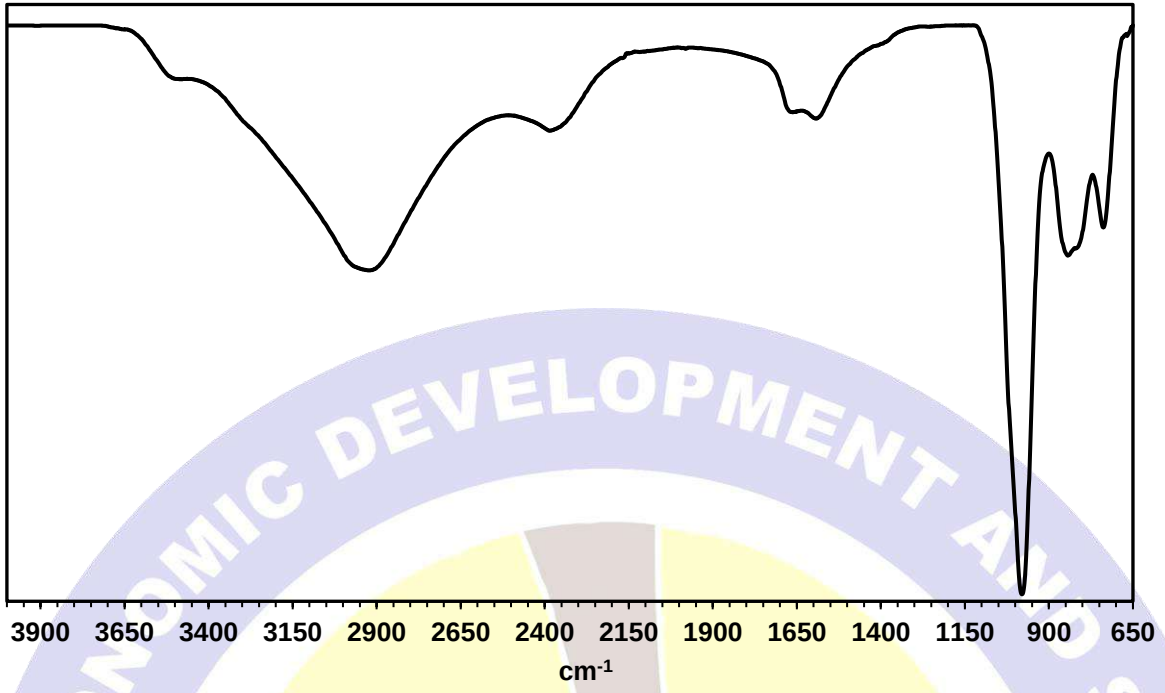
Şekil

9. Elde edilen K-struvitin TGA/DTA diyagramı.

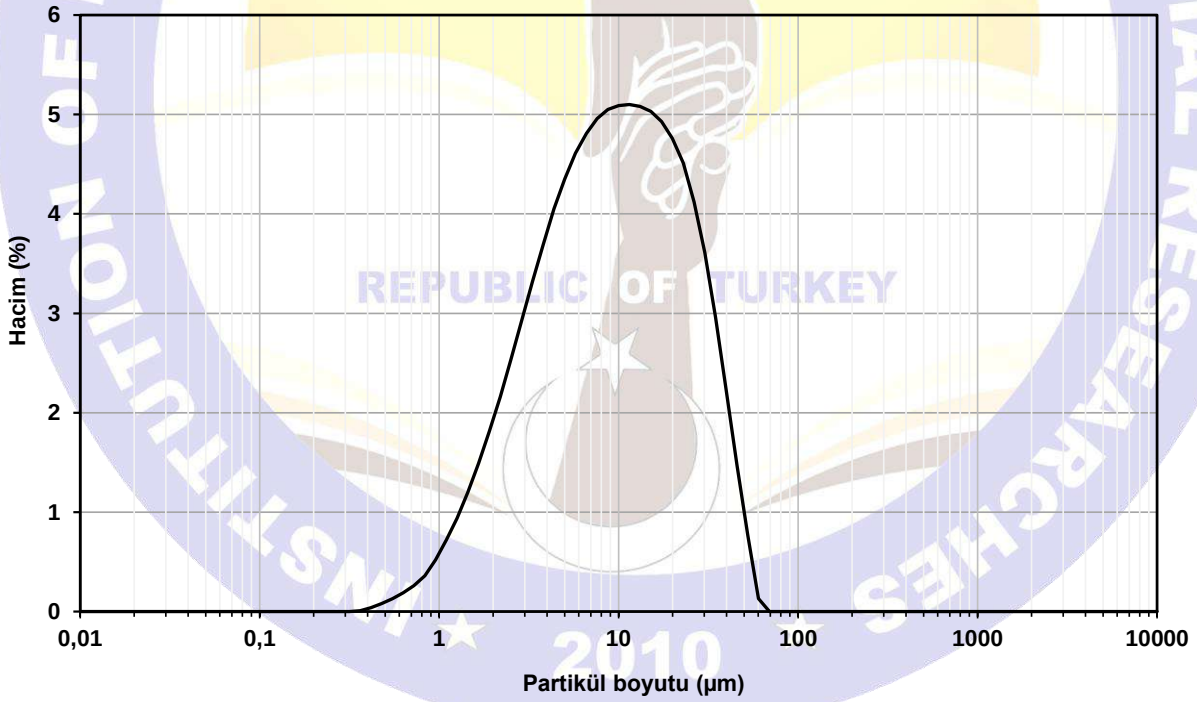
100



Şekil 10. Elde edilen K-struvitin XRD diyagramı.



Şekil 11. Elde edilen K-struvitin FTIR diyagramı.



Şekil 12. Elde edilen K-struvitin partikül boyut dağılımı.

4. SONUÇLAR

Ucuz bir magnezyum kaynağı olan magnezyum oksit kullanılarak KH_2PO_4 çözeltilerinden yavaş çözünen bir kompleks gübre bileşeni potasyum struvitin ($\text{KMgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) çöktürülerek elde edilmeye çalışıldığı bu çalışma sonunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

$\text{Mg}:(\text{K}:\text{PO}_4)$ oranları 0.25 ile 1 arasında değiştirilerek 100 ml hacmindeki karışımların 24 saat süreyle karıştırılarak gerçekleştirilen deneylerin sonucunda:

Potasyumun çökme yüzdesinin fosfatın çökme yüzdesinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum K-struvitin ($\text{KMgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) dışında çökebilen türden magnezyum fosfat bileşiklerinin de oluştuğunu ifade etmektedir. Bu bileşikler başta $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ olmak üzere $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ve MgHPO_4 olabilir. Bunların hangisinin veya hangilerinin oluştuğu tabiidir ki ortamın pH'sına bağlıdır.

MgO 'in ekimolardan fazla olduğu durumlarda potasyum azalması ve fosfat azalması % 90'ı geçen yüksek değerler elde edilebilmektedir. Ancak bu durumlarda oluşan karışımların pH'ları 12'ye varan değerlerde ve yüksek olmaktadır. Bu durum çöken katılarda, başlangıçta kullanılan MgO 'in çözünmeden çöktürüldükten bulunduğu sonucunu vermektedir. Bu durum, elde edilen maddelerin, gübre olarak değerlendirilmesinde olumsuzluk yaratabilir.

$\text{Mg}:(\text{K}:\text{PO}_4)=1:(1:1)=1$ şartlarında yani ekimolar karışımlarla gerçekleştirilen deneylerde (karışımların ekimolaritesi 0.1-1 arasında) çözeltilerden potasyum struvit olarak çöktürülen potasyum % 67-76 arasında gerçekleşirken aynı deneylerde fosfat çökmesi % 78-84 arasında olmuştur. Ekimolar şartlarda fosfatın fazladan çökmesi azalmıştır. Bu da elde edilecek struvitin saflığının daha yüksek olması demektir. Bu durum magnezyum oksit kullanılarak K-struvit çöktürmede ekimolar karışımların kullanılmasının daha elverişli olduğunu ifade edebilir.

$\text{Mg}:(\text{K}:\text{PO}_4)$ oranı 0.25 olarak hazırlanan karışımlarda pH ayarlayarak (başlangıç pH'sı yaklaşık 3-8 arasında) yapılan sistematik çalışmada başlangıç pH'ları yaklaşık 7-8 arasında uygulanan deneylerin sonunda son pH'ların da bu değerlere yakın olduğu ve bu şartlardaki çöktürmelerde potasyumun % 65 civarında ve fosfatın % 75-80 civarında çöktürülebildiği belirlenmiştir. Bu seri deneylerde $\text{Mg}:(\text{K}:\text{PO}_4)$ oranı 0.25 olan karışımlarda herhangi bir pH ayarlaması yapılmadan yapılan çöktürmenin, başlangıç pH'sının yaklaşık 8 olduğu ve bu durumun elde edilen struvitin saflığı yönünden ve elverişli sayılabilecek bir verimle çöktürmeyle sonuçlandığı itibarla önemli olduğu ifade edilebilir. Ayrıca pH ayarlamak üzere herhangi bir ilave maddeye ihtiyaç duyulmaması da bir avantaj sayılabilir.

$\text{Mg}:(\text{K}:\text{PO}_4)$ oranı 0.25 olarak uygulanan ve 7 güne kadar sürdürülen süreye bağlı üçüncü seri deneylerin bulgularına göre aşağıdaki sonuçlar ifade edilebilir.

Potasyum çöktürme verimi reaktiflerin karıştırıldığı andan yaklaşık 5 dakika ve daha sonrasında yaklaşık % 70'den başlayarak örneğin 12 saat sonunda yaklaşık % 77 olarak elde edilmekte ve çok az artışlarla devam ederek 7 gün sonunda da % 79'a ulaşmaktadır. Fosfat çöktürme verimi ise potasyum çöktürme veriminden daha yüksek değerlerde seyrederek süre sonunda % 88-90 değerlerine ulaşmaktadır.

Bu grup deneylerde pH değerleri başlangıçta 8.5-9 civarında iken 15 dakika sonra 8-8.5 değerlerine düşüp uzun süre bu değerlerde seyrettikten sonra 4. günden sonra yükselmeye başlamakta ve 7. gün sonunda yaklaşık 9.5 değerine ulaşmaktadır.

Nihai bir sonuç olarak magnezyum oksitin potasyum struvit eldesinde kullanılabileceği ifade edilebilir. Ancak elde edilecek struvitin saflığı açısından stokiometrik oranlarda kullanılmasının önemli olduğunu belirtmek gerekir. Tabii ki kullanılacak fosfat bileşiğinin türü ve özellikleri, ortam pH'sı ve yine bileşiklerin veya fosfat kaynağının ne olduğu ve hangi oranlarda kullanılacağı da önemlidir. Bunlara bir ön çalışma yapılarak karar verilmesi gerektiği son bir düşünce olarak eklenebilir.

KAYNAKLAR

Banks, E., Chianelli, R., Korensteinz, R., 1975, Crystal chemistry of struvite analogs of the type $\text{MgMPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, Inorganic Chemistry, 14, 1634-1639.

- Barak, P., Stafford, A., 2006, Struvite: A recovered and recycled phosphorus fertilizer, Proc. of the 2006 Wisconsin Fertilizer, Agrilime & Pest Management Conference, 45, 199-204.
- Booker, N.A., Priestley, A.J. Fraser, I.H., 1999, Struvite formation in wastewater treatment plants: opportunities for nutrient recovery, Environ Technol., 20, 777-782.
- Bridger, G.L., Salutsky, M.L., Starostka, R.W., 1962, Metal ammonium phosphates as fertilizers, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 10, 181-188.
- Doyle, J.D., Parsons S.A., 2002, Struvite formation, control and recovery, Water Res., 36, 3925-3940.
- Doyle, J.D., Parsons S.A., 2002, Struvite formation, control and recovery, Water Res., 36, 3925-3940.
- Etter, B., Tilley, E., Khadka, R., Udert, K.M., 2011, Low-cost struvite production using source-separated urine in Nepal, Water Research, 45, 852-862.
- European Fertilizer Manufacturers Association (EFMA), 2000, European Fertilizer Manufacturers Association, Phosphorus: Essential Element for Food Production, EFMA: Brussels, Belgium.
- Ge, J., Wu, R., Shi, X., Yu, H., Wang, M., Li, W., 2002, Biodegradable Polyurethane Materials from Bark and Starch. II. Coating Material for Controlled-Release Fertilizer, Journal of Applied Polymer Science, 86, 2948-2952.
- Gujer, W., Maurer, M., Ronteltap, M., 2007, Struvite precipitation thermodynamics in source-separated urine, Water Research, 41, 977-884.
- Guo, M., Liu, M., Hu, Z., Zhan, F., Wu, L., 2005, Preparation and properties of a slow release NP compound fertilizer with superabsorbent and moisture preservation, Journal of Applied Polymer Science, 96, 2132-2138.
- Hauck, R.D., 1985, Slow release and bio-inhibitor-amended nitrogen fertilisers. In "Fertiliser technology and use", (O.P. Engelstad, Ed.) pp. 293-322. 3rd ed. SSSA Madison, WI.
- Jaffer, Y., Clark, T.A., Pearce, P., Parsons, S.A., 2002, Potential phosphorus recovery by struvite formation, Water Res., 36, 1834-1842.
- Jarosiewicz, A., Tomaszewska, M., 2003, Controlled-release NPK fertilizer encapsulated by polymeric membranes, J. Agric. Food Chem., 51, 413-417.
- Kabdasli, I., Tunay, O., Islek, C., Erdinc, E., Huskalar, S., and Tatli, M.B., 2006, Nitrogen recovery by urea hydrolysis and struvite precipitation from anthropogenic urine, Water Science and Technology, 53, 305-312.
- Kakoulides, E. P.; Valkanas, G. N., 1994, Modified rosin-paraffin wax resins as controlled delivery systems as fertilizers. Fabrication parameters governing fertilizer release in water, Ind. Eng. Chem. Res., 33, 1623-1630.
- Ko, B.-S., Cho, Y.-S., Rhee, H.-K., 1996, Controlled release of urea from resin-coated fertilizer particles, Ind. Eng. Chem. Res., 35, 250-257.
- Le Corre, K.S., Valsami-Jones, E., Hobbs, P., Parsons, S.A., 2009, Phosphorus recovery from wastewater by struvite crystallization: A Review, Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 39, 433-477.
- Liu, Y.H., Kumar, S., Kwag, J.-H., Ra, C.S., 2013, Magnesium ammonium phosphate formation, recovery and its application as valuable resources: a review, J. Chem. Technol. Biotechnol., 88, 181-189.
- Mathew, M., Schroeder, L.W., 1979, Crystal structure of struvite analogue, $MgKPO_4 \cdot 6H_2O$, Acta Crystallographica, B35, 11-13.
- Rawn A.M., Perry Banta, A., Pomeroy, R., 1939, Multiple stage sewage digestion, Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 105, 93-132.
- Rettmer, R. S., 1991, The simultaneous chemical precipitation of ammonium and phosphate in the form of magnesium ammonium phosphate, Water Sci. Tech., 23, 659-667.
- Salutsky, M.L., Steiger R.P., 1964, Properties of fertilizer materials, metal potassium phosphates, Agricultural and Food Chemistry, 12, 486-491.
- Shin, H. S., Lee, S.M., 1997, Removal of nutrients in wastewater by using magnesium salts, Environmental Tech., 19, 283-290.

- Steen I, 1998, Phosphorus availability in the 21st century management of a non-renewable resource, Phosphorus Potassium, 217, 25-31.
- Trenkel, M.E., 1997, Controlled release and Stabilized Fertilizers in Agriculture, IFA, Paris.
- US Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2013. http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/phosphate_rock/mcs-2013-phosp.pdf (Erişim Tarihi: 11.05.2019).
- USEPA, U.S. Environmental Protection Agency, Terminology Reference System, http://iaspub.epa.gov/trs/trs_proc_qry.alphabet?p_term_nm=ALL&p_reg_auth_id=1&p_data_id=11646&p_version=1, (Erişim tarihi 15.04.2019)
- Wilson, F.N., Chem, C., 1988, Slow release true or false? A case study for control, Fertiliser Society of London (Shaviv, 2001'den).
- Zdybiewska, M. W., Kula, B., 1991, Removal of ammonia nitrogen by precipitation method, on the example of some selected wastewater, Water Sci.Tech., 24, 7, 229-234.



SU ÜRÜNLERİNDE TÜR TESPİTİNDE KULLANILAN MOLEKÜLER GENETİK YÖNTEMLER

Hasan Emre YILMAZ

Akdeniz Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü

İfakat Tülay ÇAĞATAY

Doç. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü

Özet

Geçmişte ve halen türlerin birbirlerinden ayırt edilebilmesi, yeni tür tespiti ve populasyon çalışmaları için canlıların vücut şekli, vücut büyüklüğü, rengi, yüzgeçlerin sayısı ve konumu gibi morfolojik karakterlerden faydalanılmıştır. Su ürünlerinde de halen kullanılan bu morfolojik ve morfometrik tür tespit yöntemleri her ne kadar kullanışlı yöntemler olsalar da bazı dezavantajları beraberinde getirmektedir. Morfolojik ve morfometrik tür tespitinde çok sayıda örneğe ihtiyaç duyulması, kriptik ve hibrit türlerin ayrımının net olarak yapılamaması ve melanistik formların tür tespitinin zor olması bilim insanlarını yeni yöntemler aramaya teşvik etmiştir. Son yıllarda yapılan literatür çalışmalarda moleküler biyoloji temelli yöntemlerin tür tespitinde kullanılması, tür tanımlarında ve türlerin sınıflandırılmasında yüksek doğrulukta ve özgünlükte sonuçlar vermesi nedeniyle tercih edilmektedir. Su ürünlerinde tür tespitinde kullanılan bazı moleküler biyolojik yöntemlere örnek olarak; polimeraz zincir reaksiyonu (PCR)-Dizileme, türe özgün primerlerin kullanımına olanak veren çoklu PCR, rastgele çoğaltılmış polimorfik DNA (RAPD), restriksiyon fragment uzunluk polimorfizmi (RFLP), artırılmış fragment uzunluk polimorfizmi (AFLP), tek zincir konformasyon polimorfizmi (SSCP), denatüre edici gradiyent jel elektroforezi (DGGE) ve Real-Time PCR verilebilir.

105

Kullanılan bu moleküler biyolojik tür tespiti yöntemleri, yeni türlerin tespit edilmesi, nesli tükenmekte ve tehlike altında olan türlerin sayısının ve habitatlarının korunması/ belirlenmesi, genetik kaynakların korunması, biyolojik çeşitliliğin belirlenmesi, endemik ve istilacı türlerin tespit edilmesinde için de kilit rol oynamaktadır. Ayrıca, yetiştiricilik, hastalıkların tedavisi, avcılık ve stok tespiti gibi konularda da kullanılmaktadır.

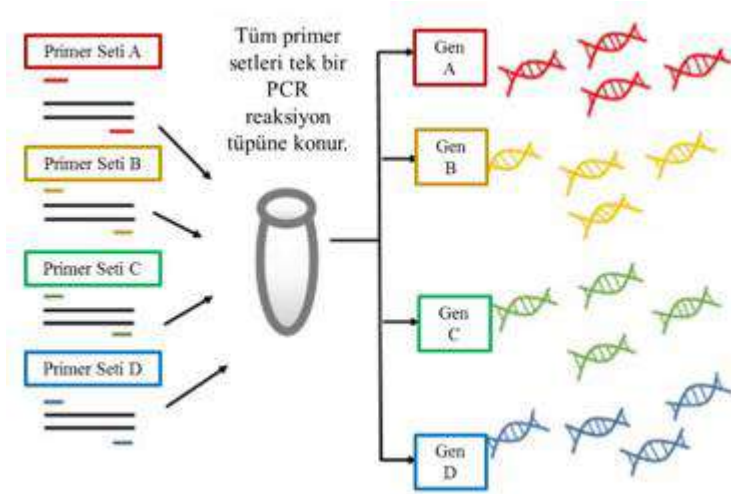
Bu çalışmada su ürünleri tür tespitinde kullanılan bazı moleküler yöntemlerin avantajları, dezavantajları ve yapılan çalışmalar örneklerle değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tür tespiti, Moleküler yöntemler, Su ürünleri

1. GİRİŞ:

Avcılık ve yetiştiriciliği kapsayan su ürünleri üretimi, insanlar için önemli bir besin ve hayvansal protein kaynağıdır. Su ürünleri üretimi, 167.2 milyon ton ile dünya çapında tarımsal üretimin %9'unu oluşturmaktadır (FAO, 2016). Balıkçılığın sürdürülebilirliği, etkin yönetim önlemlerinin alınması ve kaynakların optimum şekilde kullanılmasına bağlıdır. Söz konusu etkin yönetim önlemleri ise türlerin doğru bir şekilde tespit edilebilmesine ile mümkün olabilmektedir. Moleküler yöntemler bu noktada morfolojik yöntemlerin eksik yönlerini tamamlayarak daha doğru tür tespitlerinin yapılmasına olanak sağlamaktadır (Pavan-Kumar vd., 2018).

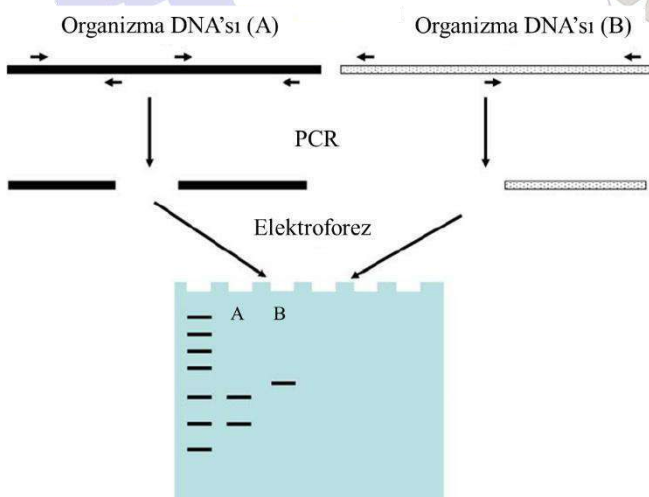
Geçmişte ve halen türlerin birbirlerinden ayırt edilebilmesi, yeni tür tespiti ve populasyon çalışmaları için canlıların vücut şekli, vücut büyüklüğü, rengi, yüzgeçlerin sayısı ve konumu gibi morfolojik karakterlerden faydalanılmıştır (Strauss ve Bond 1990). Su ürünlerinde de halen kullanılan bu morfolojik ve morfometrik tür tespit yöntemleri her ne kadar kullanışlı yöntemler olsalar da bazı dezavantajları beraberinde getirmektedir.



Şekil 2. PCR spesifik primer yöntemi (Anonim, https://www.medialabinc.net/pcr_fundamentals.aspx).

Gao vd. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, tatlı sularda yaygın olarak bulunan 5 farklı bakteri türünün eşzamanlı tespiti için çoklu PCR yöntemi kullanılmıştır. Her bir türe özgü ve farklı uzunluğa gen bölgelerinin (*Aeromonas hydrophila* 853 bp, *Streptococcus agalactiae* 685 bp, *Klebsiella pneumoniae* 428 bp, *Edwardsiella tarda* 356 bp, *E. ictalur* 124 bp) çoğaltılması için spesifik primerler seçilmiş ve elde edilen fragmentler agaroz jel üzerinde yürütülerek tür tespiti yapılmıştır.

2.3. Rastgele Çoğaltılmış Polimorfik DNA (RAPD) Yöntemi: Genomik DNA üzerindeki rastgele bölgelerin kısa primerler kullanılarak PCR işlemiyle çoğaltılmasına dayanan bir yöntemdir (Şekil 3). Bu teknik ile genomik DNA'nın birden fazla bölgesi tek seferde taranabilmektedir (Hadrys vd., 1992; Haymer, 1994). Daha önceden DNA dizisinin bilinmesine gerek olmaması, hızlı sonuç alınabilmesi ve genomik DNA üzerindeki birçok bölgeyi tarayarak farklı lokuslardan aynı anda bilgi toplayabilmesi nedeniyle tercih edilen avantajlı bir yöntemdir (Okumuş ve Çiftçi, 2003; Chauhan ve Rajiv, 2010). Bütün bunların yanında dezavantaj olarak ise birden fazla tür içeren örneklerdeki türlerin tespit edilememesi ve elde edilen bant profilinin DNA kalitesinden ve miktarından etkilenmesi verilebilir (Chauhan ve Rajiv, 2010; Teletchea, 2009).

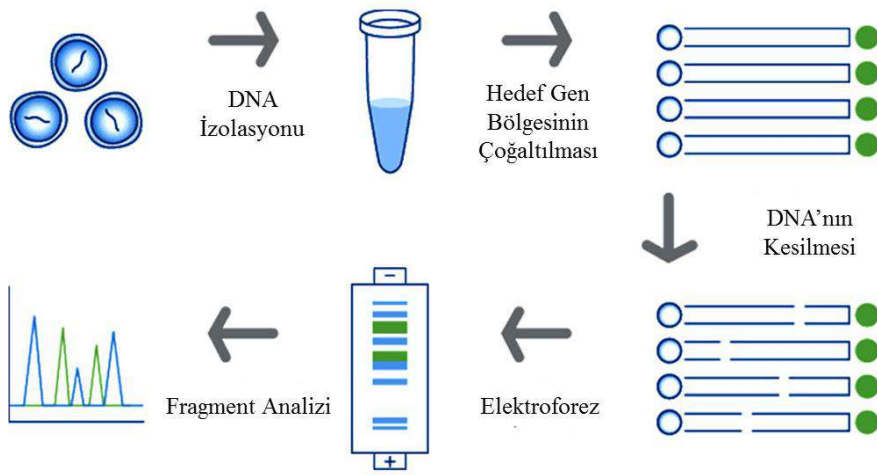


Şekil 3. RAPD yöntemi (Abed, 2008).

Lakra vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada 5 Hindistan granyöz türü (*Otolithes cuvieri*, *Johnieops sina*, *Johnieops macrorhynchus*, *Johnieops vogleri* and *Protonibea diacanthus*) RAPD yöntemiyle tespit edilmiştir. Toplamda 50 farklı primer kullanılarak elde edilen fragmentler

karşılaştırılmış ve bunların içinden özellikle 8 tanesi tüm türlerin tespitinde kullanışlı olduğu belirlenmiştir.

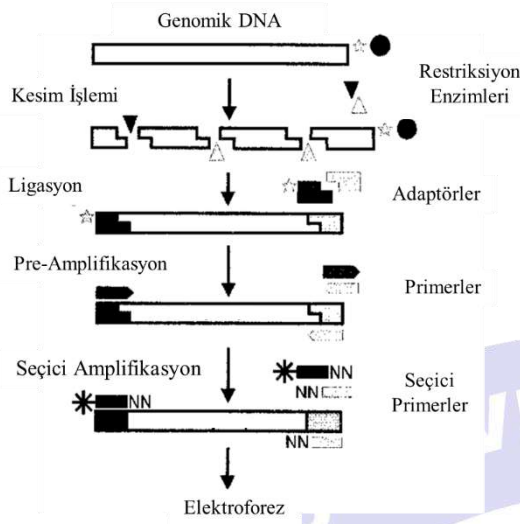
2.4. Restriksiyon Fragment Uzunluk Polimorfizmi (RFLP) Yöntemi: Bu yöntem PCR yöntemiyle çoğaltılan fragmentlerin restriksiyon endonükleaz enzimleriyle spesifik olarak kesilmesi prensibine dayanmaktadır. Kesim sonucunda oluşan farklı boyutlarda fragmentler jel elektroforezi yöntemiyle birbirinden ayrılarak görüntülenir ve tür tespiti gerçekleştirilir (Şekil 4) (Billington, 2003). Bu yöntem kolay uygulanabilir, kısa zamanda yapılabilir ve ucuz maliyetli olması nedeniyle tercih edilmektedir (Okumuş ve Çiftçi, 2003; Türe vd., 2012). Ayrıca tek bir primer çifti ile kombine edilecek restriksiyon enzimleri kullanılarak birden fazla tür içeren örneklerde tür tespiti bu yöntemle gerçekleştirilebilmektedir. En önemli dezavantajı ise, tamamlanmayan kesim işlemlerinin meydana getireceği spesifik olmayan bant profillerinin oluşmasıdır. Bu şekilde oluşan bant profilleri türler arasında var olmayan varyasyonlar oluşturarak yanlış yorumlamalara ve türlerin hatalı tespitine neden olabilmektedir (Teletchea, 2009; Türe vd., 2012).



Şekil 4. RFLP yöntemi (Anonim, <https://microbenotes.com/restriction-fragment-length-polymorphism-rflp/>).

Lin ve Hwang (2007) yaptıkları bir çalışmada 8 uskumru türünü RFLP yöntemiyle tespit etmişlerdir. PCR işlemiyle çoğalttıkları *cytb* gen bölgelerini 5 farklı restriksiyon enzimi (*Bsp12861*, *RsaI*, *ScaI*, *MboII* ve *HincII*) ile keserek elde ettikleri fragmentlerle tür teşhisini gerçekleştirmişlerdir.

2.5. Artırılmış Fragment Uzunluk Polimorfizmi (AFLP) Yöntemi: AFLP, genomik DNA'nın restriksiyon enzimleriyle kesilmesi ve kesilen bölgelerin seçici primerler kullanılarak PCR ile çoğaltılmasına dayanan bir yöntemdir. Genomik DNA, restriksiyon enzimleriyle kesildikten sonra oluşan yapışkan uçlara ligasyon işlemi ile adaptörler bağlanır. Adaptör bağlı diziler PCR işlemi ile çoğaltılır. Elde edilen fragmentler seçici primerler kullanılarak tekrar çoğaltılır ve elde edilen fragmentler, jel elektroforezi yöntemiyle görüntülenir (Şekil 5) (Vos vd., 1995; Ajmone-Marsan vd., 1997). AFLP yöntemi, RAPD ve RFLP yöntemlerinin birleştirilmiş hali gibidir. Bu iki teknikle karşılaştırıldığında, tüm genom seviyesinde daha yüksek çözünürlüğe sahip olması, tespit edilecek türle ilgili daha önceden bilgi bulunmasının gerekmemesi, tekrar edilebilmesi ve hassas olması nedeniyle tercih edilmektedir. Bunların yanında yüzlerce bilgi verici belirteç oluşturması nedeniyle türe özgü markırların belirlenmesini zorlaştırmaktadır (Teletchea, 2009).

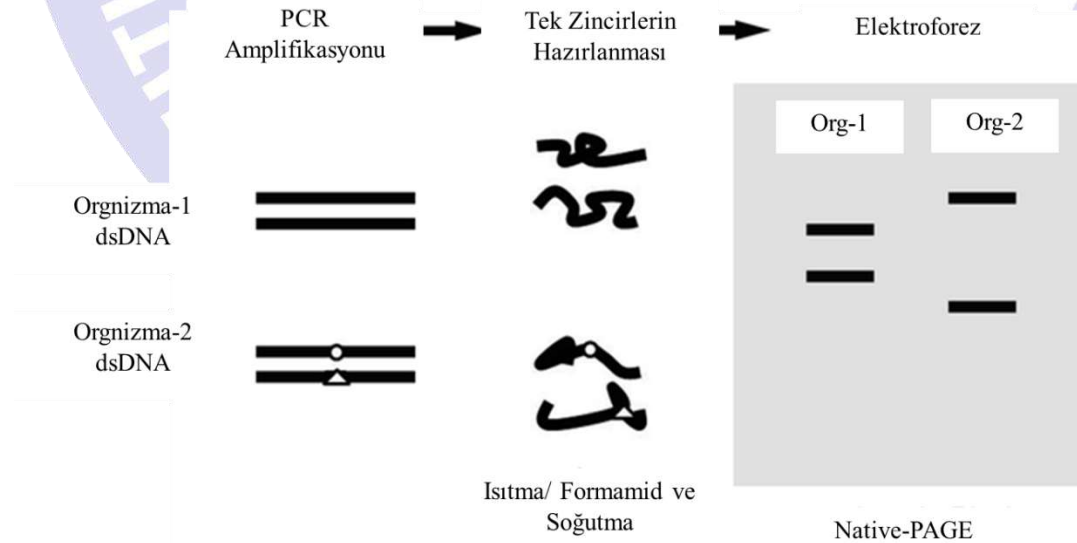


Şekil 5. AFLP yöntemi (Bachem vd., 1998).

Maldini vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada, işlenmiş ticari ürünlerde ve yurt içi stoklarda balık, yumuşakçalar ve kabukluları belirlemek AFLP yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen veriler, referans veriler ile karşılaştırılarak 32 farklı türün (20 tatlı su ve deniz balığı, dört kabuklu ve sekiz yumuşakça) tespiti doğru bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

2.6. Tek Zincir Konformasyon Polimorfizmi (SSCP) Yöntemi: SSCP yönteminde, PCR ile çoğaltılan çift zincirli DNA denatüre edilerek tek zincirli hale getirilir. Elde edilen tek zincirli DNA fragmentleri, denatüre edici olmayan poliakrilamid jel elektroforezinde (native PAGE) yürütülür. Tek zincirli DNA fragmentlerinin jel üzerindeki farklı göçleri, DNA dizileri arasındaki farklılıkları göstermektedir (Şekil 6) (Allan vd., 1980; Orita vd., 1989). SSCP yönteminin hızlı ve kolay yapılabilmesi, DNA dizisindeki her bir baz değişiminin takip edilebilmesi ve böylece birbiri ile çok yakın olan türlerin tespitlerinin yapılabilmesinden dolayı tercih edilmektedir. Bununla birlikte, tür içi varyasyonların farklı konformasyonlara neden olması, aynı jel üzerinde referans bant profiline gerek duyulması ve jel üzerindeki bantların görüntülenmesinde ortaya çıkabilecek problemler sonucunda yanlış tür tespitlerinin yapılabilmesi gibi bazı dezavantajları da bulunmaktadır (Orita vd., 1989; Schwieger ve Tebbe, 1998; Selvakumar vd., 1997).

109

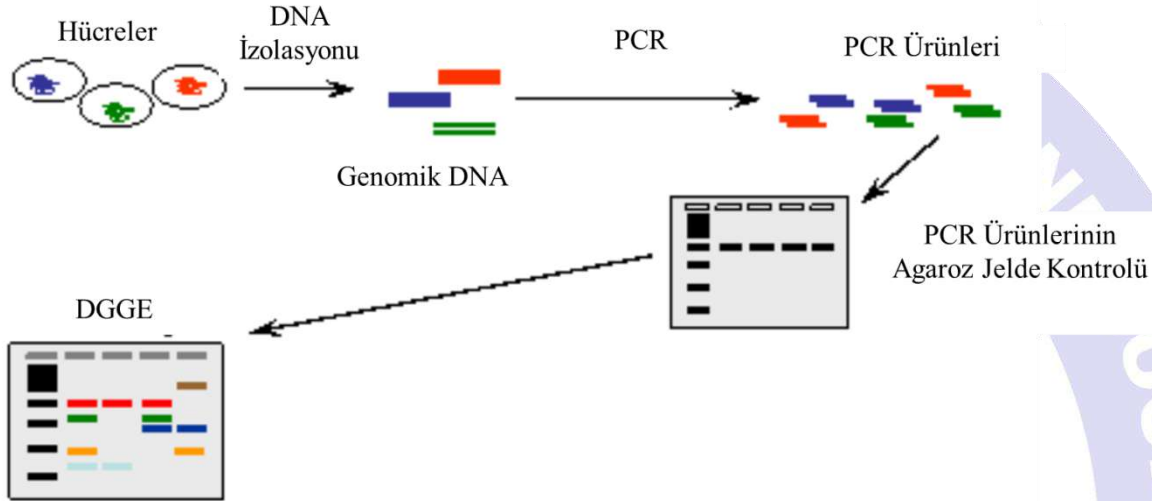


Şekil 6. SSCP yöntemi iş akışı (Musić ve Škorić, 2013).

Garcia-Vasquez vd. (2006) SSCP yöntemiyle elde edilen 16S rRNA geninin bant profillerini, çeşitli deniz balıkları türlerinin (*Macrorhamphosus scolopax*, *Scomber scombrus*, *Lepidorhombus*

boscii, *L. whiffiagonis*, *Trachurus trachurus*, *T. meitarrenaus*, *Molva molva*, *Merluccius merluccius*) yumurtalarından tür tespiti yapmak için kullanmışlardır. Çalışma sonucunda elde ettikleri bant profillerini referans verilerle karşılaştırarak tür tespitini gerçekleştirmişlerdir.

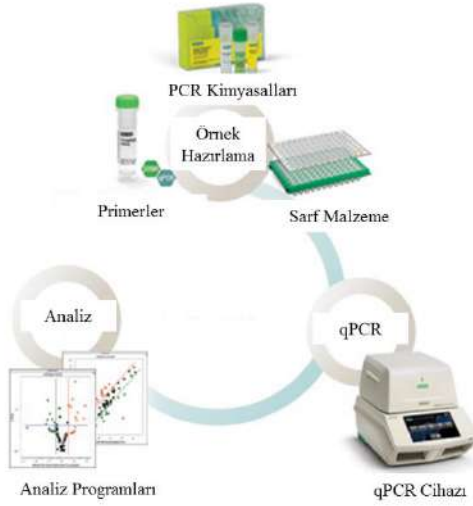
2.7. Denatüre Edici Gradyent Jel Elektroforezi (DGGE) Yöntemi: DGGE, aynı uzunluğa sahip farklı DNA dizilerinin PCR ile çoğaltılması ve elde edilen fragmentlerin erime profillerine göre denatüre edici gradyent jelde ayrılmasına dayanan bir yöntemdir (Şekil 7) (Muyzer ve Smalla, 1998; Muyzer, 1999). Elde edilen fragmentler erime noktalarına göre jel üzerinde farklı uzaklıklara göç ederler ve bant bant profillerine bakılarak tür tespiti gerçekleştirilir (Myers et al., 1987). Özellikle mikrobiyal ekoloji alanında kullanılmakla birlikte (Ercolini, 2004) balık türlerinin tespitinde (Comi vd., 2005) de kullanılmaktadır (Jasser vd., 2017).



Şekil 7. DGGE yöntemi (Anonim, http://wiki.biomine.skelleftea.se/biomine/molecular/index_11.htm).

Ji vd. (2004) tarafından yapılan çalışmada, 16S rRNA genini kullanarak 6 farklı bakteri türünü (*Pseudomonas fluorescens*, *Aeromonas hydrophila*, *A. sobria*, *Vibrio anguillarum*, *V. fluvalis*, *Providencia rettgeri* v) DGGE yöntemiyle tespit etmiştir.

2.8. Real Time PCR (qPCR) Yöntemi: Real Time PCR, DNA fragmentlerinin eş zamanlı çoğaltılmasını ve miktarının görüntülenmesini sağlayan bir yöntemdir (Şekil 8). Bir floresans haberci molekülün (5' ucunda floresans boya ve 3' ucunda floresans sönmüleyici molekül bağlanmış oligonükleotid) varlığı eş zamanlı görüntülemeyi sağlamaktadır. Çoğaltma işlemi sırasında 5'-3' ekzonükleaz aktivitesi bulunan Taq polimeraz enzimi, probu diziden ayırarak floresans sinyal yayar. Floresans sinyalin miktarı, çoğaltılan fragmentin miktarına dayanır. Yayılan floresans sinyal eşik değerini geçerse kromatogramda görüntülenir (Holland vd., 1991; Arya vd., 2005; Teletchea, 2009).



Şekil 8. Real-time PCR yöntemi (Anonim, <http://www.bio-rad.com/en-us/applications-technologies/what-real-time-pcr-qpcr?ID=LUSO4W8UU>).

Eckford-Soper ve Daugbjerg (2015) tarafından yapılan çalışmada, 4 farklı toksik Dinoflagelat türü spesifik primerlerle qPCR yaparak tespit edilmiştir. Her bir bakteriye özgü ve farklı renkte floresans sinyal veren primerler kullanılarak qPCR işlemi gerçekleştirilmiş ve elde edilen kromatogramda, çoğaltılan gen bölgeleri kontrol edilerek tür tespiti yapılmıştır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Su ürünlerinde tür tespiti geleneksel olarak morfolojik ve anatomik karakterler kullanılarak oluşturulan tayin anahtarlarıyla yapılmaktadır. Morfolojiye dayalı bu yöntemler birbirlerine morfolojik olarak çok benzeyen türlerin ayırımında ve türler arasındaki farklılaşmayı göstermekte yetersiz kalabilmektedir. Bu zorluklar yanlış tür tespitlerine neden olabilmektedir. Moleküler yöntemlerin, geleneksel taksonomik yöntemlerle beraber kullanılması filogenetik akrabalık ilişkilerini netleştirmektedir. Özellikle morfolojik olarak çok bezer ancak genetik olarak farklılaşmış kriptik türlerin tespitinde moleküler yöntemler öne çıkmaktadır (Teletchea, 2009; Chauhan ve Rajiv, 2010).

Moleküler genetiğin temelleri 1950 yılında DNA'nın ikili sarmal yapısının aydınlatılmasıyla atılmıştır. Klonlama, dizileme ve hibridizasyon tekniklerinin 1970'lerde keşfedilmesiyle birlikte genetik çeşitlilik üzerine çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Bu çalışmalar sonucunda genetik markırlar açığa çıkmıştır (Avis vd., 1979; Hallerman vd., 2003).

Son yıllarda gelişen teknolojiyle birlikte ilerleme gösteren moleküler biyolojik teknikler su ürünlerinde balık hastalıklarının tespiti, türler arası akrabalık ilişkilerin belirlenmesi, balık stoklarının tespiti, yetiştiricilik ıslah çalışmaları ve gen kaynaklarının korunması gibi alanlarda yaygın şekilde kullanılmaktadır. Moleküler yöntemlerin tür tespitinde kullanılması ile birlikte tür içi genetik farklılıklardan yararlanılarak, türe özgü tanısal moleküler belirteçler tanımlanmıştır. Bu belirteçler, filogenetik akrabalık ilişkileri hakkında bilgi vererek taksonomik belirsizliklerin giderilmesine, hibrit türlerin tespit edilebilmesine, morfolojik olarak birbirine çok yakın bireylerin ayrılabilmesine ve hayatın erken aşamalarında tür tespiti yapılabilmesini mümkün hale getirmektedir. (Compton, ve Utter, 1985; Rocha-Olivares vd., 2000 Asensio vd., 2002; Backer vd., 2002; Rasmussen vd., 2003). Bununla birlikte, su ürünleri yetiştiriciliğinde moleküler yöntemlerin kullanılması, özellikle hastalık etmenlerinin tespiti konusunda önemli avantajlar sağlamaktadır. Genetik materyal kullanılarak hızlı teşhislerin yapılabilmesi, tedavi için erken önlemlerin alınmasını sağlamakta ve böylece toplu ölümlerin önüne geçilebilmektedir (Okumuş ve Çiftçi, 2003; Türe vd., 2012).

Sonuç olarak, yukarıda bahsedilen moleküler yöntemlerin uygulanması, türlerin belirlenmesi için kısa sürede fazla miktarda ve değerli bilgiler sağlayarak geleneksel taksonomik verileri tamamlamaktadır.

KAYNAKÇA

- Abed, R. M. (2008). Nucleic acid-based techniques for studying diversity and activity of bacterial communities in oil-contaminated sediments. In *Contaminated Sediments* (pp. 97-160). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Ajmone-Marsan, P., Valentini, A., Cassandro, M.G., Vecchiotti, A., Bertoni, G. ve Kuiper, M. 1997. meningoencephalitis in fish. *Curr. Microbiol.*, 32: AFLP markers for DNA fingerprinting in cattle. *Anim. Genet.*, 28: 418-426.
- Altınok, İ., ve Kurt, İ. (2003). Molecular diagnosis of fish diseases: a review. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 3(2), 131-138.
- Anonim, http://wiki.biomine.skelleftea.se/biomine/molecular/index_11.htm (Son Erişim Tarihi: 27.08.2019)
- Anonim, <http://www.bio-rad.com/en-us/applications-technologies/what-real-time-pcr-qpcr?ID=LUSO4W8UU> (Son Erişim Tarihi: 27.08.2019)
- Anonim, <https://microbenotes.com/restriction-fragment-length-polymorphism-rflp/> (Son Erişim Tarihi: 27.08.2019)
- Anonim, https://www.medialabinc.net/pcr_fundamentals.aspx (Son Erişim Tarihi: 27.08.2019)
- Arya, M., Shergill, I. S., Williamson, M., Gommersall, L., Arya, N., ve Patel, H. R. (2005). Basic principles of real-time quantitative PCR. *Expert review of molecular diagnostics*, 5(2), 209-219.
- Asensio, L. (2007). PCR-based methods for fish and fishery products authentication. *Trends Food Sci Technol* 18: 558–566. doi:10.1016/j.tifs.2007.04.016
- Asensio, L., Gonzalez, I., Fernandez, A., Rodriguez, M. A., Lobo, E., Hernandez, P. E., Garcia, T. ve Martin, R. (2002) Application of random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis for identification of grouper (*Epinephelus guaza*), wreckfish (*Polyprion americanus*), and Nile perch (*Lates niloticus*) filets. *Journal of Food Product*, 65(2), 432-435.
- Avise, J. C., Lansman, R. A. ve Shade, R. O. (1979). The use of restriction endonucleases to measure mitochondrial DNA sequence relatedness in natural populations. I. Population structure and evolution in the genus *Peromyscus*. *Genetics*, 92: 279-295.
- Bachem, C. W., Oomen, R. J., ve Visser, R. G. (1998). Transcript imaging with cDNA-AFLP: a step-by-step protocol. *Plant Molecular Biology Reporter*, 16(2), 157-157.
- Backer, J., Bentzen, P. ve Moran, P. (2002) Molecular markers distinguish coastal cutthroat trout from coastal rainbow trout/steelhead and their hybrids. *Transaction of American Fisheries Society*, 131(3), 404-417.
- Billington, N. (2003). Mitochondrial DNA. E. M. Hallerman (Ed.), *Population genetics: principles and applications for fisheries scientists*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland: 59-100.
- Callejas, C. ve Ochando, M. D. (2001). Molecular identification (RAPD) of the eight species of the genus *Barbus* (Cyprinidae) in the Iberian Peninsula. *J Fish Biol* 59:1589–1599. doi:10.1111/j.1095-8649.2001.tb00223.x
- Chauhan, T. ve Rajiv, K. (2010). Molecular markers and their applications in fisheries and aquaculture. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, 1(04), 281.
- Comi, G., Iacumin, L., Rantsiou, K., Cantoni, C. ve Cocolin, L. (2005). Molecular methods for the differentiation of species used in production of cod-fish can detect commercial frauds. *Food Control*, 16(1), 37-42.
- Compton, D. ve Utter, F. M. (1985) Natural hybridization between steelhead trout (*Salmo gairdneri*) and coastal cutthroat trout (*Salmo clarki clarki*) in two Puget sound streams. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 42, 110-119.

- Edwards, M. C. ve Gibbs, R. A. (1994). Multiplex PCR: advantages, development, and applications. *Genome Research*, 3(4), S65-S75.
- Ercolini, D. (2004). PCR-DGGE fingerprinting: novel strategies for detection of microbes in food. *J Microbiol Methods* 56:297–314. doi:10.1016/j.mimet.2003.11.006
- FAO (2016). The state of world fisheries and aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. FAO, Rome, 200 p
- Hadrys, H., Balick, M. ve Schierwater, B. (1992). Applications of random amplified polymorphic DNA (RAPD) in molecular ecology. *Mol. Ecol.*, 1: 55–63.
- Hallerman, E., Brown, B. and Epifanio, J. 2003. An overview of classical molecular genetics. E.M. Hallerman (Ed.), *Population genetics: principles and applications for fisheries scientists*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland: 1-20.
- Haymer, D. S. (1994). Random amplified polymorphic DNAs and microsatellites: What are they, and can they tell us anything we don't already know? *Annals of Entomological Society of American*, **87**, 717-722.
- Henegariu, O., Heerema, N. A., Dlouhy, S. R., Vance, G. H. ve Vogt, P. H. (1997). Multiplex PCR: critical parameters and step-by-step protocol. *Biotechniques*, 23(3), 504-511.
- Hillis, D. M. (1987). Molecular versus morphological approaches to systematics. *Annual review of Ecology and Systematics*, 18(1), 23-42.
- Holland, P. M., Abramson, R. D., Watson, R. ve Gelfand, D. H. (1991). Detection of specific polymerase chain reaction product by utilizing the 5'----3'exonuclease activity of *Thermus aquaticus* DNA polymerase. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 88(16), 7276-7280.
- Jasser, I., Bukowska, A., Humbert, J. F., Haukka, K. ve Fewer, D. P. (2017). Analysis of Toxigenic Cyanobacterial Communities through Denaturing Gradient Gel Electrophoresis. *Molecular Tools for the Detection and Quantification of Toxigenic Cyanobacteria*, 263
- Lockley, A. K ve Bardsley, R. G. (2000). DNA-based methods for food authentication. *Trends Food Sci Tech* 11:67–77
- Maxam, A. M., ve Gilbert, W. (1980). [57] Sequencing end-labeled DNA with base-specific chemical cleavages. In *Methods in enzymology* (Vol. 65, pp. 499-560). Academic press.
- Musić, M. Š., & Škorić, D. (2013). Single-Strand Conformation Polymorphism Analysis for Differentiating Phytoplasma Strains. In *Phytoplasma* (pp. 217-222). Humana Press, Totowa, NJ.
- Muyzer, G. (1999). DGGE/TGGE method for identifying genes from natural ecosystems, *Current Opinion in Microbiology*, 2, 317–322.
- Muyzer, G. ve Smalla, K. (1998). Application of denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE) and temperature gradient gel electrophoresis (TGGE) in microbial ecology, *Antonie Van Leeuwenhoek*, 73, 127–141.
- Myers, R. M., Maniatis, T. ve Lerman, L. S. (1987). Detection and localization of single base changes by denaturing gradient gel electrophoresis, *Methods in Enzymology*, 155, 501–527.
- Okumuş, İ. ve Çiftçi, Y. (2003). Fish population genetics and molecular markers: II-molecular markers and their applications in fisheries and aquaculture. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 3(1), 51-79.
- Orita, M., Iwahana, H., Kanazawa, H., Hayashi, K. ve Sekiya, T. (1989). Detection of polymorphisms of human DNA by gel electrophoresis as single-strand conformation polymorphisms. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 86(8), 2766-2770.
- Pathak, N., & Das, B. K. (2015). Polymerase chain reaction as a diagnostic tool in human viral myocarditis. *Journal of the Practice of Cardiovascular Sciences*, 1(2), 168.
- Pavan-Kumar, A., Jaiswar, A. K., Gireesh-Babu, P., Chaudhari, A. ve Krishna, G. (2018). Applications of DNA Barcoding in Fisheries. In *DNA Barcoding and Molecular Phylogeny* (pp. 281-292). Springer, Cham.
- Rasmussen, C., Ostberg, C. O., Clifton, D. R., Holloway, J. L. ve Rodriguez, R. J. (2003) Identification of a genetic marker that discriminates ocean-type and stream-type Chinook

- salmon in the Columbia River Basin. *Transaction American Fisheries Society*, 132(1), 131-142.
- Rocha-Olivares, A., Moser, H. G. ve Stannard, J. (2000) Molecular identification and description of pelagic young of the rockfishes *Sebastes constellatus* and *Sebastes ensifer*. *Fisheries Bulletin*, 98, 353-363.
- Schwieger, F. ve Tebbe, C. C. (1998). A new approach to utilize PCR–single-strand-conformation polymorphism for 16S rRNA gene-based microbial community analysis. *Appl. Environ. Microbiol.*, 64(12), 4870-4876.
- Selvakumar, N., Ding, B. C., ve Wilson, S. M. (1997). Separation of DNA strands facilitates detection of point mutations by PCR-SSCP. *BioTechniques* 22:604–606.
- Strauss, R. E. ve Bond, C. E. (1990). Taxonomic methods: morphology. In: Schreck CB, Moyle PB (eds) *Methods for fish biology*. American Fisheries Society, Maryland, pp 109–140
- Teletchea, F. (2009). Molecular identification methods of fish species: reassessment and possible applications. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 19(3), 265.
- Türe, M., Eroğlu, O., and Aksakal, E. (2012). Balık Hastalıklarında Moleküler Genetik Belirteçler ve Kullanımları. *Yunus Araştırma Bülteni*; Yıl: 2012 Sayı: 3.
- Vos, P., Hogers, R., Bleeker, M., Reijans, M., Lee, T. V. D., Hornes, M., ... and Zabeau, M. (1995). AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic acids research*, 23(21), 4407-4414.



DEPREM TEPKİ SPEKTRUMLARININ ELDE EDİLMESİ

OBTAINING EARTHQUAKE RESPONSE SPECTRA

Hikmet Hüseyin ÇATAL

Prof. Dr. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Özet

Herhangi bir depremin güçlü yer ivmeleri kullanılarak elde edilen , elastik veya elastik ötesi davranan tek serbestlik dereceli sistemlerin mutlak değerce en büyük yerdeğiştirme, hız ve ivme değerlerinin tek serbestlik dereceli sistemin frekans veya periyot tanım aralığında değişimlerini gösteren grafiklere sırasıyla yerdeğiştirme, hız ve ivme tepki spektrumları adı verilmektedir. Deprem spektrumları, oluşan depremin analizinde, yorumlanmasında da kullanılmaktadır.

Taşıyıcı sistemlerin deprem etkileri dikkate alınarak boyutlandırılması amacıyla, periyot tanım alanında, ivmelerin değişimini gösteren grafikler, tasarım spektrumu olarak adlandırılmaktadır. Tepki spektrum değerleri, yapıların sönüm oranına bağlı olarak da değişkenlik göstermekte olup, taşıyıcı sistemlerin sönüm oranı azaldıkça tepki spektrum değerlerinde artış gözlemlenmektedir.

En büyük tepki yer değıştirme, hız ve ivme değerlerinin periyot veya frekans tanım aralığındaki değişimlerini gösteren spektrum grafikleri ayrı ayrı olabileceği gibi, en büyük tepki yer değıştirme, hız ve ivme değerlerinin periyot veya frekans tanım alanında tek bir grafikte gösterildiği nomogramlar da bulunmaktadır.

Güçlü yer ivmeleri etkisi altında olan tek serbestlik dereceli sistemlerin tepki deplasman, hız ve ivmelerinin sayısal yöntemler kullanılarak hesaplanması mümkündür. Bu değışkenlerin hesaplanması için yaygın olarak kullanılan yöntemler, Taylor serisi yöntemi, doğrudan doğruya integrasyon yöntemi, β -Newmark yöntemi, merkezi farklar yöntemi olarak sayılabilir.

Deprem tepki spektrumlarının elde edilmesinde sistem davranışının doğrusal elastik veya elastoplastik davrandığı kabulleri yapılmaktadır. Davranışın elastoplastik olduğu kabul edilen sistemlerde spektrum grafikleri, elastik sınırdaki yerdeğiştirme değerinin elastoplastik bölgedeki yerdeğiştirmeye oranı olarak bilinen düktilite faktörlerine bağlı olarak elde edilebilmektedir. Sabit sönüm oranı altındaki taşıyıcı sistemin, düktilite faktörü arttıkça tepki hız spektrum değerlerinde artış gözlemlenmektedir. Çalışmada doğrusal elastik davrandığı kabul edilen tek serbestlik dereceli sistemin yerdeğiştirme, hız ve ivme değerlerinin hesaplanmasında kullanılan ve literatürde yaygın olarak bilinen sayısal yöntemlerden olan doğrudan doğruya integrasyon, β -Newmark ve merkezi fark yöntemlerinin işlem prosedürleri sunulmuştur.

Çalışmada, 17 Ağustos 1999 Körfez depremine ait güçlü yer ivmeleri kullanılarak, sayısal yöntemlerle hesaplanan, değışik sönüm gruplarına sahip doğrusal-elastik davranan tek serbestlik dereceli sistemlerin tepki değerlerinin en büyük değerleri ve bu sistemlerin periyot veya frekanslarına bağlı olarak değışimlerini gösteren tepki yerdeğiştirme, hız ve ivme spektrum grafikleri bir nomogramda sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Deprem spektrumları, Tasarım spektrumları, Periyot, Düktilite faktörü.

1. Giriş

Deprem davranış yada tepki spektrum grafikleri tek serbestlik dereceli sistemin sönüm oranına, periyot veya frekansına bağlı olarak , sistemin güçlü yer ivmelerine karşı gösterdiği yerdeğiştirme, hız ve ivmelerinin en büyük değerlerinin değışimini gösteren grafiklerdir. Bu grafiklere sırasıyla yerdeğiştirme tepki, hız tepki ve ivme tepki spektrum grafikleri adı verilmektedir.

Güçlü yer ivmelerinden hareketle, sayısal hesaplama yöntemleri kullanılarak tek serbestlik dereceli sistemlerin tepki yerdeğiştirme, hız ve ivme değerleri hesaplanabilir [1].

Geçmişte deprem spektrumlarının hesaplanmasına yönelik pek çok çalışma gerçekleştirilmiştir. Biot, deprem etkisindeki yapıların davranışını incelemiştir [2]. Çatal güçlü yer ivmelerine maruz tek serbestlik dereceli sistemlerin tepki yerdeğiştirme , hız ve ivme değerlerinin hesaplanmasında

kullanılan Taylor Seri açılımı, merkezi fark yöntemlerini irdelemiş bu yöntemlerle elde edilen sayısal sonuçları kıyaslamıştır [3]. Newmark ve Hall, doğrusal ve doğrusal olmayan tek serbestlik dereceli sistemlerin tepki spektrum değerlerini incelemiştir [4]. 18 Mayıs 1940 gününde meydana gelen El-Centro depremi zemin ivme değerleri kullanılarak doğrusal elastik davranan tek serbestlik dereceli sistemin tepki spektrum grafikleri sunulmuştur [5], [6], [7]. Çatal ve Yeşilce doğrusal elastik davranan tek serbestlik dereceli sistemlerin deprem davranış spektrumlarının elde edilmesini incelemiş ve 17 Ağustos 1999 Körfez depreminin Yarımca Petrokimya (YPT) istasyonunda kaydedilen güçlü yer ivmeleri kullanılarak üçlü deprem spektrum grafiğini elde etmiştir [8]. Kim vd. 15.11.2017 gününde $M_L=5,4$ büyüklüğündeki ana şok da dahil olmak üzere 20 Pohang deprem serisinin güçlü yer ivmeleri kullanılarak, yapıların tepki spektrumları hesaplanmış, yapıların deprem merkez üssünden uzaklığının rezonans frekanslarına etkileri incelenmiştir [9].

Bu çalışmada, doğrusal elastik davranan güçlü yer ivmeleri etkisindeki tek serbestlik dereceli sistemlerin tepki yerdeğiştirme, hız ve ivme değerlerinin sayısal yöntemlerden olan Taylor seri açılımı, sonlu fark yöntemi ve β -Newmark yöntemleri kullanılarak hesaplanmasına yönelik algoritmalar sunulmuş literatürde bilinen tek serbestlik dereceli sistemin deprem davranış spektrumu grafiklerinin elde edilmesi irdelenmiş ve 17 Ağustos 1999 körfez depreminin güçlü yer ivme değerleri kullanılarak elde edilmiş deprem davranış spektrum grafikleri sunulmuştur.

2. Kabuller

Çalışma kapsamında, hesaplamaları kolaylaştıracak amacıyla aşağıda sunulan kabuller yapılmıştır.

1. Taşıyıcı sistemin malzeme davranışı doğrusal-elastiktir.
2. Taşıyıcı sistemin eksenel deformasyonları ihmal edilmiş olup, sistem tek serbestlik derecelidir.
3. Tek serbestlik dereceli sistemin kütlesi kat seviyesinde toplanmıştır.

3. Tepki yerdeğiştirme, hız ve ivme değerlerinin hesaplanması

Deprem nedeniyle oluşan zemin ivmelerine maruz, tek serbestlik dereceli , doğrusal elastik davranan bir sistemin titreşimine ait diferansiyel denklem aşağıdaki gibidir [5],[6],[7].

$$\ddot{\delta}(t) + 2\zeta\omega\dot{\delta}(t) + \omega^2\delta(t) = -\ddot{\delta}_g(t) \quad (1)$$

Burada $\delta(t)$, $\dot{\delta}(t)$ ve $\ddot{\delta}(t)$ sırasıyla tek serbestlik dereceli sistemin yerdeğiştirme, hız ve ivmelerini, ζ sönüm oranını, ω açısal frekansı, $\ddot{\delta}_g(t)$ güçlü yer ivmelerini göstermektedir.

- (1) Numaralı diferansiyel denklemin çözümü aşağıdaki gibi yazılır [5],[8].

$$\delta(t) = -\frac{1}{\omega_D} \int_0^t \ddot{\delta}_g(\tau) e^{-\zeta\omega(t-\tau)} \sin[\omega_D(t-\tau)] d\tau \quad (2)$$

Burada ω , tek serbestlik dereceli sistemin açısal frekansını, ω_D tek serbestlik dereceli sistemin sönümlü açısal frekansını, t zaman değişkenini göstermekte olup sönümlü açısal frekans ile sönümsüz açısal frekans arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir [8].

$$\omega_D = \omega\sqrt{1-\zeta^2} \quad (3)$$

Numaralı yerdeğiştirme denkliğindeki $\ddot{\delta}_g(\tau)$ zemin ivmesi bir fonksiyon ile tanımlanamayan değerlerdir. Tepki yerdeğiştirme, hız ve ivme değerleri çok küçük zaman aralıkları için sayısal olarak tanımlanabilen $\ddot{\delta}_g(\tau)$ değerleri kullanılarak, literatürde bilinen yöntemlerle hesaplanabilmektedir. Çalışmada, Taylor seri açılımı, sonlu fark yöntemi ve β -Newmark yöntemlerinin hesap algoritmaları tanıtılacaktır.

3.1. Taylor Seri Açılımı Kullanılarak Tepkilerin Hesaplanması

Güçlü yer ivmesi etkisi altında olan tek serbestlik dereceli sistemin titreşimine ait ikinci mertebeden olan sabit katsayılı (1) numaralı diferansiyel denklem $(t+\Delta t)$ değişkenine bağlı olarak aşağıdaki gibi yazılır [3].

$$\ddot{\delta}(t + \Delta t) + 2\zeta\omega\dot{\delta}(t + \Delta t) + \omega^2\delta(t + \Delta t) = -\ddot{\delta}_g(t + \Delta t) \quad (4)$$

$\delta(t+\Delta t)$ fonksiyonu Taylor Serisine açılır ve tek serbestlik dereceli sistemin ivmesinin Δt süresince doğrusal değiştiği kabul edilir ise, sistemin $(t+\Delta t)$ zamanındaki yerdeğiştirme, hız ve ivme değerleri sırasıyla aşağıdaki gibi yazılır:

$$\delta(t+\Delta t) = \delta(t) + \dot{\delta}(t)\Delta t + \frac{(\Delta t)^2}{3}\ddot{\delta}(t) + \frac{(\Delta t)^2}{6}\ddot{\delta}(t+\Delta t) \quad (5)$$

$$\dot{\delta}(t+\Delta t) = \dot{\delta}(t) + \frac{\Delta t}{2}\ddot{\delta}(t) + \frac{\Delta t}{2}\ddot{\delta}(t+\Delta t) \quad (6)$$

$$\ddot{\delta}(t+\Delta t) = \frac{\frac{P(t+\Delta t)}{m} - \omega^2\delta(t) - (2\zeta\omega + \omega^2\Delta t)\dot{\delta}(t) - \left[\zeta\omega\Delta t + \frac{(\Delta t)^2}{3}\omega^2\right]\ddot{\delta}(t)}{1 + \zeta\omega\Delta t + \frac{(\Delta t)^2}{6}\omega^2} \quad (7)$$

3.2 Sonlu Fark Yöntemi Kullanılarak Tepkilerin Hesaplanması:

Güçlü yer ivmesinin sayısal değerleri küçük zaman aralıklarında değiştiği için merkezi farklar kullanılarak (1) numaralı diferansiyel denklem sonlu farklar gösterimiyle aşağıdaki gibi yazılır [3].

$$\delta_{i+1} = \frac{-\ddot{\delta}_g(\Delta t)^2 - [2 - \omega^2(\Delta t)^2]\delta_i - [\zeta\omega\Delta t - 1]\delta_{i-1}}{1 + \zeta\omega\Delta t} \quad (8)$$

$i=0$ için δ_{-1} değeri aşağıdaki gibidir. =

$$\delta_{-1} = \delta_0 - \dot{\delta}_0\Delta t + \frac{\Delta t^2}{2}\ddot{\delta}_0 \quad (9)$$

Burada, δ_0 , $\dot{\delta}_0$ ve $\ddot{\delta}_0$ sırasıyla tek serbestlik dereceli sistemin $t=0$ anındaki yerdeğiştirme, hız ve ivme değerlerini tanımlamaktadır.

Sistemin hız ve ivme değerleri sırasıyla aşağıdaki bağıntılar kullanılarak hesaplanır.

$$\dot{\delta}_i = \frac{\delta_{i+1} - \delta_{i-1}}{2\Delta t} \quad \ddot{\delta}_i = \frac{\delta_{i+1} - 2\delta_i + \delta_{i-1}}{(\Delta t)^2} \quad (10)$$

3.3 β -Newmark Yöntemi Kullanılarak Tepkilerin Hesaplanması

Yöntem ivmenin integrasyonu esasına dayanmaktadır. Yöntemde kullanılan α ve β değerleri, güçlü yer ivmelerinin değişiminin ortalama ve doğrusal olması durumlarına göre sırasıyla $\alpha = \frac{1}{2}$, $\beta = \frac{1}{4}$ ve $\alpha = \frac{1}{2}$, $\beta = \frac{1}{6}$ olarak alınmaktadır. (k) inci adımdaki yerdeğiştirme, hız ve ivme değerleri, δ_k , $\dot{\delta}_k$, $\ddot{\delta}_k$ biliniyor ise (k+1) inci adımdaki tepki yerdeğiştirme, hız ve ivme değerleri sırasıyla (11), (12) ve (13) denklıkları kullanılarak hesaplanır [8],[5],[6].

$$\delta_{k+1} = \delta_k + \dot{\delta}_k\Delta t + \left(\frac{1}{2} - \beta_1\right)(\Delta t)^2\ddot{\delta}_k + \beta_1(\Delta t)^2\ddot{\delta}_{k+1} \quad (11)$$

$$\dot{\delta}_{k+1} = \dot{\delta}_k + (1 - \alpha_1)\Delta t\ddot{\delta}_k + \alpha_1\Delta t\ddot{\delta}_{k+1} \quad (12)$$

$$\ddot{\delta}_{k+1} = \frac{\ddot{\delta}_{gk+1} - \omega^2 \delta_k - \ddot{\delta}_k (2\xi\omega + \omega^2 \Delta t) - \ddot{\delta}_k [2\xi\omega(1-\alpha_1)\Delta t + \omega^2(0,5-\beta_1)(\Delta t)^2]}{[1+2\xi\omega\alpha_1\Delta t + \omega^2\beta_1(\Delta t)^2]} \quad (13)$$

Burada, Δt sayısal olarak kaydedilen güçlü yer ivmelerinin kayıt aralığını göstermektedir.

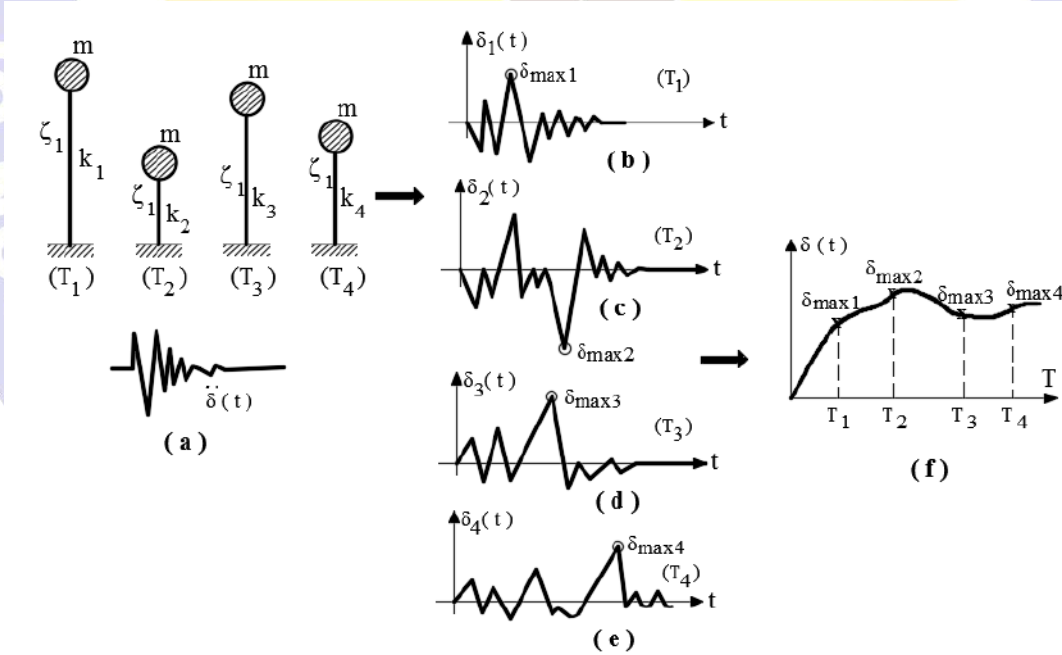
4. Deprem Davranış Spektrumları

Tek serbestlik dereceli, sönüm oranları ve kütleleri eşit, periyot ve yatay rijitlikleri farklı yeterli sayıdaki sisteme $\ddot{\delta}_g(t)$ güçlü yer ivmesi etkimesi halinde 3 üncü bölümde sunulan sayısal yöntemler veya diğer sayısal yöntemlerden birisi kullanılarak, sistemlerin tepki yerdeğiştirme, hız ve ivme değerleri hesaplanabilir.

T_i periyotlu veya f_i frekanslı sistemlerin hesaplanan tepki yerdeğiştirme, hız ve ivme değerlerinin her bir periyot veya frekanslı sisteme ait olan mutlak değerce en büyük tepki değerlerinin, periyot veya frekansa bağlı değişimlerini gösteren deprem davranış spektrum grafikleri elde edilir.

Tek serbestlik dereceli sistemlerin sönüm oranları değiştirilerek, değiştirilen sönüm oranlarına bağlı olarak o sönüm oranına ait deprem davranış spektrumları elde edilmektedir.

Periyotları T_1, T_2, T_3, T_4 ; kütleleri m , sönüm oranları ζ_1 , yatay rijitlikleri k_1, k_2, k_3, k_4 olan $\ddot{\delta}_g(t)$ güçlü yer ivmeleri etkisindeki 4 adet tek serbestlik dereceli sistemin yerdeğiştirme tepki spektrum grafiğinin elde edilmesi (Şekil-1a-f)'de sunulmuştur. Benzer şekilde hız ve ivme tepki spektrum grafikleri elde edilebilir [8].



Şekil-1a : Tek serbestlik dereceli farklı periyotlu sistemler; **b-e.** T_1, T_2, T_3, T_4 periyotlu tek serbestlik dereceli sistemin tepki yerdeğiştirme grafiği ve en büyük yerdeğiştirme değerleri
f. Tepki yerdeğiştirme spektrum grafiği.

5. Üçlü Deprem Davranış Spektrum Grafikleri

Tek serbestlik dereceli, doğrusal elastik davranan ve $\ddot{\delta}_g(\tau)$ güçlü yer ivmesine maruz sistemin rölatif yerdeğiştirme spektrum değeri S_d , (1) numaralı fonksiyon ile hesaplanan yerdeğiştirmelerin işaret gözetilmeksizin en büyük değeri olup aşağıdaki gibi yazılır [8].

$$S_d = \frac{1}{\omega_D} \left| \int_0^t \ddot{\delta}_g(\tau) e^{-\xi\omega(t-\tau)} \sin[\omega_D(t-\tau)] d\tau \right|_{\max} \quad (14)$$

Hız spektrum değeri S_v (1) numaralı yerdeğiştirme fonksiyonunun zamana göre türevi alınan fonksiyon ile hesaplanan hızların işaret gözetilmeksizin en büyük değeri olup aşağıdaki gibi yazılır [8].

$$S_v = \left| \int_0^t \ddot{\delta}_g(\tau) e^{-\xi\omega(t-\tau)} \left\{ \cos[\omega_D(t-\tau)] - \frac{\xi}{\sqrt{1-\xi^2}} \sin[\omega_D(t-\tau)] \right\} d\tau \right|_{\max} \quad (15)$$

İvme spektrum değeri S_a (1) numaralı yerdeğiştirme fonksiyonunun zamana göre iki kez türevi alınan fonksiyon ile hesaplanan ivmelerin işaret gözetilmeksizin en büyük değeri olup aşağıdaki gibi yazılır [8].

$$S_a = \omega_D \left| \int_0^t \ddot{\delta}_g(\tau) e^{-\xi\omega(t-\tau)} \left\{ \left[1 - \frac{\xi^2}{1-\xi^2} \right] \sin[\omega_D(t-\tau)] + \frac{2\xi}{\sqrt{1-\xi^2}} \cos[\omega_D(t-\tau)] \right\} d\tau \right|_{\max} \quad (16)$$

Sönüm oranı küçük olan tek serbestlik dereceli sistemde sönümlü açısal frekans ω_D ile sönümsüz açısal frekans değerleri ω birbirine yakın olduğundan $\omega_D \cong \omega$ olduğu dikkate alınarak (14), (15) ve (16) numaralı bağıntılar aşağıdaki gibi yazılır [8].

$$S_d = \frac{1}{\omega} \left| \int_0^t \ddot{\delta}_g(\tau) e^{-\xi\omega(t-\tau)} \sin[\omega(t-\tau)] d\tau \right|_{\max} \quad (17)$$

$$S_v = \left| \int_0^t \ddot{\delta}_g(\tau) e^{-\xi\omega(t-\tau)} \cos[\omega(t-\tau)] d\tau \right|_{\max} \quad (18)$$

$$S_a = \omega \left| \int_0^t \ddot{\delta}_g(\tau) e^{-\xi\omega(t-\tau)} \sin[\omega(t-\tau)] d\tau \right|_{\max} \quad (19)$$

(17), (18), (19) numaralı bağıntılar ile tanımlanmış mutlak değerleri en büyük kılan trigonometrik ifadeler yaklaşık birbirine eşit alınır ise, spektral hız ve spektral ivme değerleri spektral yerdeğiştirme değerine bağlı olarak aşağıdaki gibi elde edilir [8].

$$S_{PSV} \cong \omega S_D \quad S_{PSA} \cong \omega^2 S_d \quad (20)$$

Spektral yerdeğiştirme değerlerine bağlı olarak elde edilen S_{PSV} ve S_{PSA} değerlerine sırasıyla yalancı spektral hız ve yalancı spektral ivme adı verilmektedir.

S_{PSV} , S_{PSA} ve S_d değerlerinin tek serbestlik dereceli sistemin sönüm oranlarına ve periyot veya frekanslarına bağlı değişimleri üçlü spektrum grafiklerinde gösterilebilmektedir. Üçlü spektrum grafiklerinde dört yönlü ve tamamı logaritmik ölçekli eksenler kullanılmaktadır. Yatay logaritmik eksen tek serbestlik dereceli sistemin periyot veya frekansını, düşey logaritmik eksen yalancı hız spektrumu değerlerini S_{PSV} , yatay eksenle 45° açı yapan doğrultudaki logaritmik eksen spektral yerdeğiştirme değerlerini S_d , S_d eksenine dik doğrultudaki logaritmik eksen ise yalancı spektral ivme S_{PSA} değerlerini göstermektedir.

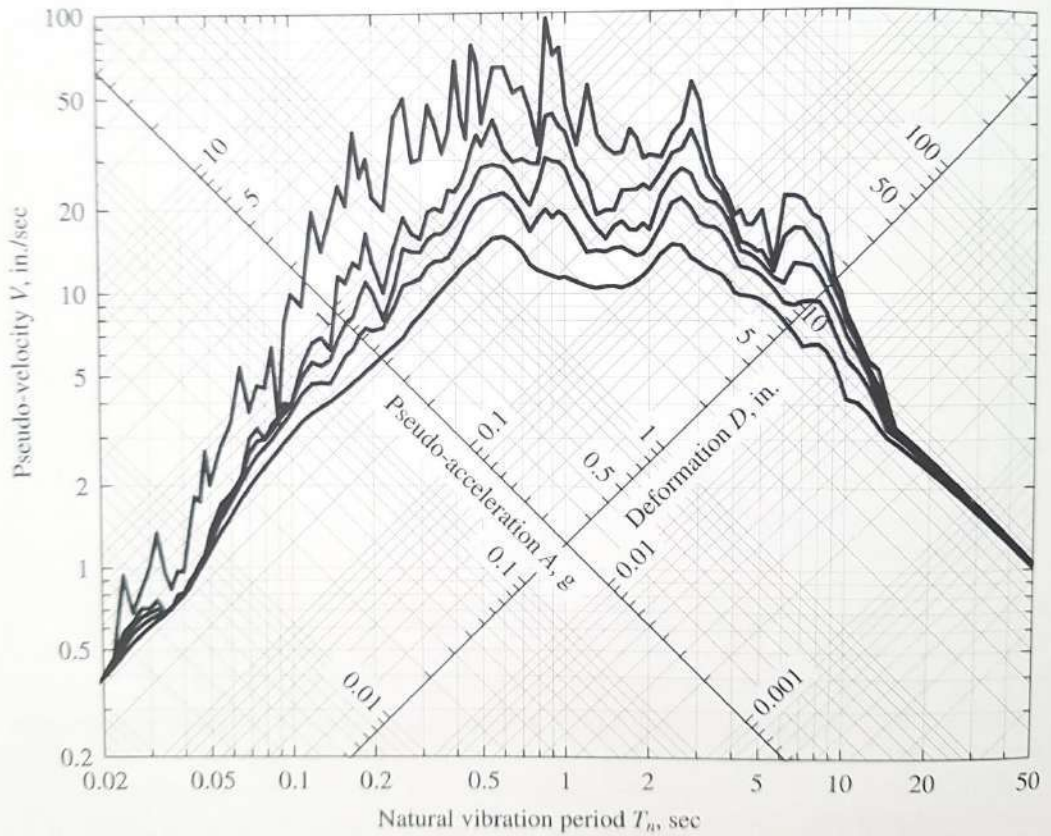
Üçlü spektrum grafiğinin değişkenleri arasında aşağıdaki bağıntılar geçerlidir [11].

$$S_{PSV} = 2\pi f S_d \quad (21)$$

$$\log S_{PSV} = \log f + \log(2\pi S_d) \quad (22)$$

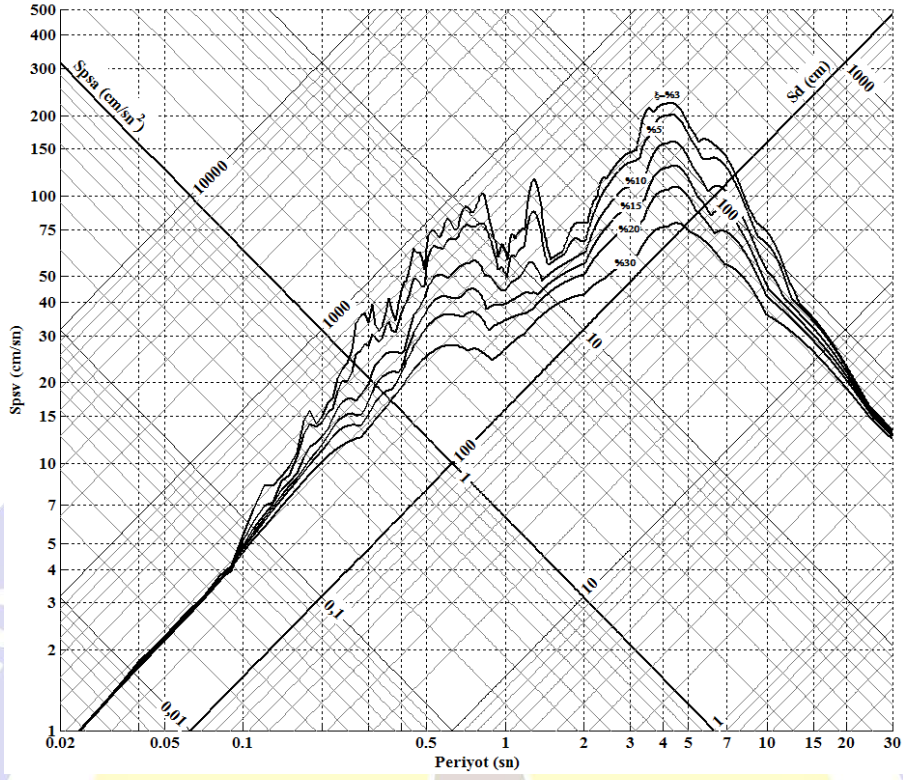
Burada f frekansı göstermektedir.

El-Centro'da 1940 yılında meydana gelen depremin üçlü spektrum grafiği (Şekil-3)'de sunulmuştur [6].

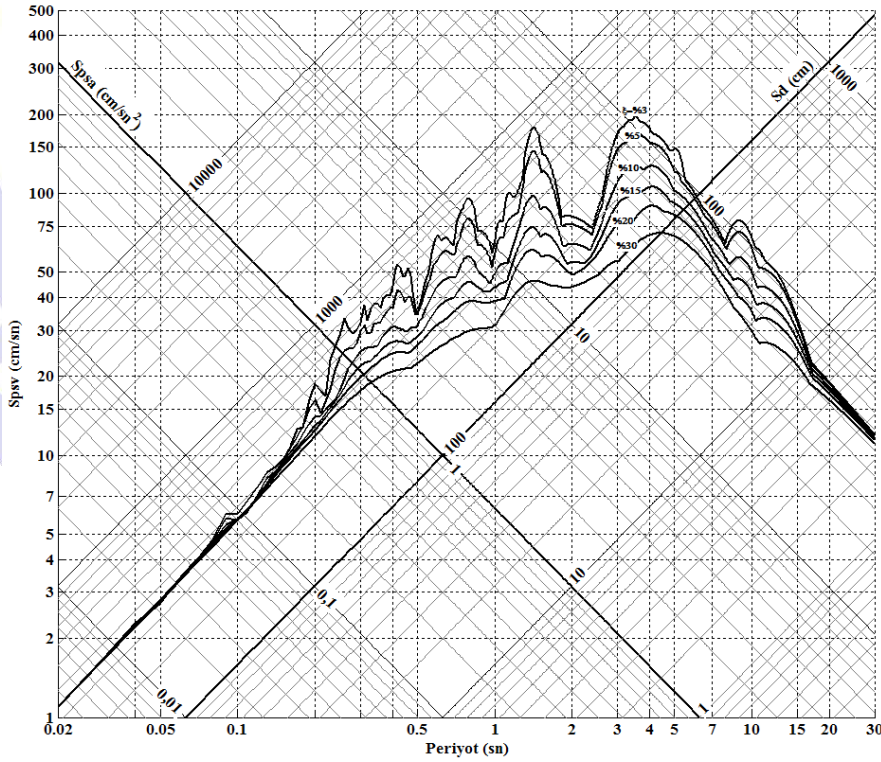


Şekil-3: El-centro (1940) depreminin $\zeta=0\%, 2\%, 5\%, 10\%$ ve 20% için üçlü deprem davranış spektrum grafiği.

Türkiye'de 17 Ağustos 1999 gününde Körfezde meydana gelen depremin merkez üssüne yakın konumlandırılmış Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi tarafından işletilen Yarımca Petrokimya (YPT) tesisinde yer alan ivme ölçerin kaydettiği güçlü yer ivmelerinin doğu-batı (+L), kuzey-güney (+T) doğrultusundaki bileşenleri kullanılarak hesaplanan üçlü deprem davranış spektrum grafikleri sırasıyla (Şekil-3) ve (Şekil-4)'de sunulmuştur [8],[12].



Şekil-3: 17 Ağustos 1999 Körfez depremi üçlü deprem davranış spektrumu grafiği (+L)



Şekil-4: 17 Ağustos 1999 Körfez depremi üçlü deprem davranış spektrumu grafiği (+T)

6.Sonuç

Deprem ivme kayıtları kullanılarak, taşıyıcı sistemlerin tepkileri, sayısal yöntemler kullanılarak elde edilebilmektedir. Literatürde yaygın olarak bilinen sayısal hesaplama yöntemleri ile tek serbestlik dereceli, doğrusal-elastik davranan sistemin tepki yerdeğiştirme, hız ve ivme değerleri hesaplanabilir. Hesaplanan bu değişkenlerden mutlak değerce en büyük olanlarının tek serbestlik dereceli sistemlerin periyot yada frekans tanım alanında, sistemin sönüm oranlarına bağlı değişimlerinin gösterildiği deprem davranış spektrumları elde edilmektedir.

Deprem davranış spektrumlarının değerlendirilmesi ile meydana gelen deprem nedeniyle taşıyıcı sistemlerde oluşan etkiler belirlenebilmekte, depreme dayanıklı yapı tasarlanması ve üretilmesinde önemli veriler elde edilebilmektedir.

Kaynaklar

- [1] Nigam N.C.,Jennings P.C.,” Digital calcularion of response spectra from strong motion earthquake records”, California Institute of Technology, Earthquake Engineering Research Laboratory, 1968, USA.
- [2] Biot ,MA,”Theory of vibration of buildings during earthquakes”,Z.Angew Math. Mech 14(4),1934
- [3] Çatal S,”Deprem mukabele hesaplarında matematiksel çözüm yöntemlerinin kıyaslanması”,Batı Anadolu’nun DepremselliğiSempozyumu, BADSEM,Bildiriler Kitabı,s:400-405,2000,İzmir.
- [4] Newmark NM.,Hall WJ., “Earthquake spectra and design”, Earthquake Engineering Research Institute, 1982,USA.
- [5] Clouhg R.W., Penzien J,”Dynamics of Structures”,McGraw-Hill International Edition, 1993,Singapore.
- [6] Chopra A.K., “Dynamics of Structures”,Prentice-Hall Inc, 2001,USA.
- [7] Paz M.,”Structural Dynamics”, Chapman & Hall,1997,USA.
- [8] Çatal H.H.,Yeşilce Y.,” Yapı Dinamiği”,Birsen Yayınevi, 2017,İstanbul.
- [9] Kim J.K., Oh T.S., Kwan Y.J., Noh J.S.,” Characteristic of the horizontal and vertical response spectra of Pohang earthquake (2017,11.15, $M_L=5,4$) series”, Disaster Advances, 11(12), pp.22-31,2018 .
- [10] Gupta A.J.,”response Spectrum Method”, Crc Press Inc., 1992,USA.
- [11] Paz M.,” Structural Dynamics”, Chapman & Hall,1997,USA.
- [12]www.koeri.boun.edu.tr





17 AĞUSTOS 1999 KÖRFEZ DEPREMİNİN TEPKİ SPEKTRUMLARI

RESPONSE SPECTRA OF 17 AUGUST 1999 KÖRFEZ EARTHQUAKE

Hikmet Hüseyin ÇATAL

Prof.Dr. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Özet

Depremlerin güçlü yer ivmeleri etkisi altındaki yapıların, bu etkilere karşı tepkilerinin hesaplanması, yapıların davranışının belirlenmesi yönünden önem taşımaktadır. Güçlü yer ivmeleri altında yapısal davranışın belirlenmesi, olası depremlere karşı deprem güvenli yapıların tasarımı ve imalatı için gereklidir.

Deprem tepki spektrumlarının hesaplanmasında farklı sayısal yöntemler kullanılmaktadır. Taylor serisi yöntemi, doğrudan doğruya integrasyon yöntemi, β -Newmark yöntemi, merkezi farklar yöntemi yaygın olarak kullanılan yöntemlerdendir. Bu yöntemler kullanılarak elde edilen tepki yerdeğiştirme, hız ve ivme değerlerinin mutlak değerce en büyük değerlerinin yapının periyot veya frekans tanım alanında grafiksel olarak gösterimi, yerdeğiştirme, hız ve ivme tepki spektrum grafiklerini oluşturmaktadır. Taşıyıcı sistemin spektral yerdeğiştirme değerlerine bağlı olarak elde edilen, yalancı hız ve yalancı ivme tepki spektrum değerleri hesaplanarak aynı anda nomogramlarda da gösterilebilmekte, böylece üçlü spektrum grafikleri elde edilebilmektedir. Üçlü spektrum grafiklerinin elde edilmesinde, taşıyıcı sistemin spektral yerdeğiştirme, hız ve ivme değerlerinin aynı anda değerlendirilme ve spektrum değerlerinin farklı fiziksel büyüklüklerle ilişkilendirilebilmesi nedenleri ön plana çıkmaktadır. Elde edilen deprem spektrumları, oluşan depremin analizinde, yorumlanmasında da kullanılmaktadır.

Taşıyıcı sistemlerin deprem etkileri dikkate alınarak boyutlandırılması amacıyla, periyot tanım alanında, ivmelerin değişimini gösteren grafikler, tasarım spektrumu olarak adlandırılmaktadır. Tepki spektrum değerleri, yapıların sönüm oranına bağlı olarak da değişkenlik göstermekte olup, taşıyıcı sistemlerin sönüm oranı azaldıkça tepki spektrum değerlerinde artış gözlemlenmektedir.

Deprem tepki spektrumlarının elde edilmesinde sistem davranışının doğrusal elastik veya elastoplastik davrandığı kabulleri yapılmaktadır. Davranışın elastoplastik olduğu kabul edilen sistemlerde spektrum grafikleri, elastik sınırdaki yerdeğiştirme değerinin elastoplastik bölgedeki yerdeğiştirmeye oranı olarak bilinen düktilite faktörlerine bağlı olarak elde edilebilmektedir.

Çalışmada, 40:45:51 ve 29:45:35.7 koordinatlarına konumlandırılmış, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi tarafından işletilen Yarımca Petrokimya (YPT) tesisindeki ivme ölçerin 17 Ağustos 1999 gününde yerel saatle 03:01:392da kaydedilen güçlü yer ivmelerinin doğu-batı (+L) ve kuzey-güney (+T) doğrultularındaki bileşenleri kullanılarak doğrusal-elastik davrabdığı kabul edilen tek serbestlik dereceli sistemin üçlü tepki spektrum grafikleri elde edilmiştir. Elde edilen tepki spektrum grafikleri kullanılarak 17 Ağustos 1999 Körfez depremine değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Deprem davranış spektrumu, 17 Ağustos 1999 Körfez Depremi, Üçlü spektrumlar, Tek Serbestlik Dereceli Sistem, Güçlü Yer İvmesi.

1.Giriş

Deprem tepki spektrum grafikleri, taşıyıcı sistemlerin deprem etkilerine karşı gösterdikleri yerdeğiştirme, hız ve ivme tepkilerinin en büyük değerlerinin, taşıyıcı sistemin sönüm, periyot veya frekansına bağlı değişimlerini göstermektedir.

Deprem tepki spektrumları, taşıyıcı sistemin doğrusal elastik ya da elasto-plastik davranışlarına göre hesaplanabilmektedir.

Deprem tepki spektrumları, taşıyıcı sistemin deprem etkilerine karşı gösterdikleri tepkilerin değerlendirilmesi neticesinde, oluşan depremler hakkında önemli bilgiler sunmakta, taşıyıcı sistemin deprem etkisi altındaki davranışlarının belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Geçmişte meydana gelmiş şiddetli depremlerin güçlü yer ivmesi kullanılarak , deprem tepki spektrumlarının belirlenmesi, olası benzer depremlerde yapısal davranış hakkında bilgiler de sunacağından , tepki spektrumları, depreme dayanıklı yapı tasarımı ve üretiminde önemli bir yer tutmaktadır.

Bazı özel durumlar dışında genel olarak tepki spektrum grafiklerinin özellikleri, değişik depremler için dahi benzerlik göstermektedir.

Deprem tepki spektrumları ile ilgili geçmişte pek çok çalışma gerçekleştirilmiştir. Depreme dayanıklı yapı tasarımı için tepki spektrumlarını kullanan ilk araştırmacılar arasında Biot ve Housner yer almaktadır [1],[2],[3]. Nigam ve Jennings güçlü yer hareketleri verilerini kullanarak, tepki spektrumlarının hesabı için nümerik bir yöntem önermişlerdir [4].

Clough, herbiri üç farklı deprem hareketine maruz beş adet yapıda tepki spektrumlarının süperpozisyonunu kullanarak deprem analizini gerçekleştirmiştir [5]. Cruz ve Chopra, çerçeveli yapıların periyotlarının ve rijitlik oranlarının tepki spektrumu ile ilişkisini incelemiştir [6]. Elgahadamsi ve Mohraz elasto-plastik tasarım spektrumunun hesabı için bir algoritma önermişlerdir [7]. Merchant ve Hudson deprem tepki spektrumu verilerini kullanarak çok serbestlik dereceli sistemlerin mod süperpozisyonunu incelemiştir [8]. Newmark ve Hall, doğrusal ve doğrusal olmayan tek serbestlik dereceli sistemlerin tepki spektrumlarını incelemiştir [9].

El-centro’da 1940 yılında meydana gelen depremin yer ivmeleri kullanılarak doğrusal-elastik davranan tek serbestlik dereceli sistemin deprem davranış spektrum grafikleri pek çok araştırmada sunulmuş ve kullanılmıştır [10],[11],[12].

Türkiye’de Körfezde (Kocaeli) 17 Ağustos 1999 gününde meydana gelen depremin güçlü yer ivmeleri kullanılarak üçlü deprem davranış spektrumları, Çatal ve Yeşilce tarafından sunulmuştur [13].

Bu bildiride deprem davranış spektrum grafiklerinin genel özelliklerinin sunulması amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak Türkiye’de 17 Ağustos 1999 gününde Körfezde meydana gelen depremin güçlü yer ivmeleri kullanılarak elde edilen kuzey-güney ve doğu-batı doğrultularındaki deprem davranış spektrum grafikleri irdelenmiştir.

2.Kabuller

Çalışma kapsamında aşağıda sunulan kabuller yapılmıştır.

1. Tek serbestlik dereceli sistemin yapısal davranışı doğrusal-elastiktir.
2. Taşıyıcı sistemin eksenel deformasyonları ihmal edilmiştir.

3.Üçlü deprem Davranış Spektrumları grafiklerinin elde edilmesi

Tek serbestlik dereceli, doğrusal elastik davranan ve $\ddot{\delta}_g(\tau)$ güçlü yer ivmesine maruz sistemlerin tepki yerdeğiştirme, hız ve ivme değerleri sayısal yöntemler kullanılarak hesaplanabilir. Tek serbestlik dereceli sistemin tepki yerdeğiştirme, hız ve ivme değerlerinin işaretine bakılmaksızın en büyük değerlerinin , sistemin sönüm oranları , periyot veya frekans değişkenlerine göre değişimini gösteren deprem davranış spektrum grafikleri elde edilir [11, [13]. Rölatif yerdeğiştirme spektrum değeri S_d , tepki yerdeğiştirmelerin işaret gözetilmeksizin en büyük değeri olup aşağıdaki gibi yazılır [13].

$$S_d = \frac{1}{\omega_D} \left| \int_0^t \ddot{\delta}_g(\tau) e^{-\xi\omega(t-\tau)} \sin[\omega_D(t-\tau)] d\tau \right|_{\max} \quad (1)$$

Hız spektrum değeri S_v tepki hızların işaret gözetilmeksizin en büyük değeri olup aşağıdaki gibi yazılır [13].

$$S_v = \left| \int_0^t \ddot{\delta}_g(\tau) e^{-\xi\omega(t-\tau)} \left\{ \cos[\omega_D(t-\tau)] - \frac{\xi}{\sqrt{1-\xi^2}} \sin[\omega_D(t-\tau)] \right\} d\tau \right|_{\max} \quad (2)$$

İvme spektrum değeri S_a tepki ivmelerin işaret gözetilmeksizin en büyük değeri olup aşağıdaki gibi yazılır [13].

$$S_a = \omega_D \left| \int_0^t \ddot{\delta}_g(\tau) e^{-\xi\omega(t-\tau)} \left\{ \left[1 - \frac{\xi^2}{1-\xi^2} \right] \sin[\omega_D(t-\tau)] + \frac{2\xi}{\sqrt{1-\xi^2}} \cos[\omega_D(t-\tau)] \right\} d\tau \right|_{\max} \quad (3)$$

Sönüm oranı küçük olan tek serbestlik dereceli sistemde sönümlü açısal frekans ω_D ile sönümsüz açısal frekans değerleri ω birbirine yakın olduğundan $\omega_D \cong \omega$ olduğu dikkate alınarak (1), (2) ve (3) numaralı bağıntılar aşağıdaki gibi yazılır [10],[11],[13].

$$S_d = \frac{1}{\omega} \left| \int_0^t \ddot{\delta}_g(\tau) e^{-\xi\omega(t-\tau)} \sin[\omega(t-\tau)] d\tau \right|_{\max} \quad (4)$$

$$S_v = \left| \int_0^t \ddot{\delta}_g(\tau) e^{-\xi\omega(t-\tau)} \cos[\omega(t-\tau)] d\tau \right|_{\max} \quad (5)$$

$$S_a = \omega \left| \int_0^t \ddot{\delta}_g(\tau) e^{-\xi\omega(t-\tau)} \sin[\omega(t-\tau)] d\tau \right|_{\max} \quad (6)$$

(4), (5), (6) numaralı bağıntılar ile tanımlanmış mutlak değerleri en büyük kılan trigonometrik ifadeler yaklaşık birbirine eşit alınır ise, spektral hız ve spektral ivme değerleri spektral yerdeğiştirme değerine bağlı olarak aşağıdaki gibi elde edilir [10],[11],[13].

$$S_{PSV} \cong \omega S_D \quad S_{PSA} \cong \omega^2 S_d \quad (7)$$

Spektral yerdeğiştirme değerlerine bağlı olarak elde edilen S_{PSV} ve S_{PSA} değerlerine sırasıyla yalancı spektral hız ve yalancı spektral ivme adı verilmektedir.

3. Üçlü deprem davranış spektrum grafiklerinin genel özellikleri

Güçlü yer ivmeleri etkisindeki tek serbestlik dereceli sistemlerin spektral yerdeğiştirme (S_d), yalancı spektral hız (S_{PSV}) ve yalancı spektral ivme (S_{PSA}) değerlerinin tek serbestlik dereceli sistemin sönüm oranına (ζ) bağlı olarak, periyot ya da frekansa göre değişimini aynı grafikte sunulmasına yarayan üçlü deprem spektrum grafikleri ilk kez Veletsos ve Newmark tarafından kullanılmaya başlanmıştır [14].

Üçlü deprem davranış spektrum grafiklerinde tümü logaritmik ölçekli olmak üzere dört eksen bulunmaktadır. Yatay eksen periyot veya frekans değerini, dikey eksen yalancı spektral hız (S_{PSV}) değerlerini, yatay eksenden 135° açı yapan doğrultudaki eksen yalancı spektral ivme (S_{PSA}) değerlerini, yatay eksen ile 45° açı yapan doğrultudaki eksen spektral yerdeğiştirme (S_d) değerlerini göstermektedir.

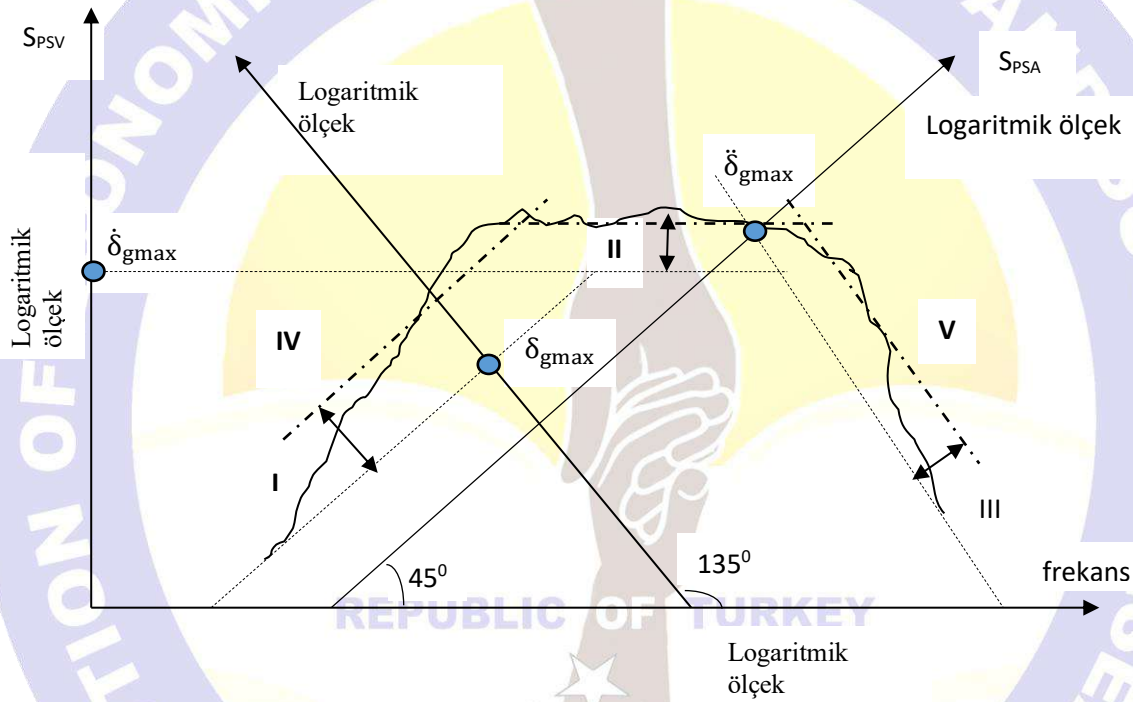
Üçlü deprem davranış spektrum grafikleri, tek serbestlik dereceli sistemin en büyük yerdeğiştirme, hız ve ivme değerlerinin aynı zamanda değerlendirmesine olanak tanıyan ve spektrum eğrilerinin idealleştirilerek tasarım ivme spektrumlarının elde edilmesine yarayan grafiklerdir [11].

Gupta, frekans tanım alanındaki üçlü deprem davranış spektrumu grafiği genel olarak 5 bölgeye ayırarak incelemiştir (Şekil-1) [15].

Frekans tanım alanında elde edilen üçlü deprem davranış spektrum grafiğinin düşük frekans değerlerine sahip kısmı (I kısım), yalancı spektral ivme değerlerine, büyük frekans değerlerine sahip kısmı (III kısım), spektral yerdeğiştirme değerlerine, orta frekans değerlerine sahip kısmı (II kısım), yalancı spektral hız değerlerine duyarlıdır [11],[15].

Üçlü deprem davranış spektrumunun düşük frekanslı kısmında güçlü yer ivmesinin en büyük değeri belirli bir çarpan ile artırılarak grafiğin (IV) üçüncü kısmı, güçlü zemin yerdeğiştirmesinin en büyük değeri belirli bir çarpan ile artırılarak grafiğin (V) inci kısmı oluşmaktadır [15]. Blume, Mewmark ve Corning sönüm oranı %5~%10 arasında olan sistemlerin spektral yerdeğiştirme, yalancı spektral hız ve yalancı spektral ivmeler için çarpanların sırasıyla 1, 1.5 ve 2.0; sönüm oranı %2'den küçük sistemlerin çarpım değerlerinin sırasıyla 2, 3 ve 4 olduğunu ileri sürmüştür [15],[16].

Üçlü deprem davranış spektrum grafiklerinin periyot tanım alanında elde edilmesi halinde ise periyot ile frekans arasındaki f , frekans = T^{-1} , (periyot) $^{-1}$, ilişkisi dikkate alındığında, grafiğin düşük periyotlu kısımları yalancı spektral ivme değerlerine, büyük periyotlu kısmı spektral yerdeğiştirme değerlerine, orta büyüklükteki periyotlu kısımda yalancı spektral hız değerlerine duyarlı olmaktadır [11].



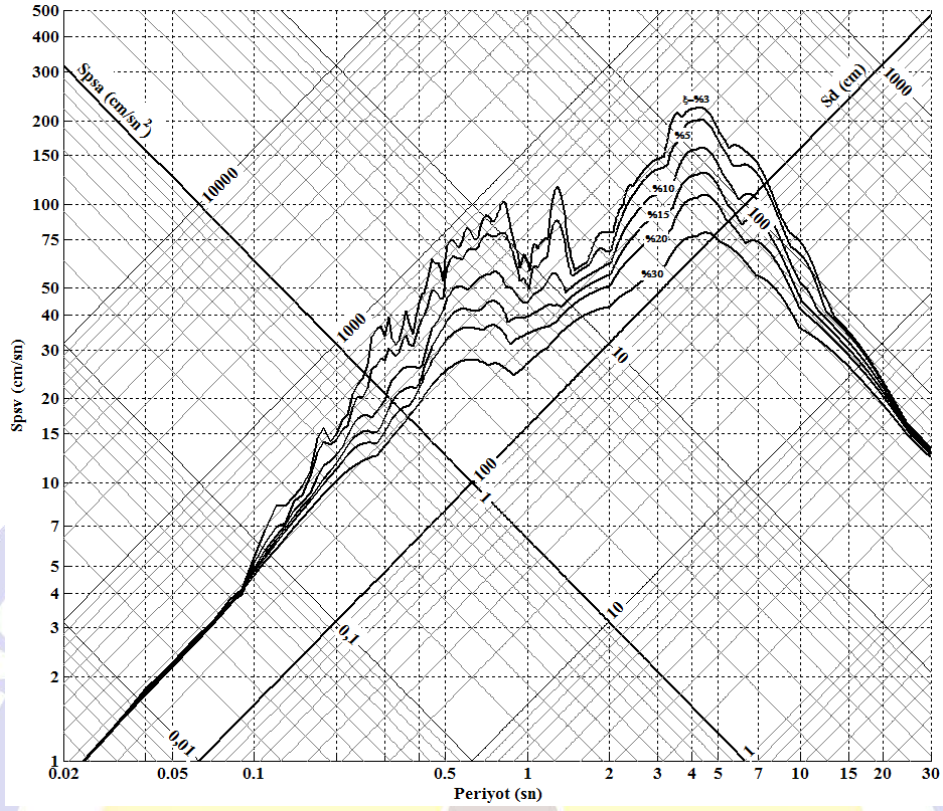
Şekil-1: Üçlü deprem davranış spektrumu grafiğinin bölgeleri

5.17 Ağustos 1999 Körfez Depremi davranış spektrumu

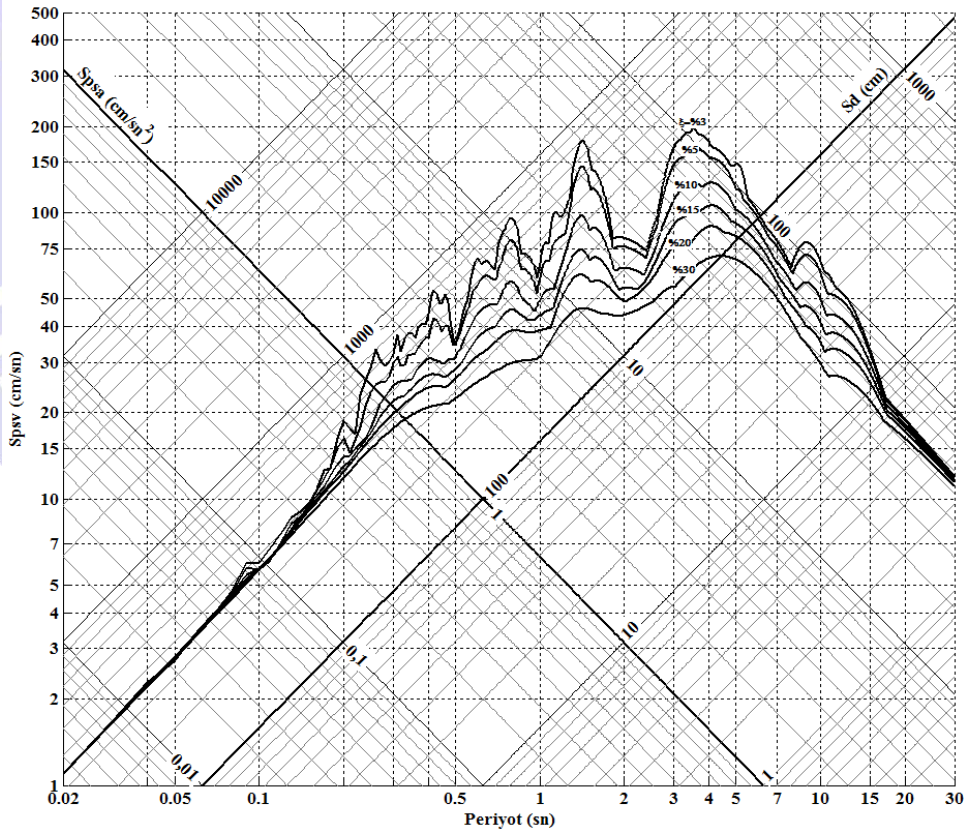
Türkiye’de 17 Ağustos 1999 gününde körfezde meydana gelen depremin merkez üssüne yakın bir yerde (40:45:51 ve 29:45:35.7) koordinatlarında konumlandırılmış, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi tarafından işletilen Yarımca Petrokimya tesisinde (YPT) kurulmuş ivme ölçerden alınan güçlü yer ivmelerinin [17] doğu-batı (+L) ve kuzey-güney (+T) bileşenlerine ait 0,005 sn zaman aralığı ile kaydedilmiş sayısal değerleri kullanılarak üçlü deprem davranış spektrum grafikleri (Şekil-2) ve (Şekil-3)’de sunulmuştur.

YPT istasyonundan alınan güçlü yer ivmelerinin (+L) ve (+T) bileşenleri kullanılarak , güçlü yer ivmelerinin ardışık sayısal integralleri alınarak zeminin yerdeğiştirme, hız ve ivmelerinin 0-35 saniye zaman aralığında değişimleri sırasıyla (Şekil-4), (Şekil-5) ve (Şekil-6)’da sunulmuştur [13].

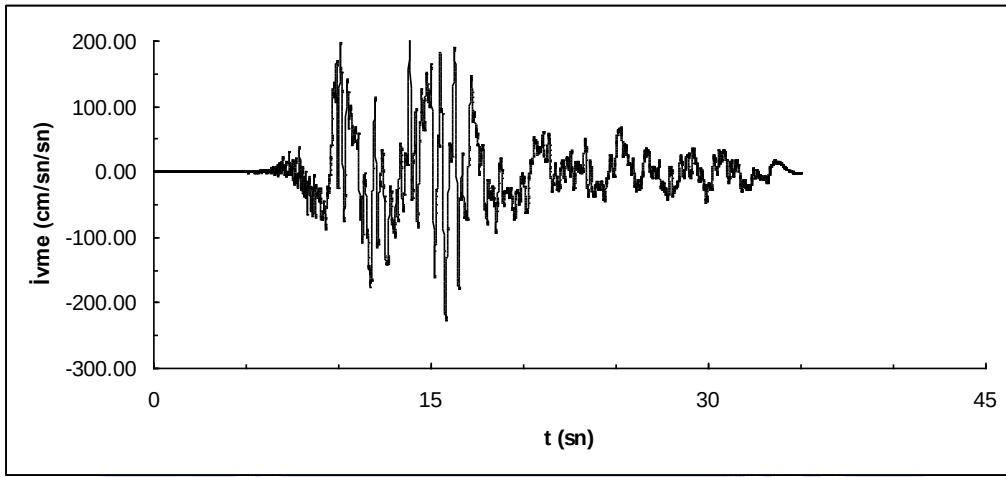
YPT istasyonundaki ivme ölçer verilerine göre 17 Ağustos 1999 Körfez depreminin (+L) ve (+T) bileşenlerinin en büyük ivme değerleri sırasıyla 225,72 cm/sn², 342,36 cm/sn²; en büyük hız değerleri 65,74 cm/sn, 62,117 cm/sn; en büyük yerdeğiştirme değerleri 57,038 cm, 50,995 cm olarak belirlenmiştir.



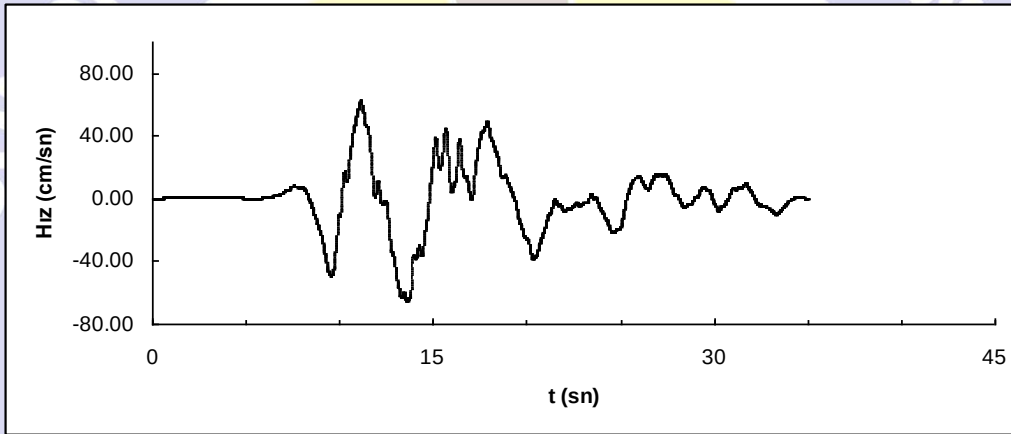
Şekil-2:17 Ağustos 1999 Körfez depremi üçlü davranış spektrumu (+L)



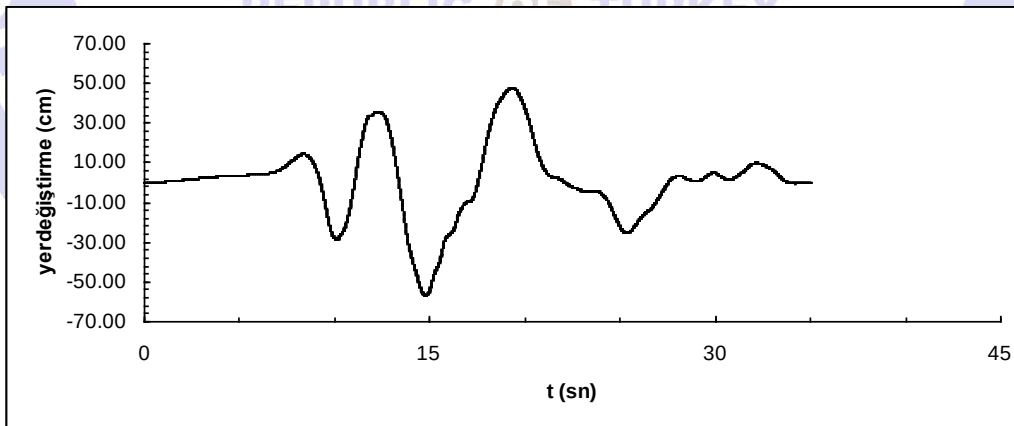
Şekil-3:17 Ağustos 1999 Körfez depremi üçlü davranış spektrumu (+T)



(a)

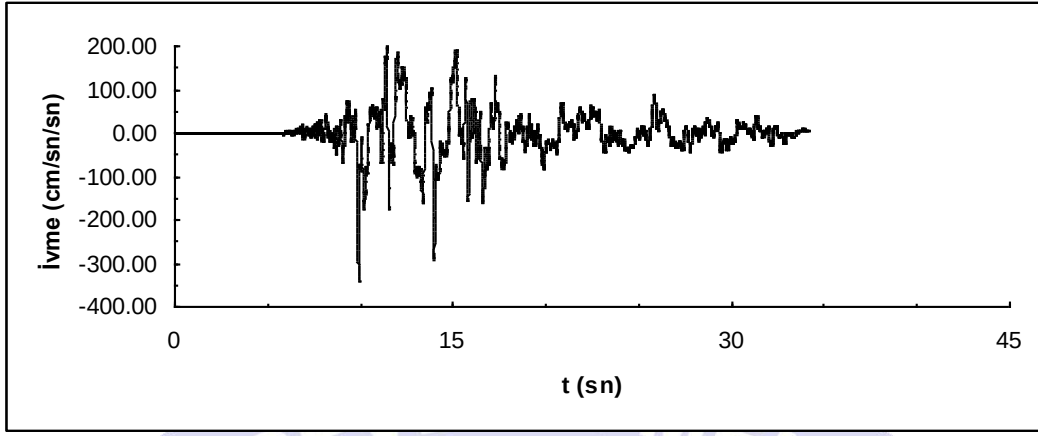


(b)

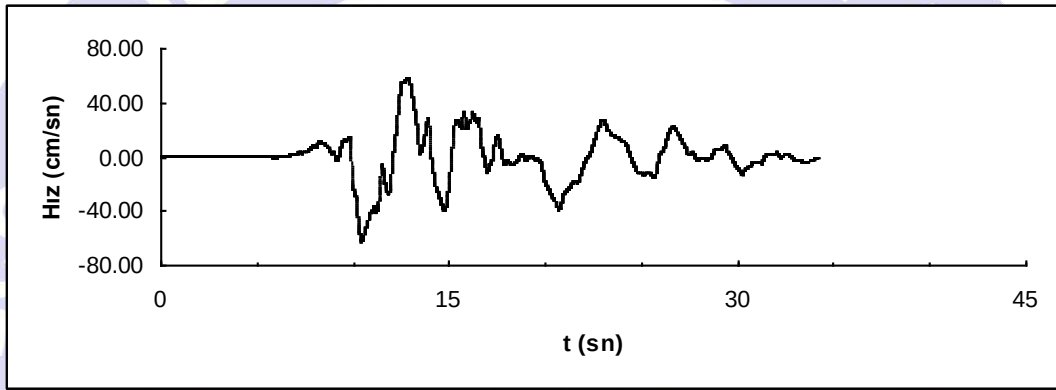


(c)

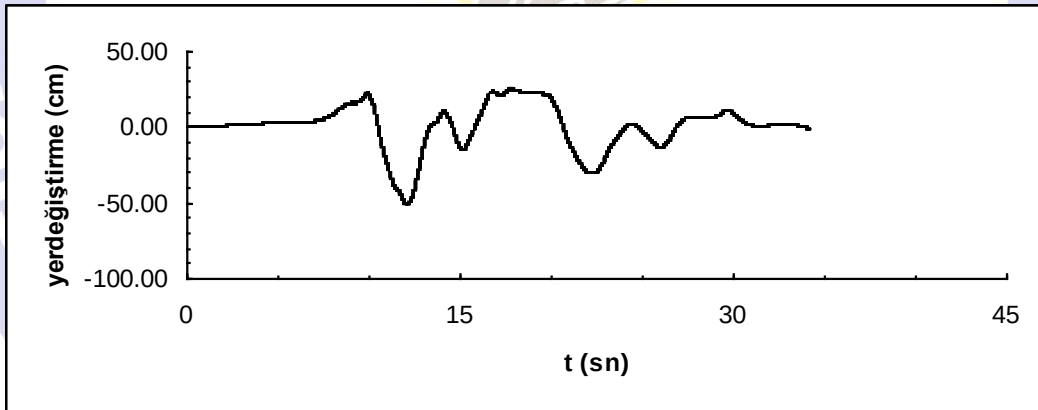
Şekil-4: 17 Ağustos 1999 Körfez depreminin a.)zemin ivme, b.)zemin hız, c.) zemin yerdeğiştirmelerinin zamana göre değişimi (+L).



(a)



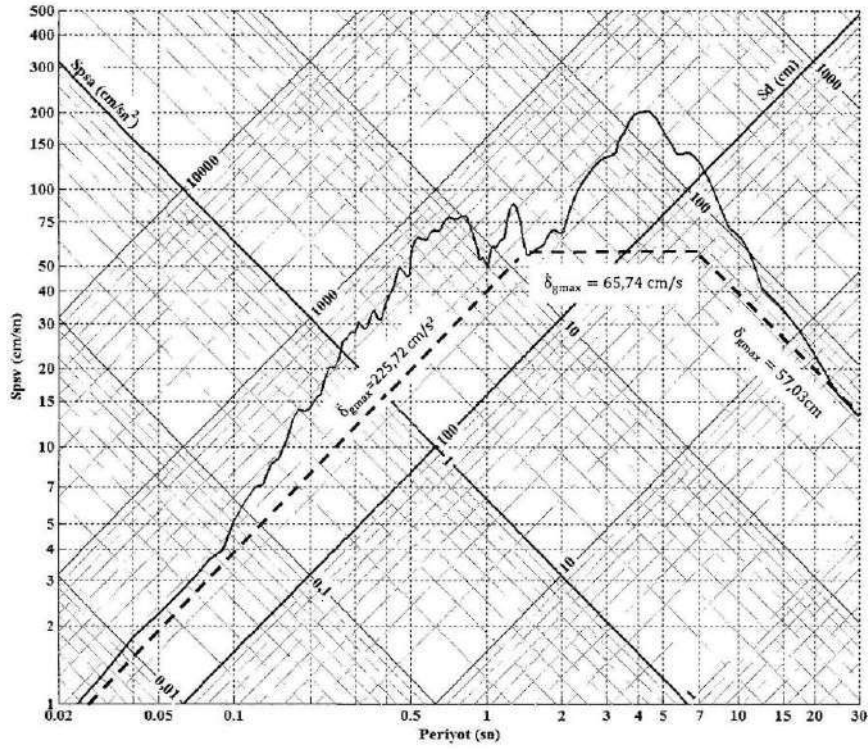
(b)



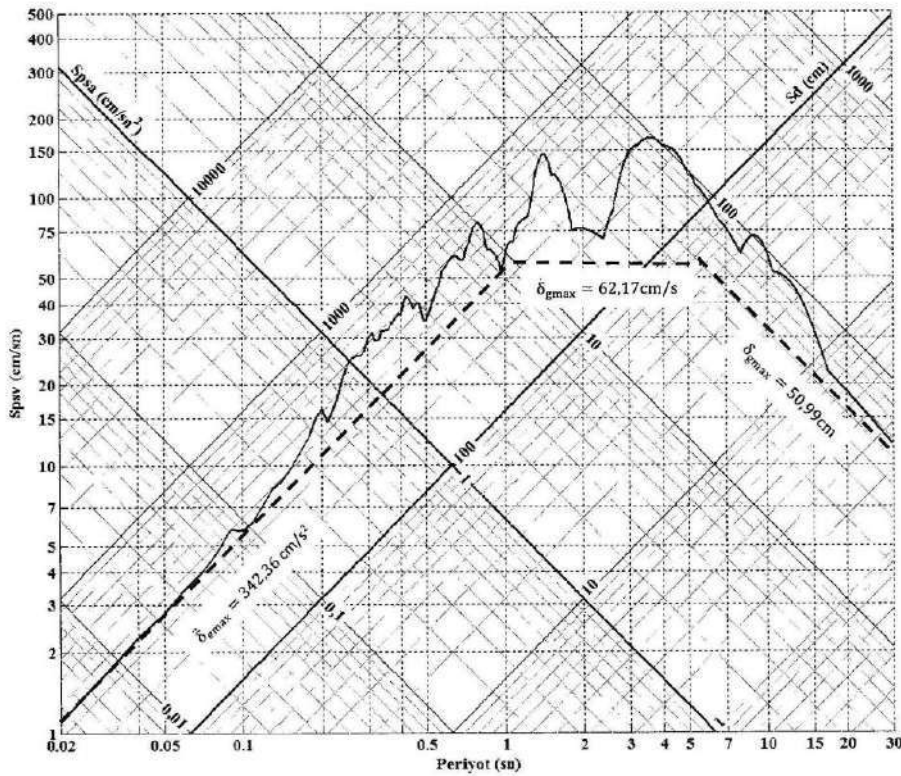
(c)

Şekil-5: 17 Ağustos 1999 Körfez depreminin a.)zemin ivme, b.)zemin hız, c.) zemin yerdeğiştirmelerinin zamana göre değişimi (+T).

YPT istasyonundaki ivme ölçerden elde edilen 17 Ağustos 1999 Körfez depreminin (+L) ve(+T) bileşenlerine ait %5 sönüm oranı için üçlü deprem davranış spektrum grafikleri sırasıyla (Şekil-6) ve (Şekil-7)'de sunulmuştur.



Şekil-6: $\zeta=5\%$ sönüm oranı ve ivmenin (+L) bileşeni için deprem davranış spektrum grafiği.



Şekil-7: $\zeta=5\%$ sönüm oranı ve ivmenin (+T) bileşeni için deprem davranış spektrum grafiği.

(Şekil-6) ve (Şekil-7)'de sunulan üçlü deprem davranış spektrum grafikleri üzerinde depremin (+L) ve (+T) bileşenlerinin zemine ait en büyük yerdeğiştirme, hız ve ivme değerleri gösterilmiştir. Buna göre $\zeta=5\%$ sönümlü, küçük periyotlu tek serbestlik dereceli sistemin en büyük tepki ivmeleri zeminin en büyük ivme değerine yaklaşık olarak eşittir. Büyük periyotlu $\zeta=5\%$ sönümlü tek

serbestlik dereceli sistemin en büyük tepki yerdeğiştirmeleri zeminin en büyük yerdeğiştirme değerine eşittir.

(şekil-6) ve (şekil-7)'nin birlikte değerlendirilmesinden, 17 Ağustos 1999 Kõrfez depreminin YPT istasyonu g¼çlü yer ivme kayıtlarına göre , periyodu 0,5 saniyeye kadar olan tek serbestlik dereceli sistemlerin g¼çlü yer ivmelerine; periyodu 0,5 saniye ~ 4 saniye arasında olan sistemlerin zemin hızlarına, periyodu 4 saniyeden büyük olan tek serbestlik dereceli sistemlerin zeminin yerdeğiştirmesine duyarlı olduğu anlaşılmaktadır.

6. Sonuç

Deprem tepki spektrum ve üçlü deprem davranış spektrum grafikleri, oluşan depremlerin yapılar üzerindeki etkilerinin belirlenmesinde ve olası depremlerde, deprem tesirlerine dayanıklı yapı tasarımı ve üretiminde önemli bir yer tutmaktadır. Grafikler taşıyıcı sistemlerin deprem etkisi altındaki davranışlarının belirlenmesinde , bu grafiklerin idealleştirilerek tasarım sęektrumlarının elde edilmesinde de kullanılmaktadır.

Kaynaklar

- [1] Biot M.A., “A mechanical analyzer for the prediction of earthquake stress”, Bulletin of the Seismological Society of America, 13, pp151-171, 1941.
- [2] Biot M.A., “Analytical and experimental methods in engineering seismology”, Proceedings, ASCE, 68 pp 49-69, 1942.
- [3] Housner G.W., “An investigation of the effects of earthquakes on buildings”, Ph.D. Thesis, California Institute of Technology, 1941, USA.
- [4] Nigam N.C., Jennings P., “Calculation of response spectra from strong-motion earthquake records”, Bulletin of Seismological Society of America, 59(2), pp 909-922, 1969.
- [5] Clough R.W., “Earthquake analysis by response spectrum superposition”, Bulletin of the Seismological Society of America, 52(3), pp 647-660, 1962.
- [6] Cruz E.F., Chopra A.K., “Elastic earthquake response of building frames”, Journal of Structural Engineering, 112(3), 1986.
- [7] Elghadamsi F.E., Mohraz B., “Inelastic earthquake spectra”, Earthquake Engineering & Structural Dynamics 15(1), 1987.
- [8] Merchant H.C., Hudson D.E., “Mode superposition in multi-degree of freedom systems using earthquake response spectrum data”, Bulletin of the Seismological Society of America, 52(2), pp 405-416, 1962.
- [9] Newmark N.M., Hall W.J., “Earthquake spectra and design” Earthquake Engineering Research Institute, 1982, USA.
- [10] Clough R.W., Penzien J., “Dynamics of Structures”, McGraw-Hill International Edition, 1993, Singapore.
- [11] Chopra A.K., “Dynamics of Structures”, Prentice-Hall Inc., 2001, USA.
- [12] Paz, M. “Structural Dynamics”, Chapman & Hall, 1997, USA.
- [13] Çatal H.H., Yeşilce Y., “Yapı Dinamiği”, Birsen Kitabevi, 2017, İstanbul.
- [14] Veletsos A.S., Newmark N.M. “Effects of inelastic behavior on the response of simple system to earthquake motions”, Proceedings, Second World Conference on Earthquake Engineering, Vol.II, 1960.
- [15] Gupta A.J., “Response spectrum method” CRC Press Inc, 1992, USA.
- [16] Blume J.A., Newmark N.M., Corning L.H., “Design of multi-story reinforced concrete buildings for earthquake motions” Portland Cement Association, 1961, USA.
- [17] www.koeri.boun.edu.tr





FPGA ile Yarı Otomatik Araç Kontrolü*Sub-Automatic Vehicle Control With FPGA*

Hüseyin Cem Ataç
Marmara Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin Yüce
Marmara Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Erkan Kaplanoğlu
Marmara Üniversitesi

Özet

Günümüzde teknolojinin ilerlemesiyle beraber insan hayatında alışlagelmiş araç kullanımı yeni gelişmeler ile daha pratik bir kullanılabilirliğe imkan sağlamaktadır. Hayatımıza hergün daha fazla empoze olan ve hergün yeni ayrıntılarla karşımıza çıkan bu gelişmeler teknolojik oluşumların aşama kaydetmesiyle otomatik kullanımı baz alan sistemlerin farklı segmentler doğrultusunda gelişme kaydetmeleriyle verimlilik ve kullanım kolaylığı açısından kantitatif değerlendirilebilir sonuçlar sunarak pratiklik, fonksiyonellik ve güvenlik açısından daha uygun olanı seçebilmemize olanak tanımaktadır.

Mikro işlemcilerin yerini alabilecek bu sistemleri araçlar üzerindeki otomasyonlarda ve araca yeni fonksiyonellik katma açısından kullanılabilirlikte bulunmaktadır. Hızdaki lineer değişim alanda programlanabilir kapı dizileri sisteminde değerlendirilebilir ve istenen hız seviyesinde sürüş sağlanabilmektedir. Kaydedilebilen bu veriler ile aracın ve sürücünün karakteristiği ve geçmiş hareketlerine dair analiz grafikleri endüstriyel kullanıma olanak sağlayan yazılımı sayesinde görüntülenebilir ve değerlendirilebilir. Kompakt halde geliştirilmiş olan ve modüler olarak modifiye edilebilirliği bulunan alanda programlanabilir kapı dizisi gömülü sistemine kapalı kontrol döngüsü SISO ile hareket sağlanmaya çalışılmıştır.

136

Anahtar Kelimeler: FPGA, Alanda Programlanabilir Kapı Dizileri, Mikroişlemci, Kontrol.

Abstract

Today, with the advancement of technology, the use of conventional tools in human life enables a more practical usability with new developments. These developments, which are more and more imposed on our lives every day and come up with new details every day, enable us to choose the most appropriate one in terms of practicality, functionality and security by providing quantitative evaluable results in terms of efficiency and ease of use with the systems based on automatic use, based on the automatic usage of technological developments.

These systems, which can replace microprocessors, can be used in automations on vehicles and in terms of adding new functionality to the vehicle. The linear change in speed can be evaluated in the field of programmable door arrays system and driving at the desired speed level can be achieved. This data can be recorded and the characteristics of the vehicle and the driver and past movements can be viewed, analysed and evaluated by the software that is enabling industrial use and flexibility. In a compact and modularly modifiable area, the field programmable gate array embedded system has been tried to provide movement with closed control loop single input single output.

Keywords: FPGA, Field Programmable Gate Array, Microcontroller, Control.

1. GİRİŞ

Ulaşım araçlarının ilk kullanımından bu yana günlük yaşamın her alanında bu kullanılabilirliğin etkinliğini arttırmak insanlar için bir uğraş olmuştur. Taşımacılığı iyileştirmeyi sağlayacak bir değişiklik yapmak için farklı çözüm bulma yollarına başvurulmuştur. Amaç veya faaliyetin amacına bağlı olan kullanılabilirlik, tek bir amaç eylemi, etkinliği daha anlamlı kılmak için zaman içinde değişime uğrar ve yeniden uyarlanır.

Otomobillerin kullanıldığı ilk günlerde temel ihtiyaçlardan biri olan ulaşım gereksinimine faydalı olan bu aracın içerisinde bir elektronik otomasyon sistemi mevcut değildi. Otomobilin içindeki mekanik sistemler dişli ve şanzıman mekanizmalarının doğası dahilinde sınırlıydı. Günümüze kıyasla oldukça basit olan bu mekanik yapılar, karşı karşıya kalınan zorluklara ve ihtiyaçlara göre zamanla gelişti. Günümüzde teknolojinin esnekliği, insan yaşamını daha pratik hale getiren bu hedeflere ulaşmamızı sağlıyor.

Örneklerden biri, hız sabitleyici kontrol teknolojisidir. Arabalar üzerindeki seyir kontrolünün uyumluluğu ile, otomasyon kısmen gün boyu yapılır. Günümüzde bu teknoloji yaygın olarak kullanılmaktadır ve otomobil üreticilerinin sağlayabileceği standart bir işlevsellik olarak kabul edilmektedir. Mevcut olarak civil hatta kullanılan araçlarda mikro işlemcilerin kullanıldığı bilinmektedir [1]. Kullanılan mikro işlemciler kimi zaman entegre mimarileri nedeniyle kullanışlıklarını kısıtlamaktadırlar. Bu durumun giderilebilmesi çoğunlukla sistem yapısında kullanılan mikro işlemci sayısının artırılarak maliyetin ve sistem içi karmaşıklığın doğrusal ve logaritmik artışıyla sağlanmaktadır. Oluşan bu karmaşık sistem tasarımcıyı geliştirilen projeni fonksiyonellik odaklı olmasından çok kullanılan elemanların karakteristiklerine göre uyarlamaya mahkum kılabilir. FPGA sayısız mikro işlemcilerin kısıtlandığı noktalarda FPGA ile istenen entegrasyonları kolaylıkla aşabiliriz. [2] nolu çalışmada FPGA kontrollü bir roket tasarlanmıştır. FPGA'in çok kapsamlı giriş çıkış yapısı sayesinde oluşturulan bu roket sistemi daha sonra kullanılabilir olacak şekilde hibrid bir araca uyarlanmıştır. Bu sistemde XC3S250E Xilinx Spartan 3E Model FPGA kullanılmıştır. Sistemden kullanılan elektronik ateşleme sisteminden gelen veriler FPGA üzerinde değerlendirilmiştir ve FPGA'e bağlı elektronik kontrol kartı yönlendirilmiştir. [3] nolu çalışmada ise stepper motor üzerinden yapılan tork kontrolü FPGA ile sağlanabilmiştir. Beraberinde sistemde oluşan tork dalgalanmalarını minimize edebilmiştir. Oluşturulan entegre yapı ile kapalı döngü kontrolü bağlanmıştır ve motorun hassas hız ve pozisyon verileri elde edilmiştir. [4] numaralı çalışmada farklı özellikteki motorların hassasiyeti yüksek hareketlendirilmeleri sağlanmıştır. FPGA kullanılarak LabVIEW grafiksel mühendislik yazılımı ile kontrol edilen motorların elde edilen verileri ve simülasyon sonucunda elde edilen verileri karşılaştırmaya başarmıştır.

2. OTOMOBİLİN ENTEGRASYONU

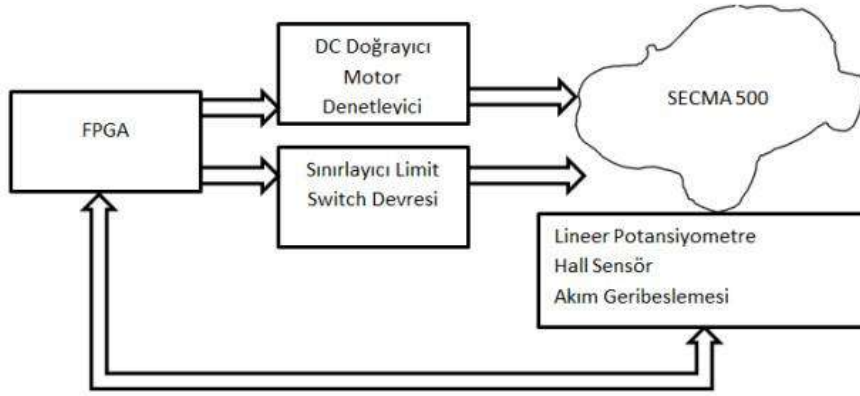
Modifiye edilecek ve otomasyon uygulanacak otomobil olarak SECMA 500 Fun Xtreme marka sedan A segmenti otomobil kullanılmıştır. Temel Araç fonksiyonlarını yerine getirebilecek donanımı mevcut olan otomobil monta edilmemiş halde satın alınmıştır. Aracın direksiyon şaftının mekanizmasına bir adet redüktörlü dc motor bağlanmıştır. Aracın ön paneline FPGA bilgisayarı (CompactRIO, Crio 9035), bilgisayarın modülleri, sinyal düzenleyici ve güç kontrol kumandası eklenmiştir. FPGA ile veri alışverişi sağlayabilmek için dijital ve analog modüller CompactRIO'ya takılmıştır. Bunun yanı sıra aracın gövdesinin ön kısmına dc/dc çevirici yükselteç sabitlenmiştir. Direksiyon şaftına bağlanan motorun kontrolü için voltaj doğrayıcı motor sürücü entegresi bağlanmıştır. Direksiyon şaftı ve direksiyonun dönüş açısı $\pm 453^\circ$ dönecek şekilde toplam 907 derecelik bir dönüşü kontrol etmek için motor kontrolü sağlanacaktır. Aracın diferansiyel hexal dişli mekanizmasının üzerine hall sensör eklenmiştir. Bağımsız olarak çalışabilmesini istediğimiz bu

otomasyon mekanizmasına geri besleme sağlayabilmek için aracın mevcut kremayer ve pinyon mekanizmasına lineer potansiyometre eklenmiştir.



Şekil 1: Aracın ön paneli ve üzerine monte edilmiş modüller

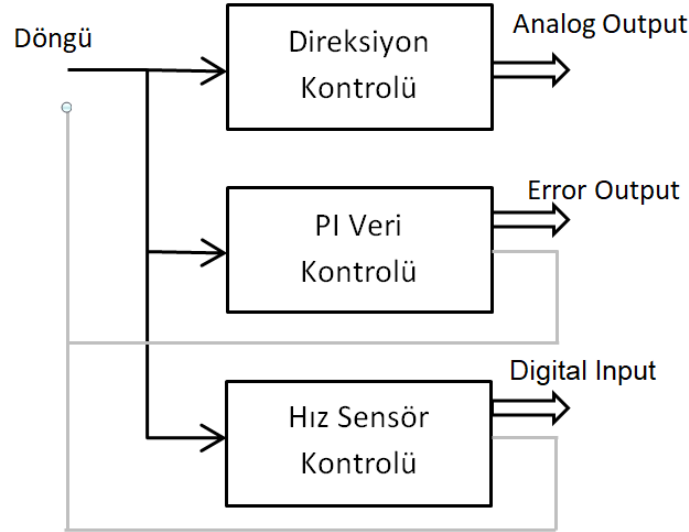
Kullanılan dc/dc doğrayıcı sayesinde hem akım geri beslemesi sağlanabilmekte hem de lineer potansiyometre ile mevcut konum geri beslemesi alınabilmektedir. Cihaza monte edilen sistemler aracın mevcut bataryası üzerinden beslenmiştir.



Şekil 2: Aracın bağlantı diyagramı

3. FPGA KONTROLÜ

Aracın direksiyon aksamının hareketi için FPGA CompactRIO gerçek zamanlı blok diyagramları kullanılmıştır. FPGA'in sağladığı esneklik ve arayüzüyle uyumluluğu kullanılması güçlü bir etkinlik gösterir. CompactRIO'nun sergilediği performans FPGA'in otomatik uygulamalarda etkili kullanılabilirliğini göstermektedir. Günümüze dek kullanılan yarı iletkenlere bir alternatif olan, yeri geldiğinde daha iyi performans ve fonksiyonellik sergileyebilen bu cihazlar endüstriyel yazılımları sayesinde daha kolay kullanım sunarlar [5]. Gelişmiş bileşenlere sahip yazımlar ile FPGA'den alınan veriler matematiksel anlamı dışında görsel olarak da anlamlandırılabilirler [6]. FPGA'in yapısının mikro işlemciye göre diğer bir avantajı olan paralel veri alma özelliği ile kullanıldığı projelerde tek döngü içerisinde birden fazla işlemi aynı anda yapabilir. Mikro işlemcilerin ardışık döngüler içerisinde yaptığı işlemleri daha hızlı ve kesintiye uğramadan veri transferi yoluyla alabilir veya gönderebilir. Şekil 3'te belirtilen diyagramda sisteme veri giriş ve çıkış akış şeması ve sensörler ile entegrasyonu gösterilmiştir. FPGA'den çıkan sinyaller analog olarak motor sürücü ünitesine giderek PWM sinyali ile motorun kontrolünü sağlar.



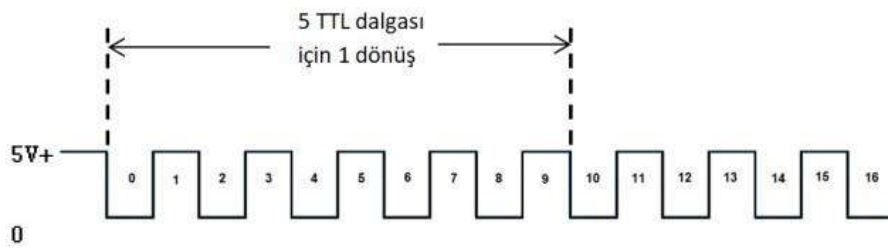
Şekil 3: Kontrol Block Diyagramı

3.1 Direksiyon Motoru Kontrolü

Motor kontrol ünitesi aracın bataryasından aldığı 12 voltluk gerilimin yükseltici konvertörde 24 volta çevirdiği gerilimi güç girişi olarak kullanır. Bu 24 voltluk güç PWM ile motor sürücünde doğranır. Böylece PWM sayesinde dc motora kontrollü voltaj iletimi sağlanır. Bu doğramanın kontrolü motor sürücüyeye yapılan analog voltaj giriş ile sağlanır. Motor sürücünün desteklediği voltaj aralığı $\pm 11.32V$ olarak belirlenmiştir. Bu voltaj sağa ve sola dönecek şekilde $\pm 453^\circ$ açığa tekabül eder. Direksiyon milinin fazla dönmesini engellemek için kremayer milin üzerine sınırlayıcı limit anahtarları eklenmiştir.

3.2 Hız Ölçüm Kontrolü

Hall sensöründen gelen dijital sinyalin ölçülebilmesi için verinin TTL sinyaline çevirilmesi gerekmektedir. Bu çevirim ile TTL sinyalinin frekansı 5 hz miktarına tekabül ettiğinde bir teker önüş miktarına karşılık geliyor. Bu hesaba göre 1 km/saat hızı için 1.22 hz bir frekans elde ediliyor.



Şekil 4: TTL Sinyalinin Hızın Okunmasındaki Kullanım Şekli

(1)

(1)

(2)

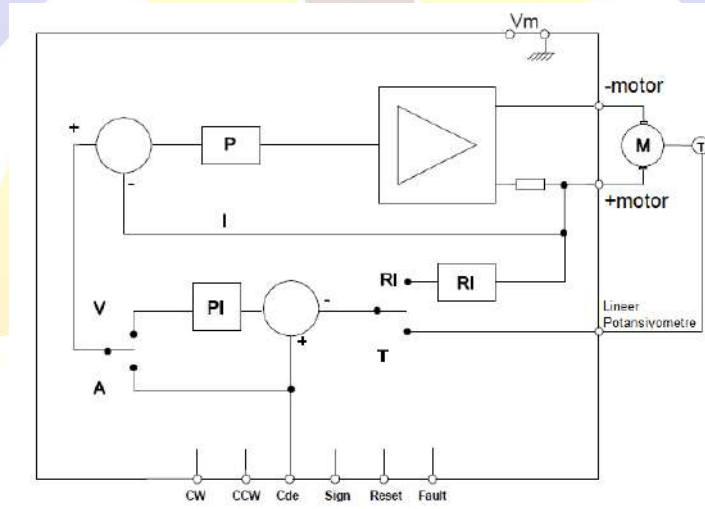
(3)

(5)

(6)

4. KAPALI PI DÖNGÜSÜ

bölücü motor sürücüyü analog sinyal gönderilir. Bu sinyal ile motor sürücünde PWM doğraması yapılarak gerilim motora yönlendirilir. Fakat motorun hassas bir oranda dönüş sağladığını bilmemiz için motorun pozisyonundan geri besleme alınması gerekir. *Bu hata payını düzeltmek için motor geri kapalı döngülü SISO PI kontrolör uygulanmıştır.* Döngü içerisinde kendini doğrulayabilecek bu sistem yapısı, otomatik kontrol sistemini destekleyecektir. Kapalı sistem döngüsüne dahil edilebilmesi için kullanılan dc motorun gerçek zamanlı matematiksel fonksiyon halinden s parametresi ile kullanılabilecek laplace dönüşümlü fonksiyona çevrilmiştir.



Şekil 5: DC Doğrayıcı Motor Sürücü Kontrolör Entegresi Kapalı Döngüsü

$$\left(\int \right) \quad (7)$$

$$\frac{\left(\right)}{\left(\right)} \quad (8)$$

$$\left(\right) \quad (9)$$

Yukarıda doğru akım motorunun kontrolü için sistem içinde kullanılacak olan transfer fonksiyonu elde edilmiştir. Bu fonksiyonu SISO PI kapalı sistemine dahil ederek oluşan hata otomatik döngü içerisinde düzeltilecektir. Sistem içerisinde döngü halindeki kapalı sistemde ve simülasyonda test edilmiştir. Test edilen katsayılar Matlab'ın otomatik PID tuner toolbox'ı içerisinde optimize edildikten sonra simülasyona tabi tutulmuştur. Buradan alınan değerlerle kapalı sistem transfer fonksiyonu elde edilmiştir.

Kaynaklar

- [1] G.I.Sharonov A.I.Nefed'ev, "Development of Microprocessor-based Car Engine Control System," *Procedia Engineering*, Volume 150, pp. 1341-1344, 2016.
- [2] Ke Gao, Xu Wang, Xiaoqiang Qi Jia Song, "Design of a field programmable gate array based test launch and control system for hybrid vehicle," *Measurement*, vol. 90, pp. 215-223, August 2016.
- [3] Dejan Kos, "Efficient Stepper Motor Torque Ripple Minimization on FPGA Hardware Implementation," *IECON 2006 - 32nd Annual Conference on IEEE Industrial Electronics*, pp. 3916-3921, 2006.
- [4] ZAINAB MAHMOOD KHUDHUR, "CONTROLLING OF A MECHANICAL SYSTEM HAVING THREE DIMENSIONAL MOVING CAPABILITY BY USING SERVO MOTORS, FPGA AND A PERSONAL COMPUTER," p. 99, 2016.
- [5] R. Szymanski, C. G. Ryan, I. Gonzalez-Alvarezd J. S. Laird, "A Labview based FPGA data acquisition with integrated stage and beam transport control," *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, vol. 306, pp. 71-75, July 2013.
- [6] T. Eich, J. C. Fuchs, M. Ravindran, Q. Ruan, L. Wenzel, M.Cerna, S.Concezzi L. Giannone, "Data acquisition and real-time bolometer tomography using LabVIEW RT," *Fusion Engineering and Design*, vol. 86, pp. 1129-1132, October 2011.
- [7] Necdet Tuğrul Artuğ, "Microcontroller based industrial automatic temperature control system with labview," p. 142, 2010.
- [8] HALİL SERKAN YURTTAŞ, "Labview bilgisayar programı ile veri toplama ve kontrol: Bir buhar sıkıştırma derin dondurucunun test edilmesi," p. 80, 2004.

MANYETİK AKI KAÇAKLARI YÖNTEMİNİ KULLANAN BİR TEST SİSTEMİNİN ANSYS MAXWELL KULLANILARAK KARAKTERİZE EDİLMESİ

Mustafa ÇORAMIK

Ar. Gör., Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fizik Eğitimi Ana Bilim Dalı

Özet

Demiryolları, depolama tankları, köprüler ve boru hatları süreksizlik açısından devamlı olarak muayene edilmesi gereken önemli alanlardır. Bu alanların zamanında ve düzenli olarak muayenesi, tahribatsız muayene yöntemleri kullanılarak yapılmakta ve böylece sorunların ortaya çıkmadan önce belirlenmesi ve çevresel sorunların, ekonomik kayıpların ve can kayıplarının önlenmesi sağlamaktadır. Tahribatsız muayene teknikleri daha çok test edilecek numuneye ve test alanına göre değişkenlik göstermektedir. Ferromanyetik malzemelerin test edilmesinde ise genellikle “manyetik akı kaçakları” yöntemi kullanılmaktadır. Tarama esnasında belirli bir hız ile malzeme üzerinde hareket eden manyetik akı kaçakları sistemleri Eddy akımlarının oluşmasını sebep olmaktadır. Ortaya çıkan bu Eddy akımlarının oluşturduğu manyetik alan ise sensör sinyalleri üzerinde bozucu etki oluşturabilmektedir. Bu çalışmada, düz bir ferromanyetik malzeme üzerinde yer alan belirli bir genişlik ve derinliğe sahip çatlakın belirlenmesi amacı ile tasarlanan bir test sisteminin, ANSYS Maxwell programı kullanılarak karakterizasyonunun gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla gerçekleştirilen analizler sonucunda elde edilen bulgulardan sistemin hareket hızının artması ile oluşan Eddy akımlarının manyetik akı çizgilerinin dağılımında sapmalar meydana getirdiği ve elde edilen sinyaller üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

143

Anahtar Kelimeler: ANSYS Maxwell, Manyetik akı kaçağı, Çatlak belirleme.

GİRİŞ

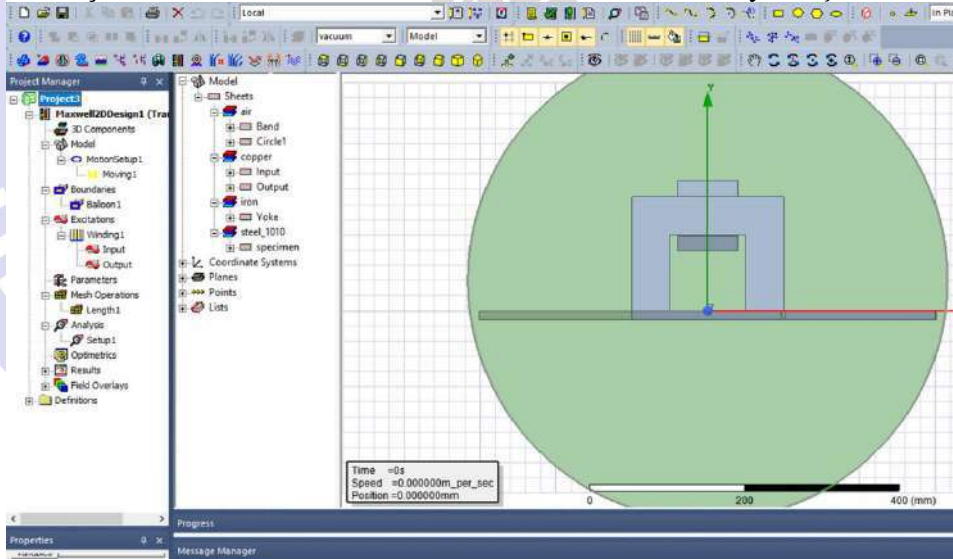
Demiryolları, depolama tankları, köprüler ve boru hatları süreksizlik açısından devamlı olarak muayene edilmesi gereken önemli alanlardır. Bu alanların zamanında ve düzenli olarak muayenesi, tahribatsız muayene yöntemleri kullanılarak yapılmakta ve böylece sorunların ortaya çıkmadan önce belirlenmesi ve çevresel sorunların, ekonomik kayıpların ve can kayıplarının önlenmesi sağlamaktadır. American Society of Nondestructive Testing (ASNT) tahribatsız muayeneyi “Nesnenin, gelecekteki kullanımını etkilemeyecek bir teknoloji ile incelenmesidir” biçiminde tanımlamaktadır [1]. Ayrıca, tahribatsız muayene malzemenin herhangi bir şekilde bütünlüğünü ve kullanılabilirliğini bozmadan yüzeyinde ve içyapısında bulunan hataların test edilmesi olarak tanımlanabilir. Endüstride en çok kullanılan tahribatsız muayene yöntemleri; Görsel, Ultrasonik, Eddy Akımları, Radyografik, Sıvı Emdirme, Manyetik Parçacık ve Manyetik Akı Kaçakları ile muayene olarak sıralanabilir [2-5]. Tahribatsız muayene teknikleri daha çok test edilecek numuneye ve test alanına göre değişkenlik göstermektedir. Ferromanyetik malzemelerin test edilmesinde ise genellikle “manyetik akı kaçakları” yöntemi kullanılmaktadır. Manyetik akı kaçakları yönteminin temeli, manyetize edilmiş ferromanyetik bir malzemede bulunan süreksizlikler (çatlak, korozyon vb.) sebebi ile ortaya çıkan manyetik akı kaçaklarının manyetik sensörler ile belirlenmesine dayanmaktadır. Bu yöntemde, manyetize edici sistem malzeme geometrisine bağlı olarak hareketli ya da hareketsiz olabilmektedir. Fakat çoğu zaman manyetize edici sistem tarama esnasında hareket etmektedir. Tarama esnasında belirli bir hız ile malzeme üzerinde hareket eden bu sistem ayrıca Eddy akımlarının oluşmasını sebep olmaktadır. Ortaya çıkan bu Eddy akımlarının oluşturduğu manyetik alan ise sensör sinyalleri üzerinde bozucu etki oluşturabilmektedir. Bu açıdan bakıldığında manyetik akı kaçakları yöntemini kullanan bir çatlak algılama sisteminin, üretilmeden

önce sanal olarak bazı değişkenlere bağlılığının test edilmesi gerekmektedir. Bu test hem zaman hem de maliyet açısından sistem tasarımına oldukça büyük katkı sağlayabilir. Literatürde gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde bazı çalışmalarda tarama hızının artışı ile sensörlerden elde edilen sinyal şiddetinin arttığı [6-10], kimi çalışmalarda ise bunun tam tersi olarak hız artışına karşılık sinyal şiddetinde azalış meydana geldiği [11] belirtilmiştir. Ayrıca literatür incelendiğinde 0.004 m/s'den [12] 200 km/saat'e [11] kadar geniş bir aralıkta gerçekleştirilen analizlerin bulunduğu görülmektedir. Sistemlerin analizinde kullanılan yazılımlardan bir tanesi de ANSYS Maxwell'dir. Bu çalışmada, düz bir ferromanyetik malzeme üzerinde yer alan belirli bir genişlik ve derinliğe sahip çatlakın belirlenmesi amacı ile tasarlanan bir test sisteminin, ANSYS Maxwell programı kullanılarak karakterizasyonunun gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, sanal ortamda modellenen test sisteminin farklı hızlardaki hareketi ile belirli genişlik ve derinliğe sahip çatlaktan elde edilen sinyaldeki değişimler incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada analizlerin gerçekleştirilmesi amacı ile ANSYS Maxwell programının 18.2 sürümü kullanılmıştır. Ansys Maxwell'de üç farklı tasarım tipi bulunmaktadır. Bunlar; Rmxprt, Maxwell 2D ve Maxwell 3D'dir. Rmxprt elektrik makinalarının tasarımı ve analizinde kullanılırken, Maxwell 2D XY ya da RZ düzlemlerinde, Maxwell 3D ise üç boyutlu olarak elektromanyetik alan çözümlemelerini gerçekleştirmektedir. Tüm bu çözümlemelerde sonlu elemanlar yöntemi kullanılmaktadır. ANSYS Maxwell programında çözümler ise manyetik ve elektrik olmak üzere iki ana başlıkta toplanmıştır. Manyetik çözümler; Magnetostatic, Eddy Current ve Transient Magnetic olmak üzere üçe ayrılırken elektrik çözümler; Electrostatic, DC Conduction, AC Conduction ve Transient Electric olmak üzere dört farklı kategoridedir. Kısacası ANSYS Maxwell, sonlu elemanlar yöntemi ile analizi gerçekleştirilecek geometriyi küçük parçalara ayrılarak, oluşturulan parçalar içinde çözümler seçimine bağlı olarak ilgili formüllerin işletilmesi ile analizin tamamlanması temel prensibine dayanmaktadır. Gerçekleştirilen bu çalışmada Maxwell 2D ara yüzü kullanılarak tasarım gerçekleştirilmiştir ve sistemde hareketli bir manyetik alan kaynağı bulunduğu için Transient Magnetic çözümlerinden yararlanılmıştır.

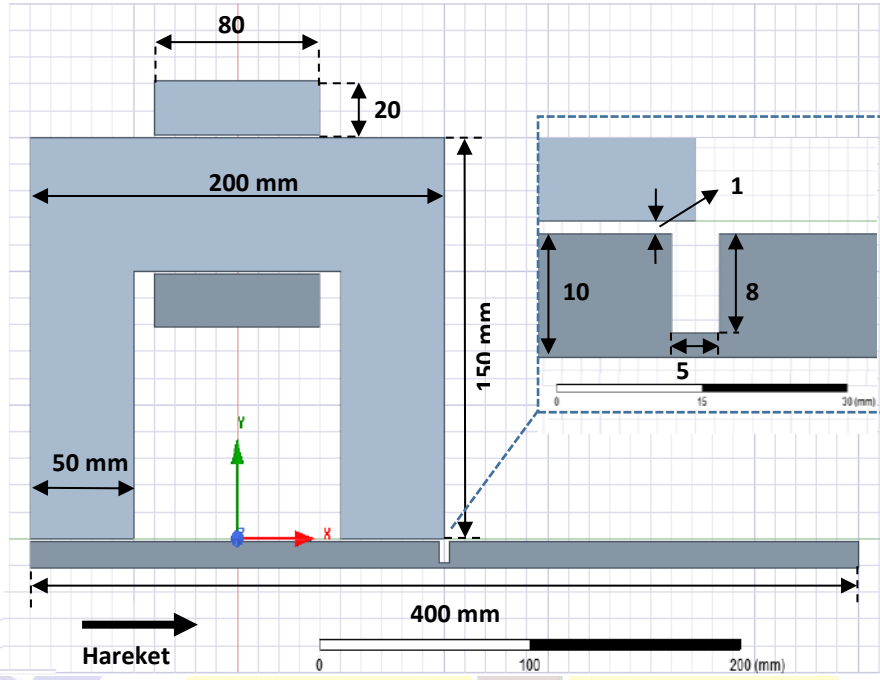
Tasarlanan çatlak belirleme sistemine ait ANSYS Maxwell ara yüzü Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Tasarlanan çatlak belirleme sistemi ANSYS Maxwell ara yüzü.

Şekil 1'de sisteme ait tasarlanan proje dosyasının genel görüntüsü verilmiştir. Bu ara yüzde model tanımlaması, hareketli parçaların hızları ve yönü, her bir parçanın malzeme bilgisi, mesh işlemine ait detaylar, akım ve sarım sayısına ait bilgiler ile analizin gerçekleştirileceği sınırlar ve hangi aralıklar ile kayıt işleminin gerçekleştirileceğine dair girişler yapılmaktadır.

Tasarlanan sisteme ait detaylı boyut bilgisi Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Tasarlanan sisteme ait detaylı boyut bilgisi

Şekil 2’de görüldüğü gibi bacak genişliği 50 mm, yüksekliği 150 mm ve toplam genişliği 200 mm olan demir bir nüve tasarlanmıştır. Bu nüveyi ve dolayısı ile taranacak numuneyi manyetize etmesi için de kesit olarak 80 mm genişlik ve 20 mm yüksekliğe sahip 1600 sarımlı bakır bir bobin tasarlanmıştır. Nüve ile numune arasında 1 mm boşluk bulunmaktadır. Üzerinde çatlak oluşturulan numune ise 10 mm kalınlığa sahip 400 mm uzunluğunda çelik 1010 malzemedir. Belirlenmeye çalışılan çatlak ise 400 mm’lik numunenin tam ortasına konumlandırılmıştır ve 5 mm genişlik ile 8 mm (%80) derinliğe sahiptir.

Tasarlanan sisteme ait özellikler Tablo 1’de detaylı olarak verilmiştir.

Tablo 1. Sistem tasarımına ait detaylı bilgiler

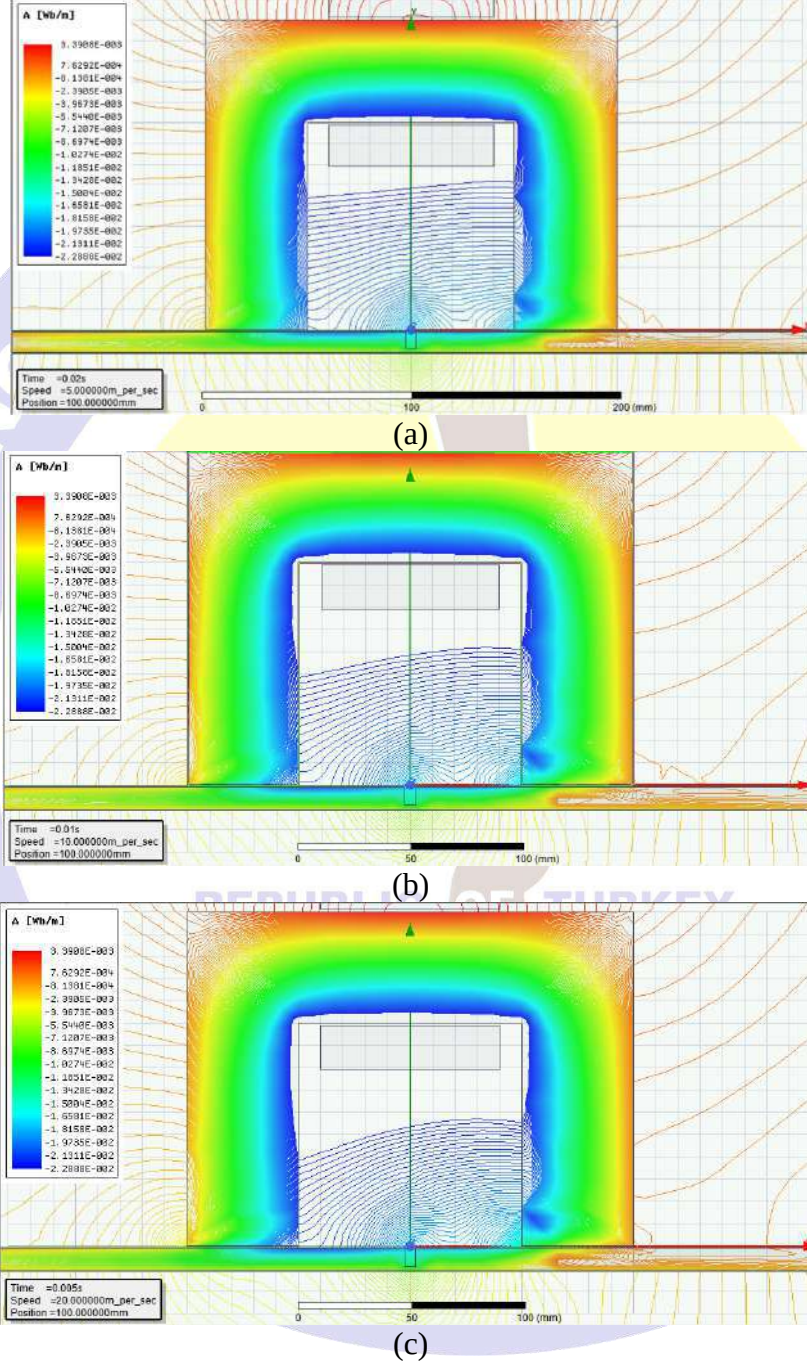
Nicelik	Değer/Malzeme
Akım	2 Amper
Bobin Sarım Sayısı	1600
Nüve Malzemesi	Demir
Numune Malzemesi	Çelik 1010
Bobin Malzemesi	Bakır
Çatlak Boyutu (Genişlik-Derinlik)	5 mm - 8 mm (%80)
Lift-off	5 mm
Hız Değerleri	5 m/s, 10 m/s, 20 m/s, 30 m/s

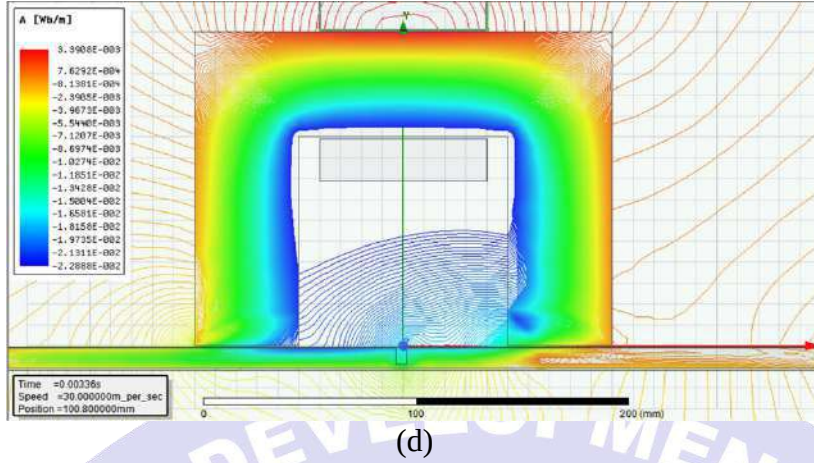
Tablo 1’de de görüldüğü gibi sistemde manyetize edici akım olarak 2 Amper değeri seçilmiştir. Bu akım değerinin seçilmesinde manyetize edilecek numunenin malzemesi, uzunluk ve kalınlığı gibi değerleri göz önüne alınmıştır. Ayrıca lift-off değeri yani sensör konumu ile numune arasındaki mesafe de 5 mm olarak belirlenmiştir. Sensör konumu ile ilgili olarak literatürde yapılan çalışmalar incelenmiş ve sensör, demir nüvenin tam orta noktasından geçen eksene

konumlandırılmıştır. Ayrıca hız değişkeninin manyetik alan üzerindeki etkisinin belirlenmesi için analizler 5 m/s, 10 m/s, 20 m/s ve 30 m/s hız değerlerinde gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR

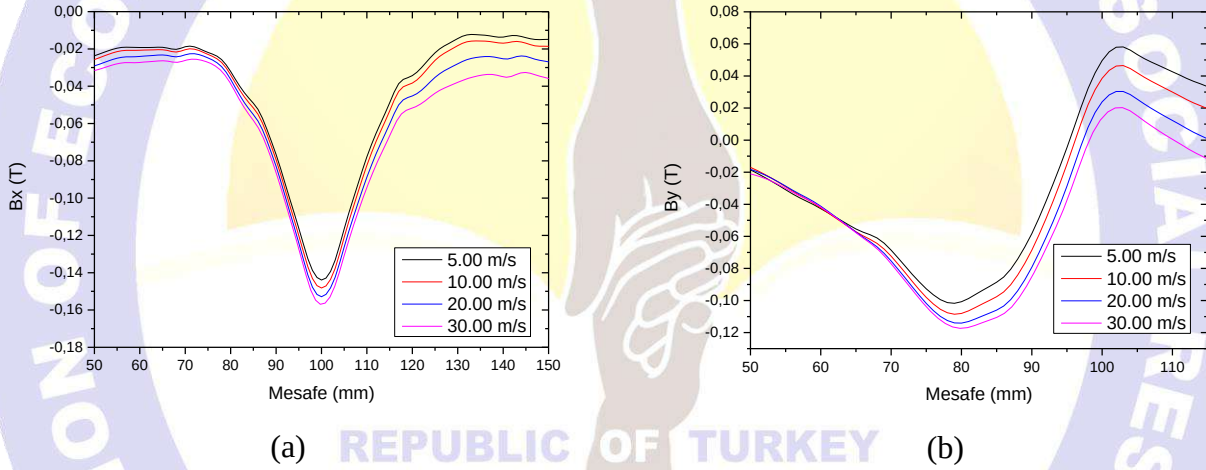
ANSYS Maxwell kullanılarak gerçekleştirilen analizler sonucunda 5 m/s, 10 m/s, 20 m/s ve 30 m/s değerlerinde elde edilen manyetik akı çizgilerine ait dağılımlar Şekil 3'te verilmiştir.





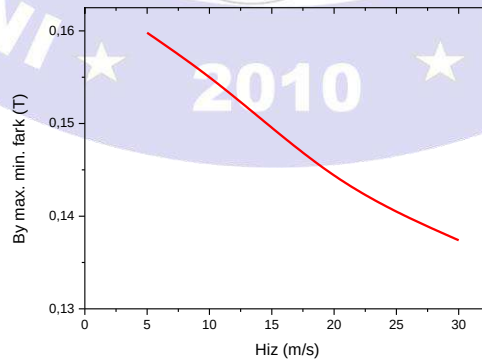
Şekil 3. a) 5 m/s b) 10 m/s c) 20 m/s d) 30 m/s için manyetik akı çizgilerinin dağılımı

Şekil 3'te görüleceği gibi hız değerinin 5 m/s'den 30 m/s'ye doğru artması ile manyetik akı çizgilerinin dağılımında değişimler meydana gelmiştir. 5 mm lift-off mesafesinde ve nüve merkezinde bulunduğu farz edilen bir sensör konumundan manyetik alan şiddetinin x ve y bileşenlerinin okunması sonucunda elde edilen hızla bağlı grafikler Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Manyetik alan şiddetinin a) x bileşeninin b) y bileşeninin hızla bağlı değişimleri

Şekil 4'te görüldüğü gibi manyetik alan şiddetinin hem x hem de y bileşenleri tarama hızı ile değişmektedir. Manyetik alan şiddetinin y bileşeninin maksimum ve minimum değeri arasındaki farkın hızla bağlı olarak değişimi ise Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Manyetik alan şiddetinin y bileşenine ait maksimum ve minimum değerler arasındaki farkın hızla bağlı değişimi

Şekil 5 incelendiğinde y eksenini için hız artışı ile maksimum ve minimum değerler arasındaki manyetik alan şiddeti farkının da azaldığı belirlenmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, düz bir ferromanyetik malzeme üzerinde yer alan bir çatlakın belirlenmesi amacı ile tasarlanan bir test sisteminin, sistemin farklı hızlardaki hareketi açısından ANSYS Maxwell programı kullanılarak karakterizasyonunun gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla gerçekleştirilen analizler sonucunda elde edilen bulgulardan, sistemin hareket hızının artması ile oluşan Eddy akımları sonucunda manyetik akı çizgilerinin dağılımında sapmalar meydana geldiği belirlenmiştir. Manyetik alan şiddetinin x ve y eksenindeki bileşenin hıza bağlı olarak değişimi incelendiğinde ise hız artışına bağlı olarak peak değerlerinin değiştiği belirlenmiştir. Manyetik alan şiddetinin y bileşeni hıza bağlı olarak detaylı incelendiğinde hız arttıkça minimum ve maksimum değerler arasındaki farkta bir azalma meydana geldiği görülmüştür. Bu değerinin çatlak yapısını ve boyutlarını belirlemede önemli bir rolü olduğu düşünüldüğünde hız artışının sinyallerin yorumlanmasında tasarlanan sistem için bozucu bir etki yaptığı söylenebilir.

Gerçekleştirilen manyetik akı kaçakları çalışmalarında birden fazla değişkenin manyetik akı çizgilerinin dağılımına etki ettiği bilinmektedir. Bu değişkenler; lift-off mesafesi, bobinler üzerinden geçen akım, çatlak boyutları, numunenin kalınlığı, muayene hızı ve manyetik sensörlerin hassasiyetidir. Bu açıdan düşünüldüğünde hızın yanında birçok farklı etkenin de analizlerde etkili olduğu görülmektedir.

İleride gerçekleştirilmesi planlanan çalışmalar ile tüm bu değişkenler açısından analizlerin yapılarak farklı tasarımlar için ideal sensör konumu, lift-off mesafesi ve akım gibi değişkenlerin belirlenmesi hedeflenmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] P. J. Shull (Ed), *Nondestructive evaluation. theory. techniques and applications*, New York: Marcel Dekker Inc., (2002).
- [2] Non-Destructive Inspection Co., Tahribatsız malzeme muayene [online], (30 Aralık 2014), www.tmmndt.com/content_images/ndt_yontemler.pdf, (2007).
- [3] Tahribatsız muayene [online], (20 Temmuz 2019), www.ktu.edu.tr/dosyalar/14_03_00_aca05.pdf
- [4] B. Oğuz, , *Kaynakların muayenesi ark kaynağı*, Oerlikon Yayın, (1989).
- [5] C. J. Hellier, *Handbook of nondestructive evaluation*, New York: The McGraw-Hill Companies Inc., (2003).
- [6] Y. S. Sun, W. Lord, G. Katragadda, and Y. K. Shin, "Motion induced remote field eddy current effect in a magnetostatic non-destructive testing tool: A finite element prediction," *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 30, no. 5, pp. 3304–3307, Sep. 1994, ISSN: 0018- 9464. DOI: 10.1109/20.312644.
- [7] G. S. Park and S. H. Park, "Analysis of the velocity induced eddy current in mfl type ndt," *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 40, no. 2, pp. 663–666, Mar. 2004, ISSN: 0018-9464. DOI: 10.1109/TMAG.2004. 824717.
- [8] Y. Li, G. Y. Tian, and S. Ward, "Numerical simulation on magnetic flux leakage evaluation at high speed," *NDT & E International*, vol. 39, no. 5, pp. 367–373, 2006, ISSN: 0963-8695. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ndteint.2005.10.006>.
- [9] D. Zhiye, R. Jiangjun, P. Ying, Y. Shifeng, Z. Yu, G. Yan, and L. Tianwei, "3-d fem simulation of velocity effects on magnetic flux leakage testing signals," *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 44, no. 6, pp. 1642– 1645, Jun. 2008, ISSN: 0018-9464. DOI: 10 . 1109 /TMAG.2007.915955.
- [10] L. Zhang, F. Belblidia, I. Cameron, J. Sienz, M. Boat, and N. Pearson, "Influence of specimen velocity on the leakage signal in magnetic flux leakage type nondestructive testing," *Journal of Nondestructive Evaluation*, vol. 34, no. 2, p. 6, 2015.

- [11] P. Wang, Y. Gao, G. Tian, and H. Wang, “Velocity effect analysis of dynamic magnetization in high speed magnetic flux leakage inspection,” NDT & E International, vol. 64, pp. 7–12, 2014, ISSN: 0963-8695. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ndteint.2014.02.001>.
- [12] Z. Gan and X. Chai, “Numerical simulation on magnetic flux leakage testing of the steel cable at different speed title”, Proceedings of 2011 International Conference on Electronics and Optoelectronics, DOI: 10.1109/ICEOE.2011.6013369







AKILLI TELEFONLARIN FİZİK EĞİTİMİ ALANINDA KULLANIMI

Mustafa ÇORAMIK

Ar.Gör., Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fizik Eğitimi Ana Bilim Dalı

Özet

Fizik dersi kapsamında yer alan konuların daha etkili bir biçimde öğretilmesinde laboratuvar kullanımının önemli bir işlevi vardır. Laboratuvar ile bütünleştirilen öğretimin öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini, akademik başarılarını ve derse karşı tutumlarını olumlu biçimde etkilediği bilinmektedir. Ayrıca kalıcı ve etkili öğrenmenin sağlanması ve bilgilerin teorikten pratiğe aktarımı da öğretimde laboratuvar kullanımı ile mümkün olabilir. Günümüzde, akıllı telefonların yaşamımız içinde aldıkları yer yadsınamaz bir noktaya gelmiştir. Son yıllarda fizik konularının öğretiminde kullanılan yöntemlerden bir tanesi de akıllı telefonlarının fizik deneylerinde deneysel araç olarak kullanılmasıdır. Akıllı telefon teknolojisindeki gelişmeler ve yazılım alanında atılan adımlar sonucunda pahalı deney düzenekleri yerine akıllı telefonlarda yer alan sensörlerin kullanıldığı çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalarda hangi fiziksel niceliklerin ölçümünde ve hangi amaçlarla akıllı telefonların kullanıldığının araştırılması yeni çalışmalar için yol gösterici nitelikte olacaktır. Bu sebeple çalışmada, fizik eğitimi alanında önemli indekslerde taranan Physics Education dergisinde yayımlanan çalışmalar, akıllı telefonların deneylerde kullanım amacı, deneylerde ölçülen fiziksel nicelikler ve yıllara göre yayımlanan çalışma sayısı gibi değişkenler açısından incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fizik eğitimi, Akıllı telefon, Fizik deneyleri.

152

GİRİŞ

Bilişim teknolojisinde son yıllarda ortaya çıkan ürünler insanların birbirleriyle olan etkileşimlerinin yanı sıra yaşam tarzlarını da değiştirmiştir [1]. Bu ürünler içinde en dikkat çeken örneklerden birisi de mobil teknoloji olmuştur. Bu teknoloji yaşamın diğer alanlarında olduğu gibi eğitim alanında da radikal değişikliklere neden olma potansiyeline sahiptir [2]. Bu potansiyelin bir göstergesi de akıllı telefonların fizik eğitimi alanında yapılan çalışmalarda gün geçtikçe kullanımının artmasıdır.

Telefon üzerinde yer alan ve farklı uygulamalar yardımı ile veri elde edilebilen sensörler ve telefon girişlerinden bazıları; İvmeölçer, Magnetometre, Jiroskop, Işık Sensörü, Basınç Sensörü, Yakınlık Sensörü, Mikrofon, GPS ve Bluetooth olarak sıralanabilir. Bu sensörlerden veri alınmasını sağlayan programlar kullanılarak, laboratuvar ortamında hâlihazırda gerçekleştirilen deneylerden birçoğu oldukça kolay ve az maliyetli bir şekilde akıllı telefonlar ile sınıf ya da laboratuvar ortamında yapılabilmektedir. Akıllı telefonlar kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar arasında ivme [3], hız [4] ve manyetik alan ölçümü [5-7] ile ilgili uygulamalar sıkça yer almaktadır. Bunların yanı sıra optik uygulamaları [8] ve ses hızı [9, 10] ile ilgili uygulamalar da bulunmaktadır. Akıllı telefonların eğitim alanında kullanımlarının diğer amaçları da yardımcı eleman (kronometre vb.) ve video ya da fotoğraf kaydetmek olarak sıralanabilir.

Akıllı telefonlar ile gerçekleştirilen çalışmalar dünyada birçok farklı akademik dergide yayımlanmaktadır. Bu dergilerin başında da Physics Education gelmektedir. Physics Education, okullarda ve üniversitelerde fizik eğitimi ile ilgili çok geniş bir kitleye yönelik olarak yayın yapan uluslararası bir dergidir. Dergide yayımlanan çalışmalar ortaokul düzeyinden başlayarak üniversitelerdeki giriş seviyesi derslerine kadar geniş bir aralıktaki konuları kapsamakta ve bu konular ile ilgilenen öğreticiler ile öğrenenlere hitap etmektedir. Dergide 3 farklı tipte çalışma kabul edilmektedir. Bunlar; Makale (Paper), Frontline ve Direction'dır. Physics Education yılda 6 sayı olacak şekilde yayımlanmaktadır. Derginin indekslendiği dizinler ise; Scopus, Inspec, Educational Research Abstracts, ERIC/CIJE ve NASA Astrophysics Data System'dir.

Son yıllardaki hem akıllı telefon teknolojisindeki gelişmeler hem de yazılım alanında atılan adımlar ile birçok pahalı deney düzeneği yerine akıllı telefonlarda yer alan sensörlerin kullanıldığı çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmaların yıllara göre sayısı, çalışmalarda akıllı telefonların kullanım amacı ve ilgili deneylerde hangi niceliklerin ölçümünde kullanıldığı yeni çalışmalar için yol gösterici niteliktedir. Bu amaçla bu çalışmada, alandaki önemli indekslerde taranan, deney düzeneği tasarımı ve akıllı telefonlar ile ilgili yayınları sıklıkla kabul eden Physics Education Dergisi'nde 2014 – 2019 yılları arasında yayımlanan çalışmalar yıllara göre çalışma sayısı, akıllı telefonların kullanım amacı ve deneylerde ölçülen nicelikler olmak üzere üç farklı açıdan incelenmiştir.

YÖNTEM

Bu çalışmada fizik eğitimi alanında akıllı telefonların kullanıldığı çalışmaların yıllara göre sayısı, akıllı telefonların kullanım amacı ve deneylerde ölçülen nicelikler açısından incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Physics Education dergisinde 2014-2019 yılları arasında yayımlanan 71 adet çalışma detaylı olarak incelenmiştir. Araştırma kapsamında veriler nitel araştırma tekniklerinden doküman incelemesi yoluyla toplanmıştır. Doküman incelemesi, araştırma konusu ile ilgili olarak araştırılacak konular hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin analizini kapsar [11]. Doküman incelemesi, mevcut belgelerin, veri kaynağı olarak sistemli biçimde incelenmesi olarak tanımlanmaktadır. Başarılı bir doküman incelemesinin temel şartı ise konuya ilişkin belgelerin bulunması, incelenmesi ve belli durum ya da görüşleri ortaya çıkartacak bir senteze varılabilmesi için gerekli düzenlemelerin yapılmasıdır [12].

Verilerin Toplanması

Mart 2014 (Vol.49) ile Mart 2019 (Vol.54) tarihleri arasında Physics Education dergisinde yayımlanan çalışmalar “Smartphone”, “Mobile Phone” ve “Phone” anahtar kelimeleri ile filtrelenerek aranmıştır. İlgili tarihler arasında 71 adet çalışma bu tarama sonucunda incelenmek üzere kaydedilmiştir. Çalışmaların incelenmesinde “Makale İnceleme Formu” kullanılarak nitel veriler elde edilmiş ve ardından sayısal hale dönüştürülmüştür. Makale inceleme formuna ilgili çalışmanın yayımlanma yılı, akıllı telefonun çalışmada hangi amaçla kullanıldığı ve akıllı telefonun çalışmada (eğer varsa) hangi niceliğin ölçümünde kullanıldığı belirtilmiştir.

BULGULAR

2014-2019 yılları arasında Physics Education dergisinde akıllı telefonlar ve uygulamaları ile ilgili yayımlanan çalışmaların incelenmesi sonucunda yıllara göre çalışma sayısındaki değişim Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Yıllara göre akıllı telefonlar ile ilgili yapılan çalışmaların sayısı

Yıl	Çalışma sayısı
2014	3
2015	4
2016	9
2017	17
2018	29
2019*	9
Toplam	71

*2019 yılı özelinde sadece 2 sayı incelenmiştir.

Tablo 1 incelendiğinde yıllara göre akıllı telefonlar ile ilgili yapılan çalışmaların sayısının arttığı görülmektedir. 2019 yılında yayımlanan 2 sayı incelendiği için ilgili yıla ait çalışma sayısı bir önceki yıldan daha az bulunmuştur.

Akıllı telefonların deneylerde kullanım amaçları ise üç farklı kategori altında toplanmıştır. Bu kategoriler; kayıt aracı (fotoğraf/video kaydı) olarak kullanım, doğrudan deneyin/ölçümün gerçekleştirilmesi amacı ile kullanım ve yardımcı eleman olarak (ses, ışık kaynağı, kronometre, vb.) kullanım biçiminde belirlenmiştir. Tablo 2’de incelenen çalışmalara ait kullanım amaçlarının sayısı verilmiştir.

Tablo 2. Akıllı telefonların deneylerde kullanım amaçları

Kullanım amacı	Çalışma sayısı
Kayıt aracı olarak kullanım (Fotoğraf/video kaydı)	17
Doğrudan deney / ölçüm gerçekleştirilmesi	47
Yardımcı eleman olarak (ses, ışık kaynağı, kronometre, vb.) kullanım	13
Toplam*	77

*Bazı çalışmalarda akıllı telefonlar birden farklı amaçla kullanıldığı için toplam sayı 71’den büyük çıkmıştır.

Tablo 2 incelendiğinde Physics Education dergisi özelinde ilgili yıllar arasında yapılan çalışmalarda akıllı telefonların daha çok doğrudan deneyin gerçekleştirilmesi amacı ile kullanıldığı ortaya çıkmıştır. Akıllı telefonların kayıt aracı olarak ya da yardımcı eleman olarak kullanıldığı çalışmalar da bulunmaktadır.

İlgili yıllar arasında yayımlanan makalelerde akıllı telefonların hangi fiziksel niceliklerin ölçümü amacı ile kullanıldığı Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Ölçülen fiziksel niceliğe göre çalışma sayısı

Ölçülen nicelik	Çalışma sayısı
İvme/Açısal İvme	14
Ses Şiddeti/Frekansı	12
Işık Şiddeti	7
Manyetik Alan Şiddeti	5
Açı	4
Basınç	3
Konum	3
Açısal Hız	2
Toplam*	50

*Bazı çalışmalarda akıllı telefonlar birden fazla ölçüm amacı ile kullanıldığı için toplam sayı 47’den büyük çıkmıştır.

Tablo 3 incelendiğinde gerçekleştirilen çalışmalarda daha çok ivme ve ses gibi niceliklerin ölçülerek deneylerin gerçekleştirildiği belirlenmiştir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, alandaki önemli indekslerde taranan, deney düzeneği tasarımı ve akıllı telefonlar ile ilgili yayınları sıklıkla kabul eden Physics Education Dergisi’nde 2014 – 2019 yılları arasında yayımlanan çalışmalar yıllara göre çalışma sayısı, akıllı telefonların kullanım amacı ve akıllı telefonların kullanıldığı konular olmak üzer üç farklı açıdan incelenmiştir.

Araştırma sonunda elde edilen verilerden Physics Education Dergisi özelinde akıllı telefonlar ile gerçekleştirilen çalışmaların 2014 yılından 2019 yılına kadar artarak devam ettiği görülmüştür. Bu artışın akıllı telefonlarda yer alan sensörlerin çeşitlerinin ve sayısının artarak gelişmesinin yanı sıra yazılım konusunda meydana gelecek gelişmeler sonucunda daha da artacağı düşünülebilir. Araştırma sonucunda elde edilen sonuçlardan bir diğeri de akıllı telefonların ilgili çalışmalarda kullanım amacı ile ilgilidir. 2014-2019 arasında yayımlanan çalışmalar detaylı olarak incelendiğinde akıllı telefonların kullanım amacının daha çok doğrudan deneylerin

gerçekleştirilmesi şeklinde olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte deneylerde fotoğraf ve video kayıt aracı olarak kullanımının bulunduğu da görülmüştür. Bu kullanımlarda, kaydedilen görüntü ya da video daha sonra farklı görüntü işleme programları (örneğin Tracker Video Analiz Programı) ile analiz edilmektedir. Özellikle akıllı telefonlarda yer alan kameraların ağır çekim gibi özelliklerinin artması ve telefonların yaygınlaşması sonucunda benzer kullanımların artacağı düşünülebilir. Literatürde daha önce yapılan görüntü işleme çalışmalarında genellikle yüksek çözünürlüklü video kameralar kullanıldığı görülmektedir. Hem taşınabilirlik hem de yaygınlık açısından düşünüldüğünde bu amaçla akıllı telefonların kullanımının artması beklenmektedir.

2014-2019 yılları arasında Physics Education dergisinde yayımlanan çalışmalar konu bazında incelendiğinde ise; akıllı telefonların daha çok ivme ve ses ile ilgili ölçümlerde kullanıldığı görülmüştür. Bununla birlikte ışık şiddeti ve manyetik alan şiddeti ölçümleri de sıklıkla gerçekleştirilmiştir. İvme ve ses ile ilgili çalışmaların daha fazla olmasının sebeplerinden bir tanesi de ilgili ölçümleri yapan sensörlerin neredeyse tüm akıllı telefonlarda hâlihazırda bulunması olarak gösterilebilir. Örneğin ses ile ilgili deneylerin gerçekleştirilmesinde kullanılan hoparlör ve mikrofon ile ivmenin ölçülmesinde kullanılan ivmeölçer neredeyse tüm telefonlarda mevcuttur. Akıllı telefonlar kullanılarak gerçekleştirilen hız belirleme çalışmalarında ise öncelikle ivme ölçülmüş ve daha sonrasında hız türetilmiştir. Manyetik alan şiddeti ölçümünde kullanılan manyetik sensörler, ışık şiddetinin ölçülmesinde kullanılan ışık sensörleri ve basınç sensörleri kimi alt model akıllı telefonlarda bulunmamaktadır. Sonuç olarak akıllı telefonların ve sahip oldukları sensörlerin ölçüm kabiliyetlerinin ve çeşitlerinin gelişen teknoloji ile paralel olarak arttığı düşünüldüğünde özellikle basınç, manyetik alan ve ışık şiddeti ölçümüne yönelik deneylerde kullanımın ilerleyen zamanlarda daha da artacağı düşünülebilir.

KAYNAKÇA

- [1] Kinshuk, H. H. W, Sampson, D. & Chen, N. S. (2013). Trends in educational technology through the lens of the highly cited articles published in the journal of educational technology and society. *Educational Technology and Society*, 16, 3– 20.
- [2] Reyhav, I. & Wu, D. (2014). Exploring mobile tablet training for road safety: a uses and gratifications perspective. *Computers and Education*, 71, 43–55.
- [3] Mazzella, A. & Testa, I. (2016). An investigation into the effectiveness of smartphone experiments on students' conceptual knowledge about acceleration. *Physics Education*, 51, 055010.
- [4] Monteiro, M. & Martí, A.C. (2017). Using smartphone pressure sensors to measure vertical velocities of elevators, stairways, and drones. *Physics Education*, 52, 015010.
- [5] Arribas, E., Escobar, I., Suarez, C. P., Najera, A. & Belendez, A. (2015). Measurement of the magnetic field of small magnets with a smartphone: a very economical laboratory practice for introductory physics courses, *European Journal of Physics*, 36, 065002.
- [6] Setiawan, B., Septianto, R. D, Suhendra, D. & Iskandar, F. (2017). Measurement of 3-axis magnetic fields induced by current wires using a smartphone in magnetostatics experiments. *Physics Education*, 52, 065011.
- [7] Septianto, R.D., Suhendra D & Iskandar, F. (2017). Utilisation of the magnetic sensor in a smartphone for facile magnetostatics experiment: magnetic field due to electrical current in straight and loop wires, *Physics Education*, 52, 015015.
- [8] Klein, P., Hirth, M., Gröber, S., Kuhn, J. & Müller, A. (2014). Classical experiments revisited: smartphones and tablet PCs as experimental tools in acoustics and optics. *Physics Education*, 49 (4), 412-418.
- [9] Parolin, S.O., & Pezzi, G. (2015). Kundt's tube experiment using smartphones. *Physisc Education*, 50, 443-447.
- [10] Yavuz, A. (2015). Measuring the speed of sound in air using smartphone applications. *Physics Education*, 50, 281-284.
- [11] Yıldırım, A., & Şimşek. H. (2006). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- [12] Karasar, N. (2007). Bilimsel Araştırma Yöntemleri (17.baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.



SENKRON UZAKTAN ÖĞRETİM YÖNTEMİYLE MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI VE MÜHENDİSLİK FAKÜLTELERİ İŞBİRLİĞİYLE SERTİFİKA PROGRAMLARININ AÇILMASI

OPENING CERTIFICATE PROGRAMS BY COLLABORATING WITH CHAMBER OF MECHANICAL ENGINEERS AND ENGINEERING FACULTIES BY USING SYNCHRONOUS DISTANCE TEACHING METHOD

Mustafa ERTÜRK

Doç.Dr., Balıkesir Üniversitesi

Ali KEÇEBAS

Doç.Dr., Muğla Sıtkı Koçma Üniversitesi

Özet

Ortadoğu Teknik Üniversitesi ilk defa 4 Mayıs 1998’de İnternete Dayalı Eğitim-Asenkron (İDE-A) öğrenme şeklini Bilgi Teknolojileri Sertifika Programı’yla (BTSP) dokuz ay sürecek olan sertifika programına 90 öğrencisiyle başladı. Bu sertifika programında Bilgisayar Mühendisliği ile ilgili sekiz temel ders okutulmaktadır. Bu programı takip edenler işlerini kaybetmemek ve yaşam standartlarını artırmak için programa katıldıklarını yapılan anket çalışmasında belirtmişlerdir. Bilgi ve iletişim çağı kendini yenileyemeyen insanları kısa sürede demode hale getirmiştir. Avrupa da bir meslek 24 ayda eskirken ABD’de 18 ayda eskimektedir. İyi bir yaşam standardı ve işsiz kalmamak için insanlar istirahat zamanlarının bir kısmını düzenli olarak yaşam boyu öğrenime ayırmalıdır. Bu çalışmada makine mühendisleri odası ve mühendislik fakülteleri işbirliğiyle makine mühendislerine yönelik sertifika programları için bir model önerisi oluşturulmuştur. Bu modelde makine mühendisleri odasına kayıtlı üyeler programı haftada üç gün ve en az iki ders saati olmak üzere mesai saatleri dışında (20:00-22:00) online olarak takip edeceklerdir. Sistem etkileşimli olup tüm üyeler derse chat odasında yazılı olarak soru sorabilecek ve ayrıca yönetici kontrolünde canlı olarak katılabilecektir. Sistem yoklama işlemini de yapabilmektedir. Bu sistemin amacı makine mühendisliği alanında sürekli olarak gelişen alanlarda makine mühendislerinin gelişiminin sağlanması hedeflenmektedir. Bu program baş döndürücü hızla gelişen yenilenebilir enerji teknolojileriyle ilgili yatırım yapılabilecek illerin tespiti, geri ödeme süreleri, tasarım, projelendirme, işletmeye alma gibi teorik dersler çok rahatlıkla okutulabilir. Uygulamalı bölümleri ve sınavlar ise yüz yüze yöntemle yapılması planlanmaktadır. Bu model çalışan makine mühendislerinin mesai saatleri dışında yeni teknolojilere adaptasyonu işlerini aksatmadan katılmalarını sağlayacaktır.

157

Anahtar Kelimeler: Yaşam boyu öğrenim, Uzaktan öğretim, Senkron uzaktan öğretim, Makine mühendisliği, Uzaktan sertifika programı.

Abstract

The Middle East Technical University (ITU) first started on 4 May 1998 with the participation of 90 students in the Information Technology Certificate Program (ITCP), which is based on Internet-based Education-Asynchronous (IBE-A), for nine months. In this certificate program, eight core courses related to Computer Engineering are taught. Followers of this program indicated in their survey study that they participated in the program in order to lose their jobs and increase their living standards. The information and communication age has quickly outdone people who cannot renew themselves. In Europe, a profession is worn out in 24 months, and 18 months in the US. In order to maintain a good standard of living and not being unemployed, people should devote part of their rest time regularly to lifelong learning. In this work, a model proposal for certification programs for

mechanical engineers is created with the cooperation of the chambers of mechanical engineers and the engineering faculties. In this model, members enrolled in the chamber of mechanical engineers will follow the program online (20:00-22:00), three working days a week and at least two hours a week. The system is interactive and all members will be able to ask questions in chat room and will also be able to actively participate in supervisory control. The system can also perform the polling process. The aim of this system is to provide the development of mechanical engineers in areas that are constantly evolving in the field of mechanical engineering. This program is very easy to learn the theoretical lessons such as determination of revenues, reimbursement periods, design, projecting and operation of renewable energy technologies which can be invested rapidly. Applied parts and exams are planned to be done face to face. This model will allow the working engineers to participate in the adaptation of new technologies without the hassle of working hours.

Keywords: Lifelong Learning, Distance Learning, Synchronous Distance Education, Mechanical Engineering, Remote Certificate Program.

1. GİRİŞ

Baş döndürücü hızla gelişen bilgi teknolojileri, bilgiye ulaşımı küresel yapıya dönüştürmesi sonucunda bilgiye ulaşım hızı da sürekli olarak artmaktadır. Bilgi teknolojilerindeki bu hızlı değişim insanların yaşamlarında sürekli olarak iyileştirmelere neden olmuştur. Bu iyileştirme insanların sürekli olarak mesleki bilgi, beceri ve birikimlerini sürekli olarak güncellemeye zorlamaktadır.

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki değişim ivmesinin sürekli olarak artması insanları kısa sürede demode eder hale getirmiştir. Amerika'da bir meslek, on sekiz ayda demode olurken Avrupa ülkelerinde yirmi dört ayda demode olmaktadır. İnsanların yaşam standartlarını artırmak ve işlerini kaybetmemesi için yaşam boyu öğrenime ilgisini her geçen gün artırmaktadır [1]. Bilgi çağında bilgiye ve eğitime olan aşırı talebi karşılamak için bilgi teknolojileri önemli bir imkan olmaya başlamıştır. Bilgi teknolojilerinin bir parçası olan İnternet, eğitim alanında dünyada radikal değişimlere neden olmaktadır [2].

Yirmi birinci yüzyılda tüm meslekler çok hızlı yenilendiği için meslek sahiplerini de bu değişime zorlamaktadır. Bu duruma adapte olamayan meslek sahiplerinin gelirlerinde azalma hatta işsiz kalmalarına neden olmaktadır. Meslek sahiplerinin gelirlerini artırmak ve işsiz kalmamaları için istirahat zamanlarının bir kısmını yaşam boyu öğrenime ayırmalıdır. Küresel olarak yaşam felsefesi haline gelen hayat boyu öğrenim alışkanlıklarını tüm meslek sahiplerinin adaptasyonu sağlanmalıdır. Bu adaptasyon resmi kurumlar ve meslek odaları tarafından yapılmalıdır.

Bu çalışmada MMO ve mühendislik fakülteleri ile ortaklaşa yürütülecek uzaktan öğretim modeli açıklanacaktır.

2. UZAKTAN ÖĞRETİM

Uzaktan öğretim öğrenci ve öğretim elemanlarının birbirinden uzak farklı mekanlarda olduğu, öğretimde kullanılan materyallerin aktarımı ve etkileşimin teknolojiye dayanarak gerçekleştirildiği öğretim biçimidir [3]. Uzaktan öğretim, farklı ortamlarda bulunan öğrenci ve öğretmenlerin, öğrenme-öğretme faaliyetlerini, iletişim teknolojileri ve posta hizmetleri ile gerçekleştirdikleri bir eğitim sistemi modelini ifade eder [4]. Uzaktan Öğretim, geleneksel öğrenme, öğretme yöntemlerindeki sınırlılıkları nedeniyle sınıf içi etkinliklerin yürütülme imkanı bulunmadığı durumlarda eğitim çalışmalarını planlayanlar ve uygulayanlar ile öğrenenler arasında iletişim ve etkileşimin özel olarak hazırlanmış öğretim üniteleri ve çeşitli ortamlar yoluyla belli bir merkezden sağlandığı bir yöntemdir [5] gibi tanımlar literatürde bulunmaktadır.

2. UZAKTAN ÖĞRETİM YÖNTEMLERİ

Uzaktan öğretimde beş farklı yöntem kullanılmaktadır. Derslerde senkron (eş zamanlı) yada

asenkron (eş zamansız) sunum modelleri kullanılabilmektedir. Bu yöntemler aşağıda açıklanmıştır [6].

2.1. Basılı Yayın

Uzaktan öğretim uygulamalarının temel eğitim malzemesi olup, ders kitabı, yardımcı kitap, ders sunum çizelgesi, örnek olaylar ve haber bültenleri posta yoluyla öğrenciye ulaştırılır. Basılı yayınlar net ve kolay anlaşılır bir dil, çok sayıda örnek ve çözümlü problem, şekil ve şemalara dayalı anlatım, geri besleme mekanizmaları geliştirilmiş dokümanlardır.

2.2. Ses Kaseti

Basılı yayınların daha iyi anlaşılabilmesi için ders konularıyla ilgili örnek olaylar, dramalar ve söyleşilerle, kitaplardaki grafik, tabloların açıklanması bu yöntemle desteklenmektedir.

2.3. Görüntü ve Ses Yöntemi

Basılı yayınlara destek olan bu yöntemde konularla ilgili açıklamalar hareketli grafik, animasyon, simülasyon gibi görsel yöntemlerle desteklenir. Bu yöntem de ders kitabında hareketsiz olarak görülen bir tabloyu aşama aşama değişimini görerek kısa zamanda kavranır, öğrenci istediği konuyu tekrar edebilir, görüntüyü durdurabilir. Ayrıca konular sanal bir sınıf ortamında karşılıklı etkileşimli olarak yapılmaktadır. Bu yöntem önce videokaset yöntemiyle başlamış olup CD, VCD ve DVD gibi optik kayıtlarla sürdürülmektedir.

2.4. Televizyon Yayını

Bu yöntemde sohbet, tartışma, doğrudan anlatım, drama belgesel örnek gibi yöntemler kullanılarak konularla ilgili açıklamalar hareketli grafik, animasyon, simülasyon gibi görsel yöntemlerle desteklenmelidir. Yayınlanacak programın tarihi, saati ve süresi yayın öncesinde ilan edilmektedir.

2.5. Bilgisayar (Elektronik Ortam)

Günümüz de en fazla kullanılan bu sistem; derslerin iletişim ağına bağlı bilgisayarlar üzerinden tam veya sınırlı etkileşimli ya da etkileşimsiz olarak sunumunu sağlayan bir yöntemdir. Bu sistem aşağıdaki yöntemlerle gerçekleştirilmektedir.

2.5.1. Bilgisayar yönetiminde öğretim

Bilgisayar destekli ders yazılımlarının öğrenci kayıtları ve ders yönetim yazılımları ile desteklendiği uygulamadır.

2.5.2. Bilgisayar ortamında öğretim

Dersle ilgili dokümanların aktarımı için bilgisayarın etkileşimli kullanıldığı bir yöntemdir. Mail, faks, gerçek zamanlı bilgisayar konferansları bu tür uygulamalardır.

2.5.2.1. Mobil bilgisayar ortamında eğitim

Bu yöntemde masaüstü ya da dizüstü bilgisayar kullanarak internet erişimi olan her yerde mobil olarak öğretim gerçekleştirilmektedir.

2.6. Uzaktan Öğretimde Kullanılan Sunum Teknikleri

Uzaktan öğretimdeki sunum tekniklerini, senkron (etkileşimli) ve asenkron (etkileşimsiz) sunum olmak üzere iki gruba ayırmak mümkündür [5].

2.6.1. Senkron sunum

Senkron sunumlu uzaktan öğretim, sunucu taraftaki öğretim elemanı ile istemci arasındaki öğrencilerin eş zamanlı olarak (canlı bağlantı yoluyla) ders etkileşimi içinde oldukları uygulamalar bütünü olarak tanımlanır. Bunun en yaygın uygulaması video konferans yöntemidir.

2.6.2. Asenkron sunum

Bu sunum yöntemi web tabanlı olarak çalışmaktadır. Yöntemde ders materyalleri web üzerinden sunulur. Derslere istenilen yerden istenilen zamanda, istenilen tekrarda ulaşılabilir. Derslerde ders malzemesi büyük ölçüde web üzerinden sunulur. Sunum etkileşimli olmadığı için ders materyalleri, destek sayfaları öğrencinin ilgisini ekranda tutacak şekilde tasarlanmaktadır.

2.6.3. Etkileşimsiz sunum

Bu sunum tekniğinde ders materyalleri tek yönlü olarak öğrenciye sunulmaktadır ve etkileşim son derece sınırlıdır. CD-ROM, videokaset gibi malzemeler ya da TV yayını gibi sistemler bu kategoriye girer.

3. MAKİNA MÜHENDİSLERİ İÇİN YAŞAM BOYU ÖĞRENİM MODELİNİN AÇIKLANMASI

Baş döndürücü hızla kendini yenileyen bilgi teknolojileri bireylerin hayatlarını kolaylaştırdığı gibi, çalışanlardan mesleki bilgilerini de aynı hızla yenilemeye zorlamaktadır [6]. Bilgi çağında bilgiye ve eğitime olan aşırı talebi karşılamak için bilgi teknolojileri önemli bir imkan olmaya başlamıştır. Bilgi teknolojilerinin bir parçası olan İnternet, eğitim alanında dünyada radikal değişimlere neden olmaktadır [2]. 2001 Yılı verilerine göre Dünya genelin de 380 milyon insan internet kullanmakta ve her gün bu sayıya 170 000 yeni abone edilmektedir [7]. 2018 yılı sonu itibariyle bu sayı dünya nüfusunun %54'ü yani 4.08 milyara çıkmıştır [8]. Bilgi ve iletişim çağı toplumun her ferdini yaşam boyu öğrenmeye zorlamaktadır. Ülkemizde de iyi bir yaşam standardı ve işsiz kalmamak için uzaktan öğretim yöntemleriyle bir an önce çalışanlar ilgilenilmeli aksi taktirde istenilmeyen durumlar(sözleşme yenilenmemesi, ücret artışı olmaması vb.) olabilir. Ülkemizde de kendini yenilemeye kapalı olan insanlar yakın bir gelecekte ya gelirlerinde azalma ya da işlerini kaybedebilir durumda olacaklardır. Yaşam boyu uzaktan öğretim modelini benimseyen insanların işsiz kalmayacak ve gelirlerinin de sürekli olarak artacağı düşünülmektedir.

160

3.1. Bu Modelin Alt Yapısını Oluşturacak Ön Çalışmalar

Bu modelin alt yapısını oluşturacak ön çalışmalar aşağıda verilmiştir [7].

3.1.1. Yönetsel alt yapı oluşturulması

Bu modeldeki paydaşlar Türk Mühendis ve Mimar Odaları (TMMOB) bünyesindeki Makine Mühendisleri Odası (MMO) ve uzaktan öğretim alt yapısına sahip üniversitedir. Bu üniversite bünyesinde Lisansüstü, lisans öğrenimi veren Makine Mühendisliği bölümü bulunmalıdır. Yönetsel alt yapıya sorumlu alt birimler aşağıda verilmiştir.

3.1.2. Proje koordinatörleri

Projenin genelinden sorumludur. Üniversitelerin Makine Mühendisleri bölümü mezunları tesisat, otomotiv, imalat ve malzeme bilimi sektörlerinde çalışması nedeniyle dört ayrı koordinatör ekibi düşünülmüştür. Her proje koordinatörü en az MMO bünyesindeki bir makine mühendisi ve Makine Mühendisliği bölümündeki bir öğretim üyesinden oluşmalıdır. Koordinatörler, modelde kullanılacak alt yapıyı kurar, gerekli araçları temin ederler. Ürün kalite ve verimliliğinden sorumludur.

3.1.3. Değerlendirme uzmanı

Modeli ve değerlendirmeyi gözden geçirir veya geliştirir.

3.1.4. Grafik tasarımcısı

Öğretim materyallerinde kullanılacak grafikleri tasarlar ve üretir. Ürünün görsel olarak genel görünümünü tasarlar. Konularla ilgili üç boyutlu resimler ve animasyonlar üretir. Öğretim tasarımcısı ile koordinasyonlu olarak çalışır.

3.1.5. Öğretim Tasarımcısı

Hedef gruplara göre öğretim hedeflerini hazırlar, içeriği belirler, özel durumlara göre etkinlikleri öğretim materyali ve ürünün içeriğini geliştirmek için konu alan uzmanı ile çalışır çoklu ortam öğretim tasarımını, ürünün etkileşimli tasarımını geliştirir. Akış şemasını tasarlamak için sistem tasarımcısı ile birlikte çalışır. Öğretim senaryolarını üretir. Ürünün etkileşimliliği ve öğretimin toplam kalitesinden sorumludur.

3.1.6. Performans analiz uzmanları

İdeal ve gerçek performans şartlarını tespit eder. Öğretimde herhangi bir tutarsızlık olursa bu durumu analiz eder ve uygun değerlendirme stratejisi ve çözümler üretir.

3.1.7. Kalite kontrol ve değerlendirme uzmanı

Modelin çıktıların kalite ve öğretim bakımından inceler.

3.1.8. Konu alan uzmanları

Öğretimi verilecek konunun güncel ve doğru olması için çalışır, kapsamı gözden geçirir ve öğretim tasarımcısıyla birlikte çalışır. Geliştirme süreci boyunca içerik uzmanı olarak görev yapar. Bu birimdeki uzmanlar her bir koordinatör bünyesinde en az üç kişiden oluşan bir grup olmalıdır. Grup içerisindeki iki kişi sanayiyle yakın ilişkisi ve bu konularda çalışmaları olan öğretim üyesi olmalıdır. Üçüncü kişide sanayiyle yakın ilişkisi ve bu konularda çalışmaları olan oda yönetimindeki makine mühendisi olmalıdır.

3.1.9. Sistem tasarımcısı

Modeli teknik olarak tasarlar. Modelde kullanılacak materyalleri tasarlar, program mantık ve akışı, yapılandırılması ve iletilmesi konusunda karar verir. Konuyla ilgili akademisyen, sanayici, sektörde çalışan makine mühendisleri için bölüm modelleri ve model çıktıları prensiplerini tasarlar, sistem tasarımcısı ile beraber çalışır.

3.1.10. Grup mail hesaplarının oluşturulması

Her koordinatör birimi için bağımsız mail hesapları oluşturulmalıdır. Bu mail hesapları aşağıdaki gibi düzenlenebilir.

mno.tesisat@mno.org.tr, mno.otomotiv@mno.org.tr,
mno.imalat@mno.org.tr,mno.malzeme@mno.org.tr

3.1.11. Web tabanlı senkron ara yüz oluşturulması

Bu modelin en önemli kısmını oluşturmaktadır. Bu çalışma için taslak ara yüz çalışması Şekil 1’de verilmiştir.

Merhaba, Hoşgeldiniz!

Makine Mühendisliği Uzaktan Eğitim Platformuna giriş yaptınız!

Bu Platform Bir Makine Mühendisliği Uzaktan Öğretim Platformu Tasıyıcıdır, Yapım Aşamasındadır!

[Daha Fazla Bilgi İçin Tıklayınız](#)

Tesisat
Otomotiv
Makine
Makine İmalatı



Bu Sistem ile Mühendislik Öğrencilerinin Uzaktan Eğitim Görmeleri Planlanmaktadır!

Konular
• Üretim Teknolojileri
• Akışkanlar Mekaniği
• Toz Metalurjisi
Ödevler
• Teknik Resim
• Dinamik
• Turbomakineler
Forum
Yapım Aşamasında!
Ders Programı
Şuan Mevcut Değil

Şekil 1. Makine Mühendisliği Uzaktan Eğitim Platformu

Ara yüz tasarımı tek bir web sayfası olarak ve kullanımı basit olarak tasarlanmalıdır. Ara yüzler oluşturulurken dört koordinatör bünyesindeki makine mühendislerini ilgilendiren ortak konuların görülebileceği şekilde düzenlenmeli ve her koordinatör bünyesindeki makine mühendisliği grupları için ayrı ayrı planlanmalıdır. Modele katılacak olan her makine mühendisine şifre verilerek sisteme katılması sağlanmalıdır. Katılımcıların soru sormaları için hazırlanan ara yüz Şekil 2’de verilmiştir. Şifre uygulaması ile sisteme katılan makine mühendislerinin yoklama işlemi de yapılabilmektedir. Konuların belirlenmesinde katılımcı görüşleri anket yoluyla alınmalıdır. Dört grubunda en az bir ay boyunca izleyecekleri ders konuları, süreleri ve dersi anlatacak öğretim üyesi mutlaka belirtilmelidir. Senkron olarak yürütülecek bu sistemde, derste olmayan katılımcılara ve ders konularına tekrar ulaşmak isteyen katılımcılara istedikleri kadar tekrar fırsatı verecek şekilde ara yüz düzenlenmelidir.

Şekil 2. Katılımcıların canlı olarak soru sormaları için düzenlenen ara yüz

4. MODELİN UYGULANMASI

Makine Mühendisleri Odası, Mühendislere Yönelik Belgelendirme Programları (12 Adet), En ve ISO Standartlarında Kaynakçı Belgelendirme Programları (17 Adet) ve Tahribatsız Muayene Personeli Belgelendirme (5 Adet) programlarını düzenli olarak açmaktadır. Bu programlar yüz yüze olarak yapılmaktadır. Makine mühendislerinin bu programlara yüz yüze katılmaları bulunduğu coğrafi konumdan uzaklaşmasına neden olmaktadır. Bu durum aday için iş ve zaman kaybına neden olmaktadır. MMO bu programlarda yüz yüze okutulması zorunlu konular hariç diğer programların tamamını veya bir kısmını bu modelle okutabilir. Sisteme kayıtlı makine mühendislerinin ihtiyaç duyduğu konular anket yoluyla belirlenebilir olması sistemin sürekli olarak yenilenmesini sağlayacaktır. Bu sistemde Uygulamalı bölümler ve sınavlar ise yüz yüze yöntemle yapılması planlanmaktadır. Bu model çalışan makine mühendislerinin mesai saatleri dışında yeni teknolojilere adaptasyonu işlerini aksatmadan katılmalarını sağlayacaktır.

Bu modelin uygulanmasında uzaktan öğretim alt yapısına sahip Anadolu Üniversitesi, Sakarya Üniversiteleriyle işbirliği yapılmalıdır. Modelde senkron uzaktan öğretim modeli kullanılacağı için ilk özellikle etkileşim konusunda alt yapı problemi olmayan üniversite seçilmelidir. Bu çalışmada makine mühendisleri odası ve mühendislik fakülteleri işbirliğiyle makine mühendislerine yönelik sertifika programları için senkron uzaktan model önerisi oluşturulmuştur. Bu modelde makine mühendisleri odasına kayıtlı üyeler programı haftada üç gün ve en az iki ders saati olmak üzere mesai saatleri dışında (20:00-22:00) online olarak takip edeceklerdir. Sistem etkileşimli olup tüm üyeler derse Chat odasında yazılı olarak soru sorabilecek ve ayrıca yönetici kontrolünde canlı olarak katılabilecektir. Sistem yoklama işlemini de yapabilmektedir. Bu sistemin amacı makine mühendisliği alanında sürekli olarak gelişen alanlarda makine mühendislerinin gelişiminin sağlanması hedeflenmektedir.

5. SONUÇ

Bu çalışma, Makine Mühendisleri Odasının yüz yüze olarak düzenlemiş olduğu 35 programdaki çalışmayı önerilen senkron uzaktan öğretim yöntemiyle çok rahatlıkla düzenleme alt yapısını oluşturmak için yapılmıştır. Bu konuda sunucu üniversite ve bu konuda deneyimli akademisyen desteği en önemli husustur. Bu modelin başarıyla uygulaması sonucunda diğer mühendislik alanları da bu modeli rahatlıkla uygulayabilirler. Bu model çalışan makine mühendislerinin mesai saatleri dışında yeni teknolojilere adaptasyonu işlerini aksatmadan katılmalarını sağladığı gibi meslektaşlarıyla ülke çapında iletişim imkanı da sağlamış olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] İşler, Veysi., “ODTÜ Sanal Kampüsü Bilgi Teknolojileri Sertifika Programı”, KKEDOK I. Ulusal Uzaktan Eğitim Sempozyumu, 15-16 Kasım 1999 Balgat ANKARA
- [2] Donald E. Hanna, “Higher Education in an Era of Digital Competition: Emerging Organizational Models”, Journal of Asynchronous Learning, Vol. 2, Issue 1, 1998.

- [3] <http://www.ii.metu.edu.tr/EMK/2001BOPEN.html>
- [4] Erişen Ö, Kılıç Ü, Pelit N, Vural H. “Uzaktan Eğitim Programlarına Genel Bir Bakış” Açık ve Uzaktan Eğitim Sempozyumu 23-25 Mayıs 2002 Eskişehir.
- [5] İşman A, Karslı M. Durdu, Gündüz H.Basri. “Uzaktan Eğitimin Yönetimi ve Bir Model Önerisi” Açık ve Uzaktan Eğitim Sempozyumu 23-25 Mayıs 2002 Eskişehir.
- [6] <http://www.ii.metu.edu.tr/EMK/ilkeler>
- [7] Kuzu A, Şahinkaya Y, Çakır Recep, “Öğretmenler İçin Hizmet İçi Amaçlı Bir Web Tabanlı Öğretim Modeli Önerisi” Açık ve Uzaktan Eğitim Sempozyumu 23-25 Mayıs 2002 Anadolu Üniversitesi
- [8] <https://dijilopedi.com/dunyada-internet-kullanimi-ve-sosyal-medya-istatistikleri-2-ceyrek-raporu/>



UZAKTAN ÖĞRETİM YÖNTEMLERİYLE GELİŞEN TEKNOLOJİK İLERLEMELERE TEKNİK ÖĞRETMENLERİN ADAPTASYONU İÇİN BİR MODEL ÖNERİSİ

*A MODEL SUGGESTION FOR THE ADAPTATION OF TECHNICAL
TEACHERS TO TECHNOLOGICAL PROGRESSES DEVELOPED WITH
DISTANCE TEACHING METHODS*

Mustafa ERTÜRK

Doç.Dr., Balıkesir Üniversitesi

Ali KEÇEBAŞ

Doç.Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi

Özet

Baş döndürücü hızla gelişen bilgi ve iletişim teknolojileri kendini yenileyemeyen insanları kısa sürede demode hale getirmiştir. Avrupa’da bir meslek 4 ayda eskirken ABD’de 18 ayda eskimektedir. İyi bir yaşam standardı ve işsiz kalmamak için insanların yaşam boyu eğitimi mutlaka gereklidir. Bu çalışmada hedef kitle olarak Türkiye’deki Mesleki ve Teknik Eğitim merkezlerinin iklimlendirme ve soğutma teknolojileri alanında çalışan teknik öğretmenler seçilerek bu alandaki öğretmenlerin hızla gelişen teknolojik ilerlemelere adaptasyonu için bir model önerisi getirilmiştir. Bu modelde güz ve bahar yarıyıllarında haftada üç ders saati olmak üzere toplam 38 hafta ve 114 ders saat planlanmaktadır. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB)’in belirlediği eş zamanlı bu üç ders saatinde bilişim sınıfına tüm teknik öğretmenlerin katılımı ön şarttır. Yabancı dil öğretiminde Senkron uzaktan yöntemi olarak yaygın olarak kullanılan WZIQ sistemi kullanılmaktadır. Bu sistemde chat odasına yazılan soruları dersi anlatan öğretim elemanı görmekte ve cevap verebilmektedir. Ayrıca soru sahibiyle eş zamanlı, görüntülü ve etkileşimli olarak dersler işlenebilmektedir. Bu modelin başarıyla uygulanabilmesi için MEB, Makine Mühendisliği, Termodinamik ve Enerji anabilim dallarında çalışan öğretim üyeleriyle birlikte planlaması düşünülmektedir. Balıkesir, Sakarya Uygulamalı Bilimler ve Muğla Sıtkı Koçman öğretim üyeleri bu konuda destek verecektir. Planlama yapılırken derslerde her hafta en az bir saat konuyla ilgili animasyonlar paylaşılmalı, üretim yapan fabrikalar tanıtılmalı ve sektörle ilgili duayenler ile sohbet programları yapılmalıdır. Bu modelde sistemi izleyen öğretmenler egzersiz çalışmalarını yapmış sayılmalıdır. Böylece tek bir merkezden yüzlerce öğretmene etkileşimli olarak her hafta hizmet içi eğitim semineri başarılı olarak verilmiş olacaktır. Bu model başarılı bir şekilde uygulandığında öğretmenler her hafta kendilerini yenileme imkanına kavuşup yaşam boyu öğrenime adapte olmaları sağlanacaktır.

165

Anahtar Kelimeler: Yaşam boyu öğrenim, Uzaktan öğretim, Eş zamanlı etkileşimli öğrenim.

Abstract

Rapidly evolving information and communication technologies have quickly outdone people who cannot renew themselves. A vocation in Europe is worn out in 4 months and 18 months in the USA. For a good living standard and unemployment, life-long education of people is absolutely necessary. In this study, technical teachers working in the field of air-conditioning and refrigeration technologies of the Vocational and Technical Training centres in Turkey are selected as a target audience, and a model proposal has been introduced for the adaptation of the teachers in this field to the rapidly developing technological progress. In this model, a total of 38 weeks and 114 lesson hours are planned, including three lessons per week in fall and spring semesters. It is a prerequisite for all the technical teachers to participate in the informatics class during these three simultaneous class hours determined by the Ministry of National Education (MNE). The WZIQ system, widely

used as a synchronic remote method, is used in foreign language teaching. In this system, the questions written in the chat room can be seen and answered by the instructor who teaches the course. In addition, instructors can be processed concurrently with the questions, in a visual and interactive manner. In order to implement this model successfully, it is considered to plan together with the teaching staff working in the MNE, Mechanical Engineering, Thermodynamics and Energy Departments. The teaching staffs of the Balıkesir, Sakarya University of Applied Sciences and Mugla Sıtkı Koçman will support this issue. When planning, the animations should be shared at least one hour each week in the lessons, the factories that are manufacturing should be introduced, and conversation programs should be made with the veteran of the sector. In this model, the teachers following the system should be considered to have exercised their exercises. Thus, the in-service training seminar will be successful every week, interacting with hundreds of teachers from a single centre. When this model is implemented successfully, teachers will be able to renew themselves every week and be made lifelong learning adaptations.

Keywords: Lifelong learning, Distance learning, Simultaneous interactive learning.

1. GİRİŞ

Türkiye’deki genç nüfusun artışına paralel endüstri işletmelerinde artışın olmayışı, batı ülkelerinin üretimde ileri derecede teknoloji kullanması sanayicilerimizi de emek yoğun üretim teknikleri yerine teknoloji yoğun üretim tekniklerine geçmeleri, kamu sektöründeki personel alımının kısıtlanmış olması her geçen yıl işsiz insan sayısının artmasına neden olmaktadır [1]. Mesleki ve Teknik Anadolu Meslek Liselerinin (MTAL) sınavsız olarak öğrenci kabul etmeleri bu okulların kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Sanayiciler kendi ara insan gücünü yetiştirmek için kendi MTAL’lerini kurmuşlardır.

Milli Eğitim bakanlığında (MEB) çalışan sınırlı sayıda öğretmen yaz tatilinde yüz yüze hizmet içi eğitime katılmaktadırlar. MEB düzenlemiş olduğu hizmet içi eğitim çalışmalarında katılımcı öğretmen sayısı azlığı, yüzyüze olması vb nedenlerden dolayı pahalı bir yöntemdir. Ayrıca bu çalışma yılda bir defa ve sınırlı sayıda öğretmenin bir araya getirilme yöntemi yeni bin yıl eşliğinde bu sistemi demode eder hale getirmiştir.

Bu çalışmada, Türkiye’deki Mesleki ve Teknik Eğitim merkezlerinin İklimlendirme ve Soğutma Teknolojileri Alanında (İSTA) çalışan teknik öğretmenler seçilerek bu alandaki öğretmenlerin hızla gelişen teknolojik ilerlemelere adaptasyonu için bir model önerisi getirilmiştir. Bu modelde güz ve bahar yarıyıllarında haftada üç ders saati olmak üzere toplam 38 hafta ve 114 ders saat planlanmıştır. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB)’in belirlediği eş zamanlı bu üç ders saatinde bilişim sınıfına Senkron uzaktan yöntemiyle tüm teknik öğretmenlerin katılımı sağlanacaktır.

2. UZAKTAN ÖĞRETİM

Bilgi ve iletişim çağı kendini yenileyemeyen insanları kısa sürede demode hale getirmiştir. Avrupa da bir meslek 24 ayda eskirken ABD’de 18 ayda eskimektedir. İyi bir yaşam standardı ve işsiz kalmamak için insanların yaşam boyu eğitimi mutlaka gereklidir [2]. Bilgi çağında bilgiye ve eğitime olan aşırı talebi karşılamak için bilgi teknolojileri önemli bir imkan olmaya başlamıştır. Bilgi teknolojilerinin bir parçası olan İnternet, eğitim alanında dünyada radikal değişimlere neden olmaktadır [3]. Öğrenme” yaşam boyu devam eden bir süreçtir ve ihtiyaç duyulan her zaman ve her yerde mevcut olması gerekir. Uzaktan öğretim yöntemlerindeki hızlı değişim toplumun her ferdini birer “sürekli öğrenci” durumuna zorlamaktadır. Bunun sonucu olarak, hem iş hayatında, hem de kişisel yaşamda bu teknolojiler ve yöntemler öğrenme sürecine katkıda bulunup bireysel gelişimi sağlamada etkin rol oynayacaktır [4].

Uzaktan öğretim öğrenci ve öğretim elemanlarının farklı coğrafi mekanlarda olduğu, ders malzemesi aktarımı ve etkileşimin teknolojiden yararlanılarak gerçekleştirildiği eğitim biçimidir [5]. Uzaktan eğitim, farklı ortamlarda bulunan öğrenci ve öğretmenlerin, öğrenme-öğretme faaliyetlerini, iletişim teknolojileri ve posta hizmetleri ile gerçekleştirdikleri bir eğitim sistemi modelini ifade eder [6]. Uzaktan Eğitim, geleneksel öğrenme-öğretme yöntemlerindeki sınırlılıklar

nedeniyle sınıf içi etkinliklerin yürütülme imkanı bulunmadığı durumlarda eğitim çalışmalarını planlayanlar ve uygulayanlar ile öğrenenler arasında iletişim ve etkileşimin özel olarak hazırlanmış öğretim üniteleri ve çeşitli ortamlar yoluyla belli bir merkezden sağlandığı bir yöntem gibi tanımlar literatürde bulunmaktadır [7].

2.1. Uzaktan Öğretim Yöntemleri

Uzaktan öğretimde yararlanılan teknolojiler geleneksel olarak aşağıda belirtilen beş grup olarak sınıflandırılabilir. Söz konusu teknolojilerden yararlanarak derslerin senkron(eş zamanlı) yada asenkron (eş zamansız) sunumuna dayalı eğitim modelleri oluşturulabilir. Bu modeller aşağıda açıklanmıştır[8].

2.1.1. Basılı yayın

Uzaktan eğitim uygulamalarının temel eğitim malzemesi basılı yayınlardır. Uzaktan öğretimde kullanılan basılı ve dijital yayınlar kolay anlaşılır bir dilde çok sayıda örnek ve çözümlü problem, mümkün olduğu kadar şekil ve şemalara dayalı anlatım, geri besleme mekanizmaları geliştirilmiş dokümanlardan oluşmalıdır.

2.1.2. Ses kaseti

Basılı dokümanlara destek olması amacıyla konularla ilgili açıklamalar örnek olaylar, dramalar ve söyleşiler halinde desteklenmelidir. Ayrıca ders kitaplarında yer alan grafik, tablo gibi görsel anlatım araçlarının daha iyi anlaşılmasını sağlayacak yöntemlerle desteklenmelidir.

2.1.3. Görüntü ve ses yöntemi

Bu yöntemde, konularla ilgili açıklamalar hareketli grafik, animasyon, simülasyon gibi görsel yöntemlerle desteklenir. Ders kitabında hareketsiz olarak görülen bir tablonun aşama aşama değişimi görülerek kısa zamanda kavranır, öğrenci istediği konuyu tekrar edebilir, görüntüyü dondurabilir. Bu yöntem CD, VCD ve DVD gibi optik kayıtlarla sürdürülebilir.

2.1.4. Televizyon yayını

Bu sistemde hedef kitle belirlenerek programın ana ve alt amaçları belirlenir. Programda anlatım türü olarak; sohbet, tartışma, doğrudan anlatım, drama belgesel örnek gibi yöntemler kullanılabilir. Bu yöntemde konularla ilgili açıklamalar hareketli grafik, animasyon, simülasyon gibi görsel yöntemlerle desteklenmelidir. Yayınlanacak programın tarihi, saati ve süresi yayın öncesinde mutlaka ilan edilmelidir.

2.1.5. Bilgisayar (elektronik ortam)

Günümüz de en fazla kullanılan bu sistem; derslerin iletişim ağına bağlı bilgisayarlar üzerinden tam veya sınırlı etkileşimli yada etkileşimsiz olarak sunumunu sağlayan bir yöntemdir. Bu sistem aşağıdaki yöntemlerle gerçekleştirilmektedir.

2.2. Uzaktan Öğretimde Sunum Teknikleri

Uzaktan Eğitim teknolojileri ses veya görüntüye dayalı manyetik, optik ve basılı malzemesinin öğrencilere ulaştırılması ya da etkileşimsiz olarak sunulmasını sağlayacak şekilde seçilebilir. Bu teknikleri etkileşimli ve etkileşimsiz sunum olmak üzere iki gruba ayırmak mümkündür.

2.2.1. Senkron sunum

Senkron sunumlu uzaktan öğretim, sunucu taraftaki öğretim elemanı ile istemci arasındaki öğrencilerin eş zamanlı olarak (canlı bağlantı yoluyla) ders etkileşimi içinde oldukları uygulamalar bütünü olarak tanımlanır. Bunun en yaygın uygulaması video konferans yöntemidir.

2.2.2. Asenkron sunum

En güncel sunum asenkron sunum yöntemi web tabanlı olanıdır. Web tabanlı asenkron derslerde ders malzemesi büyük ölçüde web üzerinden sunulur. Ders, öğrenci destek hizmetleri, iletişim,

etkileşim ve ölçme değerlendirme aktivitelerini de genellikle web üzerinden gerçekleştirir. Öğrenci ile öğretim elemanının fiziksel olarak yüz yüze gelmemesi nedeniyle ders malzemesi, iletişim ve diğer destek sayfalarının eğitsel açıdan öğrencinin ilgisini ekranda tutacak şekilde tasarlanması gerekir.

2.2.3. Etkileşimsiz sunum

Bu sunum tekniğinde ders içeriği tek yönlü olarak öğrenciye sunulmaktadır. Bu sistemde etkileşim son derece sınırlıdır. CD-ROM, video, kaset gibi malzemeler ya da TV yayını gibi sistemler bu kategoriye girer.

3. İKLİMLENDİRME VE SOĞUTMA TEKNOLOJİLERİ ALANINDA GÖREV YAPAN TEKNİK ÖĞRETMENLER İÇİN UZAKTAN ÖĞRETİM MODELİNİN AÇIKLANMASI

3.1. İhtiyaç Analizi

İklimlendirme ve Soğutma Teknolojileri (İST) alanlarında görev yapan Teknik öğretmenler Teknik Eğitim Fakültelerinin (TEF) Makine Eğitimi Bölümüne bağlı Tesisat anabilim dalından mezun olmaktadır. TEF hiçbirisinde İSTA bulunmamaktadır. Bu durum bu alanda görev yapan Teknik öğretmenlerde adaptasyon problemi oluşturduğu düşünülmektedir. Tespit edilen bu ihtiyaç Web Tabanlı Senkron Uzaktan Öğretim Yöntemi Modeliyle giderilebilir.

3.2. Web Tabanlı Senkron Uzaktan Öğretim Yöntemi Modeli

Bu çalışmada hedef kitle olarak seçilen İST alanında çalışan teknik öğretmenlerin lisans döneminde okutulmamış olan İST alan derslerinin okutulması, hızla gelişen teknolojik ilerlemelerin detaylı olarak açıklanması ve bu alanda faaliyet gösteren endüstriyel kuruluşların ayrıntılı olarak tanıtılması amaçlanmaktadır.

Bu modelde güz ve bahar yarıyıllarında haftada üç ders saati olmak üzere toplam 38 hafta ve 114 ders saat planlanmaktadır. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB)'in belirlediği eş zamanlı bu üç ders saatinde bilişim sınıfına tüm teknik öğretmenlerin katılımı ön şarttır. Yabancı dil öğretiminde Senkron uzaktan yöntemi olarak yaygın olarak kullanılan WZIQ sistemi kullanılmaktadır. Bu sistemde chat odasına yazılan soruları dersi anlatan öğretim elemanı görmekte ve cevap verebilmektedir. Ayrıca soru sahibiyle eş zamanlı, görüntülü ve etkileşimli olarak dersler işlenebilmektedir. Bu modelin başarıyla uygulanabilmesi için MEB, Makine Mühendisliği, Termodinamik ve Enerji anabilim dallarında çalışan öğretim üyeleriyle birlikte planlaması düşünülmektedir. Balıkesir, Sakarya Uygulamalı Bilimler ve Muğla Sıtkı Koçman öğretim üyeleri bu konuda destek verecektir. Planlama yapılırken derslerde her hafta en az bir saat konuyla ilgili animasyonlar paylaşılmalı, üretim yapan fabrikalar tanıtılmalı ve sektörle ilgili duayenler ile sohbet programları yapılmalıdır. Bu modelde sistemi izleyen öğretmenler egzersiz çalışmalarını yapmış sayılmalıdır. Böylece tek bir merkezden yüzlerce öğretmene etkileşimli olarak her hafta hizmet içi eğitim semineri başarılı olarak verilmiş olacaktır. Bu model başarılı bir şekilde uygulandığında öğretmenler her hafta kendilerini yenileme imkânına kavuşup yaşam boyu öğrenime adapte olmaları sağlanacaktır.

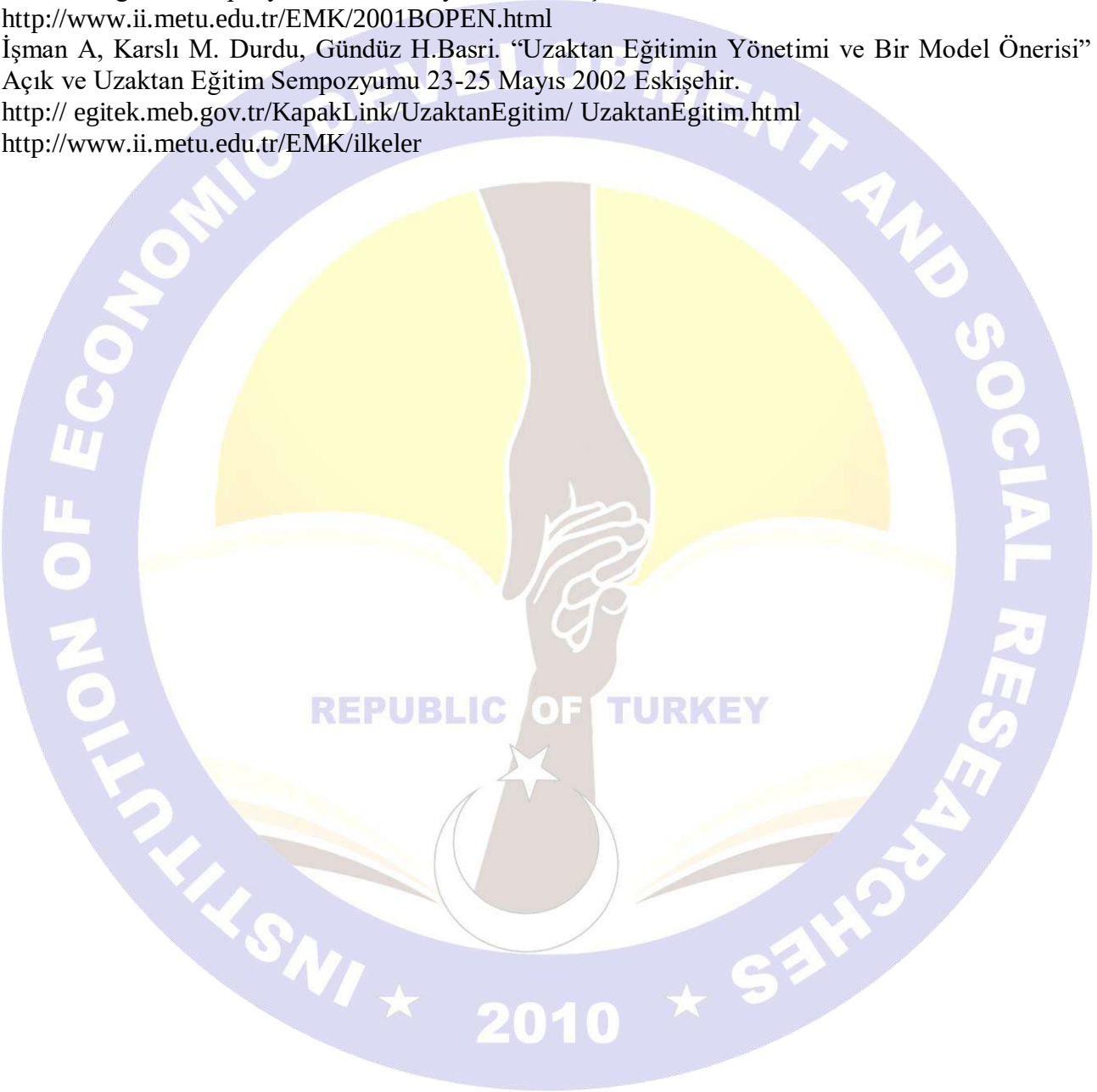
4. SONUÇ VE ÖNERİLER

İKS alanında görev yapan Teknik Öğretmenlerin senkron uzaktan öğretim modeliyle lisans döneminde ayrıntılı olarak okumadıkları derslerin detaylı olarak okutulması, WEB ortamında İKS alanıyla ilgili çalışan akademik personel ve sanayicilerle yüz yüze getirilerek karşılıklı etkileşim sağlanmış olacaktır. Ayrıca Ülke çapında İST alanında görev yapan Teknik öğretmenlerle yüz yüze etkileşimi sağlanacaktır. Bu durum okullar arasında bilgi paylaşımını ve ortak proje hazırlama etkinliklerini artıracaktır.

Bu model Milli Eğitim Bakanlığı bünyesindeki tüm Mesleki ve Teknik Eğitim merkezlerindeki tüm alanlarda uygulanabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Ertürk Mustafa. “Balıkesir Meslek Yüksekokulu Uzaktan Öğretim Alt Yapı Çalışmaları” 2. Uluslararası Eğitim Teknolojileri Sempozyumu ve Fuarı 16-18 Ekim 2002 Sakarya Ün.
- [2] İşler, Veysi.,”ODTÜ Sanal Kampüsü Bilgi Teknolojileri Sertifika Programı”, KKEDOK I. Ulusal Uzaktan Eğitim Sempozyumu, 15-16 Kasım 1999 Balgat ANKARA
- [3] Donald E. Hanna, “Higher Education in an Era of Digital Competition: Emerging Organizational Models”, Journal of Asynchoronous Learning, Vol. 2, Issue 1, 1998.
- [4] Erişen Ö, Kılıç Ü, Pelit N, Vural H. “Uzaktan Eğitim Programlarına Genel Bir Bakış” Açık ve Uzaktan Eğitim Sempozyumu 23-25 Mayıs 2002 Eskişehir.
- [5] <http://www.ii.metu.edu.tr/EMK/2001BOPEN.html>
- [6] İşman A, Karlı M. Durdu, Gündüz H.Basri. “Uzaktan Eğitimin Yönetimi ve Bir Model Önerisi” Açık ve Uzaktan Eğitim Sempozyumu 23-25 Mayıs 2002 Eskişehir.
- [7] [http:// egitek.meb.gov.tr/KapakLink/UzaktanEgitim/ UzaktanEgitim.html](http://egitek.meb.gov.tr/KapakLink/UzaktanEgitim/UzaktanEgitim.html)
- [8] <http://www.ii.metu.edu.tr/EMK/ilkeler>



BALIKESİR İLİ İÇİN DIŞ DUVAR YALITIMINDA OPTİMUM YALITIM KALINLIĞININ BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF OPTIMUM INSULATION THICKNESS IN EXTERIOR WALL INSULATION FOR BALIKESİR PROVINCE

Mustafa ERTÜRK

Doç.Dr., Balıkesir Üniversitesi

ALİ DAŞDEMİR

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi

Ali KEÇEBAŞ

Doç.Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi

Özet

Isı yalıtımı yapılarda ve tesisat sisteminde kışın ısı kayıplarını yazın da ısı kazançlarını engellemek için yapılan işlemdir. Isı yalıtımı ya da dış cephe yalıtımı, mantolama farklı sıcaklıktaki iki ortam arasında ısı geçişini azaltmak için uygulanır. Bir bina dış duvarına yapılacak olan ısı yalıtımı ekonomik açıdan olduğu kadar çevre açısından da büyük önem taşımaktadır. Aynı zamanda ısı yalıtımı ile binanın ömrü uzatılacağı gibi konfor şartlarını sağlamakta daha kolay olacaktır. Özellikle ısıtma amaçlı kullanılan tüketilebilir yakıtların yanması sonucu yanma ürünü olarak açığa çıkan gazlar, hava kirliliğine ve küresel ısınmaya neden olmaktadır. Isı yalıtımı uygulamaları ile ısıtma tesisatında kullanılan enerji miktarının azalması, küresel ısınma ve hava kirliliğinin artmasını önleyecektir. Bu çalışmada Balıkesir ili için bina dış duvarlarında uygulanacak ısı yalıtımının ekonomik ve çevresel analizi yapılmıştır. Yakıt olarak doğalgaz ve yalıtım malzemesi olarak Genleştirilmiş Polistiren Sert Köpük (EPS) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda Balıkesir’de bir binanın dış duvarı için optimum yalıtım kalınlığı 6 cm, geri ödeme süresi 2,4 yıl elde edilmiş ve emisyon oranında da %76 düşüş gerçekleşmiştir.

170

Anahtar kelimeler: Balıkesir, Doğalgaz, Isı yalıtımı, Emisyon

Abstract

Thermal insulation is a process made to prevent heat losses in winter in buildings and plumbing system and to prevent heat gains in summer. Thermal insulation or exterior insulation, sheathing is applied to reduce the heat transfer between two environments of different temperatures. Thermal insulation to be made on the exterior wall of a building is of great importance for the environment as well as economically. At the same time, the life of the building will be extended with thermal insulation and it will be easier to provide comfort conditions. Gases released as combustion products, especially as a result of the combustion of consumable fuels used for heating, cause air pollution and global warming. Decreasing the amount of energy used in the heating installation with heat insulation applications will prevent the increase of global warming and air pollution. In this study, the economic and environmental analysis of the thermal insulation to be applied on the exterior walls of the building in Balıkesir province was carried out. Natural gas was used as fuel and Expanded Polystyrene Hard Foam (EPS) was used as insulation material. As a result of the study, the optimum insulation thickness for the exterior wall of a building in Balıkesir was 6 cm, the payback period was 2.4 years and the emission rate decreased by 76%.

Key words: Balıkesir, Natural gas, Thermal insulation, Emission

1. Giriş

Dış duvarlarda yapılacak ısı yalıtımı konfor şartlarını etkilediği gibi ekonomik kazanç sağlamakta, fosil yakıt tüketimini azaltacağından dolayı çevre sağlığını olumlu yönde etkileyecek ve küresel ısınmanın artmasını önleyecektir. Binalarda TSE 825'e uygun şekilde yapılan ısı yalıtımının bina ve ülke ekonomisi açısından pek çok yararı vardır. Bunların en önemlisi ısı yalıtımının enerji tasarrufuna olan katkısıdır. Doğru ve bilinçli olan yapılan yalıtım uygulamaları, konut içinde ısınma ve soğutma taleplerinde önemli ölçüde tasarruf sağlarken enerji kaybını önler, nemi kurutacağı için de özellikle insan sağlığı ve bina ömrüne olumlu katkılar sağlanacaktır.

Türkiye'de konutlarda tüketilen enerjinin %80'i ısıtma soğutma amaçlı olarak kullanılmaktadır. Türkiye gibi enerjisinin neredeyse tamamını ithal eden bir ülke için bu oran çok yüksektir. Çevresel sorunların da artmasıyla birlikte ülke genelinde yenilenebilir enerji kaynaklarının teşviki ve fosil yakıt kullanımını azaltma çabaları olsa da yüksek kurulum maliyetleri ve alt yapı zorlukları bu yakıtların kullanımı sırasında oluşacak çevresel girişimleri yavaşlatmaktadır. Çeşitli enerji kaynaklarının kullanımından kaynaklanan en büyük çevresel problem sera etkisi ya da küresel ısınma olarak bilinen küresel iklim değişikliğidir[1].

Literatürde binalarda optimum yalıtım kalınlığının belirlenmesine yönelik farklı çalışmalar bulunmaktadır. Hasan, optimum yalıtım kalınlığının belirlenmesinde ömür maliyet metodunu kullanmıştır. Sonuçlar polystrene ve taş yünü için enerji tasarrufunu 21\$/m² olarak göstermiştir. Çalışmanın sonucunda geri ödeme süresi taş yünü için 1-1.7 yıl polystrene için 1.3-2.3 yıl olarak belirlemiştir. Dombaycı vd. Denizli'deki binalarda, ısıtma için farklı enerji kaynaklarının kullanılması halinde dış duvarlar için optimum yalıtım kalınlığını Derece-Gün değerini esas alarak hesaplamışlardır. Çalışmanın sonucunda optimum yalıtım kalınlığı kullanıldığında, enerji tasarrufu ve geri ödeme sürelerini sırasıyla 14.09\$/m² ve 1.43 yıl olarak belirlemişlerdir. Bolattürk Türkiye'nin dört farklı iklim bölgesinden seçilen on altı farklı şehir için optimum yalıtım kalınlıkları, enerji tasarrufları ve geri ödeme sürelerini hesaplamıştır. Hesaplama sonucunda, bu değerleri sırasıyla 0.02–0.17 m arasında, %22–%79 arasında ve 1.3–4.5 yıl arasında olarak belirlemiştir.

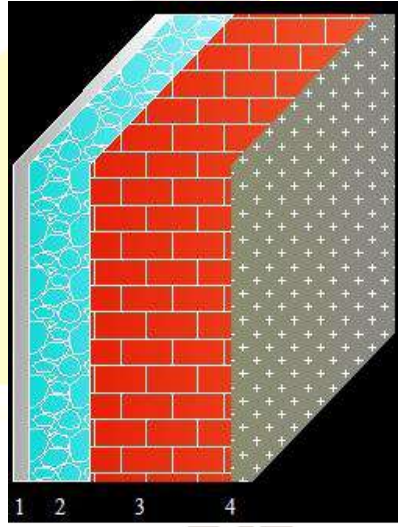
Gürel ve Daşdemir, farklı iklim bölgelerinden seçilen Aydın, Edirne, Malatya ve Sivas illerinde ısıtma ve soğutma yükleri için optimum yalıtım kalınlıkları ve enerji tasarruflarını hesaplamışlardır. Dış duvarda yalıtım malzemesi olarak XPS ve EPS seçilmiştir. Yakıt olarak ısıtma için doğal gaz, soğutma için ise elektrik kullanılmıştır. Sonuçlar yalıtım malzemesi ve seçilen ile bağlı olarak optimum kalınlık 0,036 ile 0,1 m arasında, enerji tasarruflarının ise 12,08 TL/m² ve 58,28 TL/m² arasında, geri ödeme sürelerinin 1,5 ve 2,52 yıl arasında değiştiğini göstermiştir. Daouas, yaptığı çalışmada Tunus'ta hem ısıtma hem de soğutma yükleri için farklı duvar yönlerinin maliyetler üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışma, en ekonomik sonucun güneye yönlendirilmiş duvar için elde edildiğini göstermiştir. Çomaklı ve Yüksel, Türkiye'nin soğuk iklim bölgelerinde bulunan şehirler için optimum yalıtım kalınlıkları, enerji tasarrufları ve geri ödeme sürelerini lifecycle maliyet analizi ile belirlemişlerdir. Yu ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, Çin'deki sıcak yaz ve soğuk kış bölgeleri için 4 şehir (Shanghai, Changsha, Shaoguan ve Chengdu) seçilmiştir. Beş farklı yalıtım malzemesi (Ekspande Polistiren, Ekstrüde Polistiren, Poliüretan Köpük, Perlit ve Polivinil Klorür) kullanılmıştır. P1-P2 ekonomik modeli ve güneş hava soğutma ile ısıtma derece gün analizi kullanılarak konutların duvarları için optimum yalıtım kalınlıkları hesaplanmıştır. Toplam maliyet, tasarruf ve geri dönüş periyodu ömür maliyet analizine dayanarak tespit edilmiştir. Farklı yön, yüzey rengi, yalıtım malzemesi ve iklim için 20 yıllık maliyet üzerine hesaplamalar yapılmıştır. Optimum yalıtım kalınlığı 0.053- 0.236 m ve geri dönüş periyodu 1.9-4.7 yıl, tasarruf 32.0-54.80 \$/m² arasında bulunmuştur. Aslan ve Köse, genellikle Kütahya şehrinde mevcut bir bina içinde mevcut farklı referans durumlar için ekserji metodunu kullanmışlardır. Ekserji üzerinde yoğunlaşmış buharın etkisini hesaba katmışlardır. İç sıcaklık 18, 20 ve 22OC olduğunda, enerji kazancını sırasıyla 74.9%, 76.3% ve 78.8%, optimum yalıtım kalınlıklarını 0.060, 0.065, 0.075 m olarak belirlemişlerdir. Yoon ve arkadaşları, Kore'deki değişik iklim bölgelerinde optimum yalıtım kalınlığını bulmak için termal kütleyi hesaba katarak ısı depolama yapılarının toplam soğutma yükü üzerinde değişik yalıtım sistemlerinin etkisini belirlemiştir.

Mevcut literatür taramasına göre Balıkesir ili için yapılmış bir çalışma olmadığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmada Balıkesir ili için bina dış duvarlarında uygulanacak ısı yalıtımının ekonomik ve çevresel analizi yapılmıştır. Yakıt olarak doğalgaz ve yalıtım malzemesi olarak Genleştirilmiş Polistiren Sert Köpük (EPS) kullanılmıştır.

2. Yöntem Metot

2.1.Dış Duvar Yapısı

Balıkesir’de genel mimari yapı taşıma sistemli harçlı-taş örgü duvardan oluşmuştur. Evler genelde arazinin kot farkından oluşan bodrum ile üzerine yapılmış bir veya iki kattan oluşurlar. Bina dış duvarları genellikle tuğla ile örülmekte ve üzerine ince sıva ve boya yapılmaktadır. Bu çalışmada Balıkesir mimarisine uygun bir dış duvar seçilmiştir. dış duvarlardan meydana gelecek kayıpları en aza indirmek için sandviç duvar tipi tercih edilmiştir. Duvar bileşenleri; (1) dış sıva, (2) yalıtım malzemesi, (3) tuğla, (4) iç sıva sıva oluşturduğu duvar tipi Şekil 1’de görülmektedir.



Şekil 1. Kullanılan duvar yapısı

2.2.Bina Isıtma Enerjisi İhtiyacının Hesabı

Bilindiği gibi binalarda en fazla ısı kaybı ya da yazın ısı kazancı, binayı oluşturan yapı bileşenlerinden meydana gelmektedir. Bu bileşenlerde meydana gelen ısı kayıpları binanın mimari şekline, binanın yönüne, konumuna yalıtımlı olup olmamasına ve yapıda kullanılan malzemelerin özelliğine göre değişiklik gösterebilir. Bina duvarlarına uygulanacak ısı yalıtımı ile yakıt tüketimi azalacak, yakıt tüketiminin azalmasıyla da atmosfere salınan sera gazı düşecek ve çevre kirliliğinin önüne geçilerek daha kaliteli hava sahası ortaya çıkacaktır. Dış duvarın birim alanından meydana gelen ısı kaybı, Eşitlik (1) kullanılarak hesaplanabilir.

$$q = U \cdot (T_b - T_o) \quad (1)$$

Eşitlikte, U toplam ısı transfer katsayısını (W/m²K) ifade etmekte olup, aşağıdaki eşitlikten elde edilir.

$$U = \frac{1}{R_i + R_w + R_y + R_d} \quad (2)$$

Eşitlikte; Ri ve Rd sırasıyla duvar iç ve dış yüzeyinin ısıl taşınım dirençleridir. Rw yalıtımsız duvar tabakasının toplam ısıl direncidir. Ry kullanılan yalıtım malzemesinin ısıl direncini göstermekte olup, aşağıda verilen eşitliklerden hesaplanmıştır.

$$R_y = \frac{x}{k_y} \quad (3)$$

Yalıtımlı ve yalıtımsız haldeki bir binanın dış duvarlarında meydana gelen ısı kayıplarına karşılık, ısıtma için harcanan yıllık enerji miktarı aşağıdaki eşitlikten elde edilir.

$$E_A = \frac{C_f \cdot U \cdot HDH}{LHV \cdot \eta} \quad (4)$$

Eşitlikte, HDH; ısıtma derece saat değerini, LHV; yakıtın alt ısı değerini (J/m³) göstermektedir. Tablo 1’de çalışmada kullanılan parametreler verilmiştir.

Çizelge1. Çalışmada kullanılan parametreler

Parametre	Değer
Derece-saat (°C saat)	39750
Yalıtım	
EPS	
Isı iletim katsayısı, k	0,036 W/mK
Maliyet, C_i	220 TL/m ³
Yakıt (Doğalgaz)	
Alt ısı değer,	34.526x106 J/m ³
Maliyet, C_i	1,830TL/m ³
η	0,93
Dış duvar	
R_{wt}	0,696 m ² K/W
Ömür, N	10 yıl
P_1	9,52
P_2	1

173

2.3. Optimum Yalıtım Kalınlığının Belirlenmesi

Bu çalışmada, optimum yalıtım kalınlığı hesaplanırken ömür maliyet analizi kullanılmıştır. Toplam ısıtma maliyetinin hesabında ise binanın ömür süresi (N) ile şimdiki değer faktörü (P1) birlikte değerlendirilmiştir. Şimdiki değer faktörü, faiz oranı (i) ve enflasyon oranına (d) bağlı olarak değişir ve aşağıdaki eşitlikten hesaplanır. Hesaplamalarda i=%8 ve d=%8 alınmıştır.

$$i = d \text{ ise } P_1 = \frac{N}{1+i} \quad (5)$$

Yalıtımın ilk yatırım maliyeti (P2), işletme giderleri ve bakım giderleri olarak alınmış olup, aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$P_2 = 1 + P_1 \cdot M_s - \frac{R_v}{(1+d)^N} \quad (6)$$

Eşitlikte, M_s ; yıllık bakım ve işçilik maliyetinin ilk alınan maliyet değerine oranını, R_v ; perakende satış değerinin ilk satış değerine oranını göstermektedir. Buna göre bakım ve işçilik maliyetleri sıfır kabul edilirse P_2 değeri 1 alınabilir. Yalıtım maliyeti (C_y) ise, yalıtım malzemesinin birim hacim fiyatı (C_i) ile yalıtım malzemesi tabaka kalınlığının çarpımına eşit olup, aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$C_y = C_i \cdot x \quad (7)$$

Bina duvarının birim alanından elde edilecek enerji tasarrufu ise aşağıdaki eşitlikten hesaplanabilir.

$$S = P_1 \cdot E_A - P_2 \cdot C_y \quad (8)$$

Yalıtılmış bir binanın toplam ısıtma maliyeti; sistemle ilgili tüm harcamaların toplamından oluşan ömür maliyet analizi kullanılarak aşağıdaki eşitlikten elde edilmiştir.

$$C_{top} = P_1 E_A + P_2 C_y \quad (9)$$

Optimum nokta, Türkçe olarak en iyi nokta en kabul edilebilir, en elverişli nokta olarak tanımlanır. Yalıtım da optimum nokta ise yıllık maliyetin en düşük olduğu, enerji tasarrufunun en yüksek olduğu nokta olarak ifade edilebilir. Bu noktada yapılacak olan yalıtım, en az maliyet veya en çok enerji tasarrufu sağlayacaktır. Optimum yalıtım kalınlığı, derece saat yöntemi kullanılarak aşağıdaki verilen eşitlikten hesaplanmıştır. Örnek uygulama için seçilen İzmir ilinin derece saat değeri Tablo 2’de verilmiştir.

$$X_{opt} = \left(\frac{HDH \cdot C_f \cdot P_1 \cdot k_y}{P_2 \cdot LHV \cdot C_i \cdot \eta} \right)^{1/2} - k_y \cdot R_{wt} \quad (10)$$

Yapılan yatırımın somut olarak geri dönmesi önemli bir parametredir. Bunun için de yapılan yatırıma karşılık, geri ödeme süresinin belirlenmesi gerekir. Yalıtımın geri ödeme süresi aşağıdaki eşitlikten belirlenmiştir.

$$GÖS = \frac{LHV \cdot C_i \cdot P_2 \cdot \eta \cdot (R_{wt} \cdot x + R_{wt}^2 \cdot k_y) \cdot (1+i)}{C_f \cdot HDH} \quad (11)$$

2.4. Baca Gazı Emisyonu

Bina dış duvarlarına uygulanacak olan yalıtım yakıt tüketimini düşüreceğinden dolayı, enerji tasarrufunun yanı sıra, baca gazları emisyonlarını da azaltarak atmosferin yanı sıra kişi başına düşen baca gazı emisyonları da azalacaktır. Kullanılan yakıtların genel yanma eşitliği aşağıda verilmiştir [10].



Yakıt içerisindeki, kimyasalların yanabilmesi için gerekli olan oksijen miktarı aşağıda verilen eşitliklerden elde edilmiştir.

$$A = \left(x + \frac{z}{4} + y - \frac{w}{2} \right) \quad (13)$$

$$B = 3,76 \alpha \cdot \left(x + \frac{z}{4} + y + \frac{w}{2} \right) + \frac{t}{2} \quad (14)$$

Eşitlik (12)’de verilen NO_x ve CO emisyonları ihmal edilmiştir. 1 kg yakıtın yanması sonucu ortaya çıkacak emisyon oranları aşağıdaki eşitliklerden hesaplanmıştır

$$m_{CO_2} = \frac{x \cdot M_{CO_2}}{M_{yakıt}} \quad (kg \ CO_2 / kg \ yakıt) \quad (15)$$

$$m_{SO_2} = \frac{y \cdot M_{SO_2}}{M_{yakıt}} \quad (kg \ SO_2 / kg \ yakıt) \quad (16)$$

Toplam yakıt miktarının belirlendiği mf denklemi üzerinden, yanma sonucu açığa çıkacak toplam gaz emisyonları aşağıda verilen (17) ve (18) denklemleri ile bulunur.

$$m_{CO_2} = \frac{44x}{M_{yakıt}} \dot{m}_{yakıt} \quad (kg \ CO_2 / kg \ yakıt) \quad (17)$$

$$m_{SO_2} = \frac{64y}{M_{yakıt}} \dot{m}_{yakıt} \quad (kg \ SO_2 / kg \ yakıt) \quad (18)$$

Myakıt yakıtın mol ağırlığı olup, aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$M_{\text{yakıt}} = 12x + z + 16w + 32y + 14t \quad (19)$$

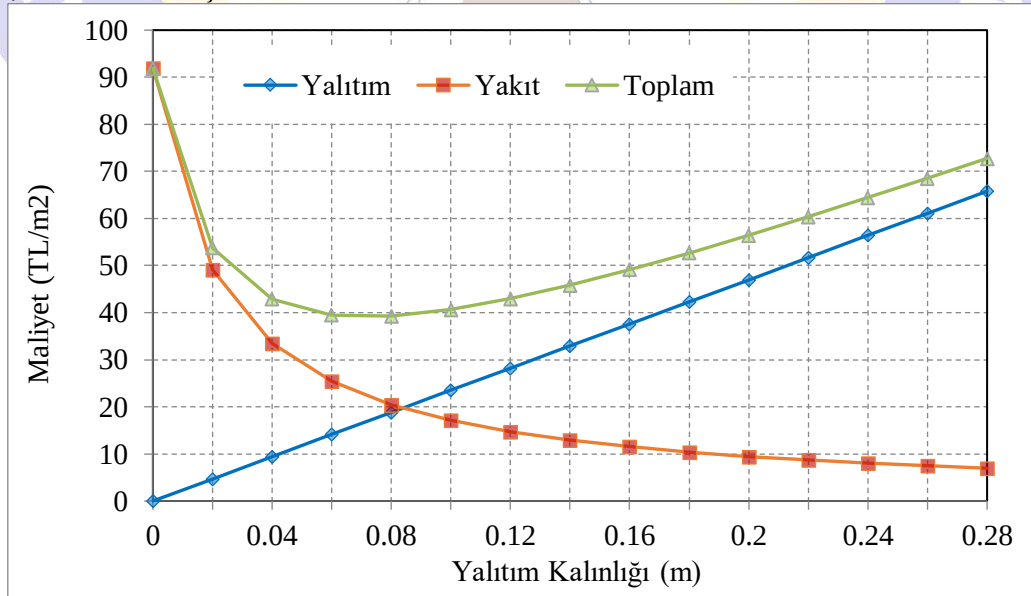
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada Balıkesir ili seçilmiş ve bu ilde en fazla tercih edilen yakıt türü doğalgaz ve yalıtım malzemesi de EPS olarak seçilmiştir. Duvar tipi dıştan yalıtımlı duvar olarak belirlenmiş ve hesaplamalarda buna göre yapılmıştır. Optimum yalıtım kalınlığını belirlemede farklı yöntem ve metotlar kullanılmaktadır. Bu çalışmada derece saat ve ömür maliyet analizi kullanılmıştır. Optimum yalıtım kalınlığını etkileyen birçok unsur vardır. Bu faktörler yakıt türü, yakıtın maliyeti verimi ve alt ısı değeri, yalıtım malzemesinin ısı geçirgenlik katsayısı ve maliyeti, derece saat değeri, bina bileşenlerinin ısı geçirgenlik katsayıları ve kalınlıkları enflasyon ve faiz oranları gibi artırılabilir.

Analizi yapılan çalışmada Balıkesir ili için optimum yalıtım kalınlığı tespit edilmiş, yıllık kazançlar ve geri ödeme süreleri grafikler ile gösterilmiştir. Aynı zamanda çalışmada optimum yalıtım kalınlığını geri ödeme süresini yıllık kazancı ve toplam maliyeti etkileyecek unsurların duyarlılık analizi yapılarak grafikler ile sunulmuştur.

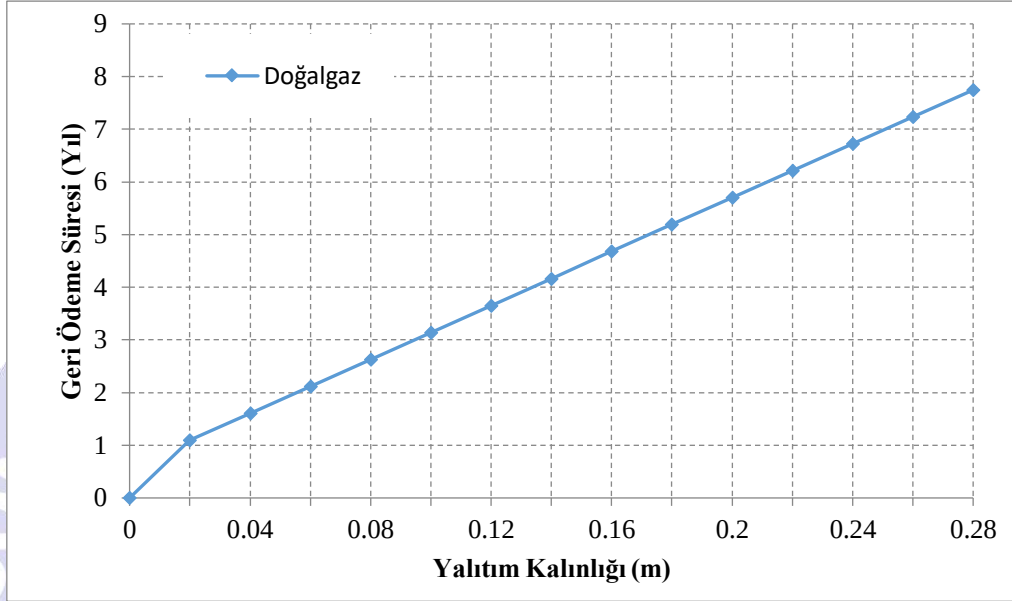
Çalışma neticesinde optimum yalıtım kalınlığı 0,072 m elde edilmiş geri ödeme süresi 2,47 yıl ve yıllık metrekare başına enerji tasarrufu optimum yalıtım kalınlığı için 52,79 TL elde edilmiştir.

Şekil 2’de enerji maliyeti, yalıtım maliyeti ve toplam maliyetin yalıtım kalınlığı ile ilişkisi görülmektedir. Bina dış duvarına yapılan bir yalıtım sisteminde yalıtım kalınlığı arttıkça ısı direnç artacağından dolayı duvardan kaynaklı ısı kaybı da azalacaktır. Bu yöntemle ısı kaybının azalmasıyla yıllık toplam maliyette de azalma eğilimi gerçekleşecektir. Bunun nedeni de yalıtım kalınlığının artması ile birlikte ısı direnç düşecektir. Aynı zamanda yalıtım kalınlığının artması ile birlikte yalıtım maliyeti de sabit bir ivme ile artacaktır. Çünkü yapılacak olan yalıtım arttıkça yalıtım kalınlığı da artacak ve daha fazla yalıtım malzemesi kullanılacağından kalınlıkla doğru orantılı olarak yalıtım maliyeti de artacaktır. Yakıt maliyeti ile yalıtım maliyetinin toplamından oluşan toplam maliyet, yalıtım kalınlığına bağlı olarak ilk başlarda azalma meydana gelse de belli bir değerden sonra, enerji maliyetinin toplam maliyet içindeki etkinliğini kaybetmesinden dolayı artış göstermektedir. Toplam maliyetin en düşük olduğu nokta optimum yalıtım kalınlığını vermektedir. Optimum yalıtım kalınlığı bulunduktan sonra, optimum yalıtım kalınlığından daha düşük değerde yapılacak bir yalıtımın yakıt maliyeti arttırdığı optimum yalıtım kalınlığından sonra fazla yapılacak bir yalıtımın da yalıtım malzemesi maliyetini arttırdığından toplam maliyeti arttıracığı Şekil 2’de görülmektedir. Bu çalışma için yapılan hesaplamalarda optimum yalıtım kalınlığı 7,2 cm bulunmuştur



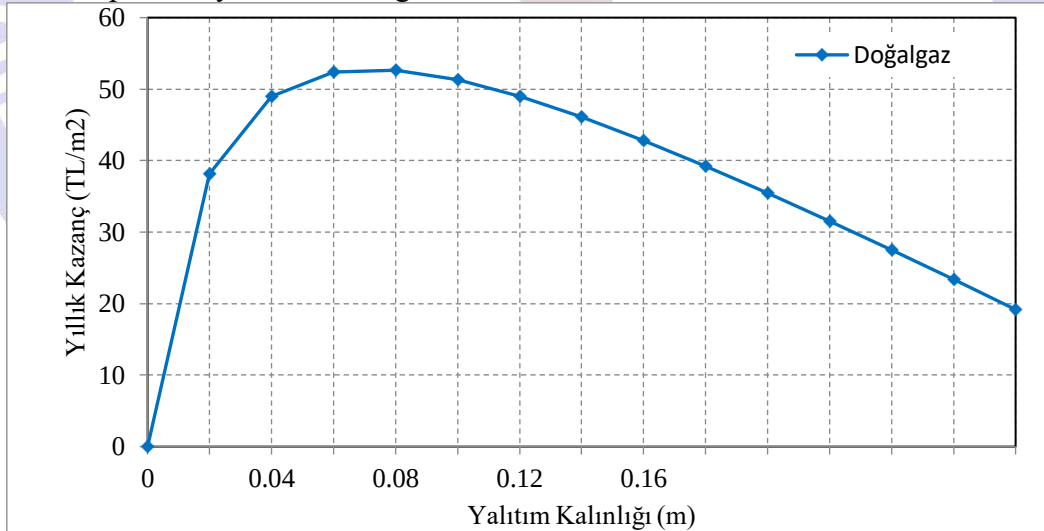
Şekil 2. Optimum yalıtım kalınlığı maliyet ilişkisi

Geri ödeme süresi, yalıtım kalınlığı maliyetinin enerji tasarrufu üzerindeki etkisinin kendini karşılama süreci olarak değerlendirilebilir. Yapılan yalıtımın geri ödeme süresi, duvar bileşenlerinin özelliklerine, yalıtım malzemesinin özelliklerine, yakıtın türüne, derece saat değerine ve yıllık faiz oranına bağlı olarak değişir. Şekil 3'te görüldüğü üzere yalıtım kalınlığı arttıkça, geri ödeme süresi artacaktır.



Şekil 3. Yalıtım kalınlığı geri ödeme süresi ilişkisi

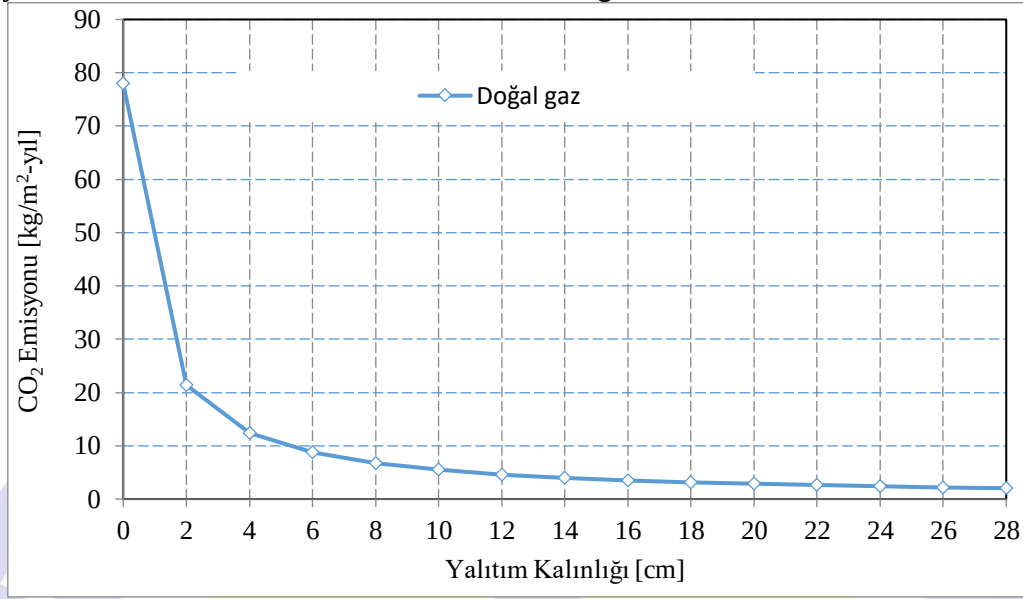
Yıllık kazanç derece saat ve yalıtım kalınlığına bağlı bir değişkendir. Aynı zamanda enerji tasarrufu ya da ekonomik tasarruf diye ifade edilen yıllık kazancı etkileyen en önemli parametreler derece saat ve yalıtım kalınlığı olsa da yakıt maliyeti ve ısı transfer katsayısı da yıllık kazancı etkilemektedir. Yıllık kazanç yalıtım kalınlığına bağlı olarak belli bir noktaya kadar artacaktır. Ancak yalıtım maliyetinin artması ile birlikte yıllık kazanç belli bir noktadan sonra düşüşe geçmektedir. Şekil 4'te de görüldüğü üzere yıllık kazancın en fazla olduğu ya da düşme ivmesine başladığı nokta optimum yalıtım kalınlığını vermektedir.



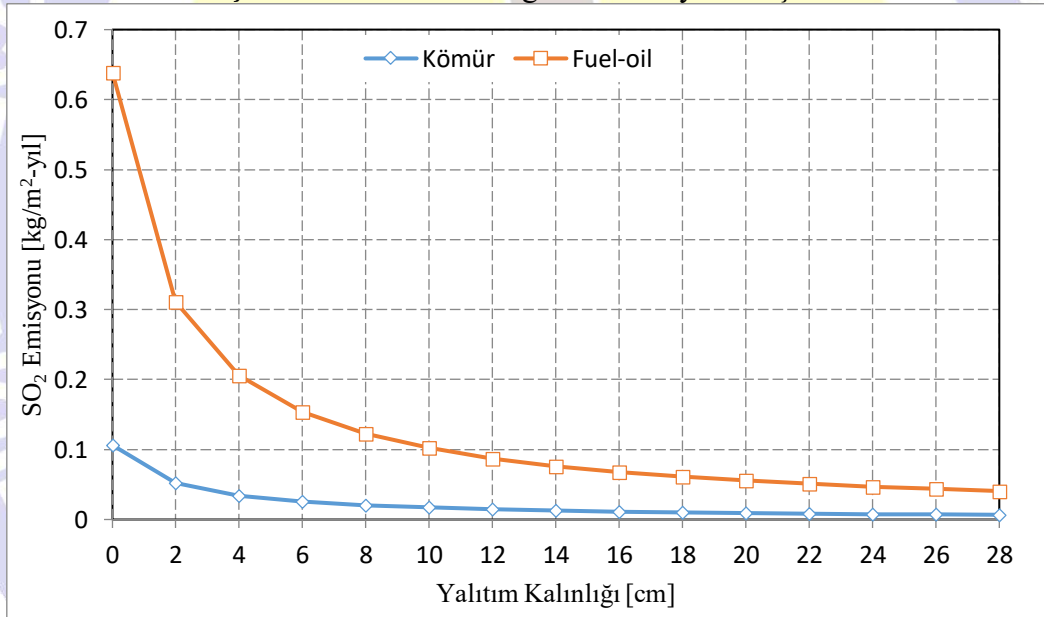
Şekil 4. Yalıtım kalınlığı yıllık kazanç ilişkisi

Yalıtım, iyi bir enerji tasarruf yöntemi olmasının yanında fosil yakıt kaynaklı çevresel kirlilik için de ciddi bir önlemdir. Fosil ya da tükenbilir enerji kaynakları yandıkları zaman çevreye CO, CO₂ ve SO₂ gibi zararlı gazlar salınmaktadır. Sadece İnsan sağlığı için değil aynı zamanda küresel ısınmaya büyük etkisi olan bu zararlı gazlar, yakıt tüketiminin artmasına bağlı olarak artış göstermektedir. Bina dış duvarlarına uygulanacak olan iyi bir yalıtımın yakıt tüketimini azaltacağı anlatılmıştır yakıt tüketiminin düşmesi ile birlikte baca gazı emisyonlarını da önemli ölçüde

düşüşler olacaktır. Şekil 5 ve Şekil 6 yalıtım kalınlığına bağlı olarak baca gazı emisyonlarını göstermektedir. Şekil 5'te yalıtım kalınlığına bağlı olarak doğalgazın CO₂ emisyonunu şekil 6 ise kömür veya fuel-oil kullanılması halinde SO₂ azalımını göstermektedir.

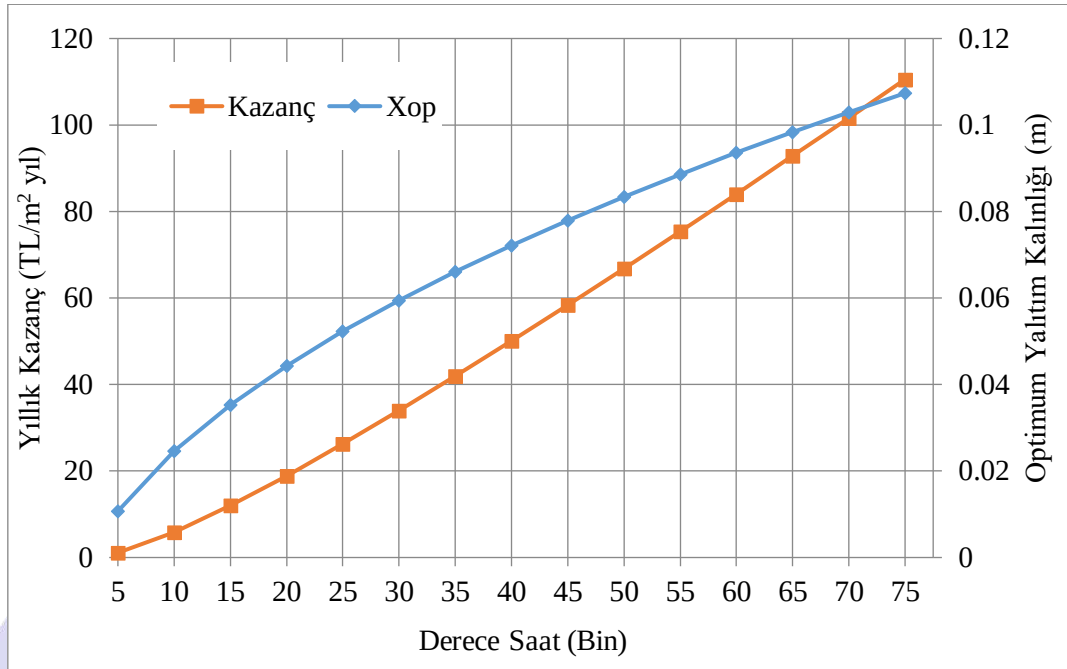


Şekil 5. Yalıtım kalınlığı CO₂ emisyonu ilişkisi



Şekil 6. Yalıtım kalınlığı SO₂ emisyonu ilişkisi

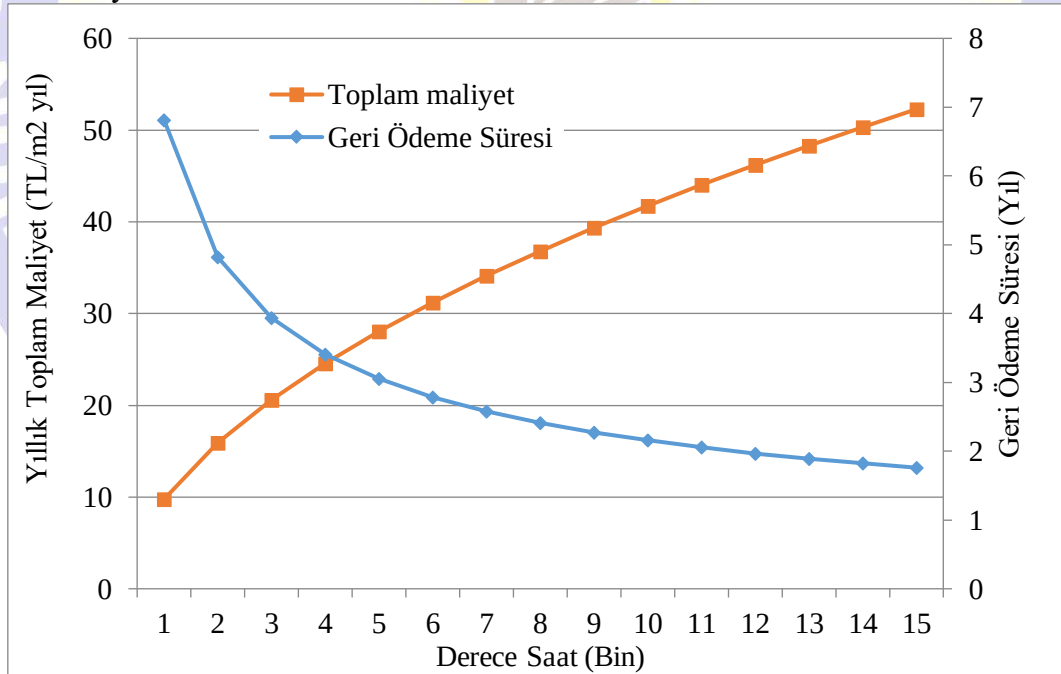
Optimum yalıtım kalınlığını etkileyen faktörlerin en başında da derece saat değerleri gelmektedir. Isıtma derece saat sayısının artması, bölgenin soğuk bir iklim bölgesinde yer aldığının bir göstergesidir. Şekil 7'de derece saat değeri arttığı zaman optimum yalıtım kalınlığının arttığı görülmektedir. Şekil incelendiğinde derece saat değeri büyük olan yerde yani daha soğuk iklimlerde daha büyük optimum yalıtım kalınlıkları elde edilirken ısıtma derece saat değeri küçük olan yerlerde yani daha ılıman iklimlerde daha küçük optimum yalıtım kalınlıkları elde edilmektedir.



Şekil 7. Derece saat değerine bağlı optimum yalıtım kalınlığı ve yıllık kazanç değişimi

Şekil 8'de derece saat değerindeki değişimin toplam maliyet ve geri ödeme süresi arasındaki ilişki verilmiştir. Şekle göre geri ödeme süresi, derece-gün değerlerinin artışı ile azalır. Bu açıkça, soğuk iklim bölgelerine uygulanan yalıtım kalınlıklarının maliyetinin daha yüksek olmasına rağmen geri ödeme süresinin daha kısa olduğunu gösterir. Geri ödeme süresindeki azalmaya rağmen toplam maliyette ise artış gözlenmektedir. Toplam maliyet, yakıt maliyeti ile yakıt maliyetinin toplamından oluşmaktadır. Toplam maliyetin derece saat değeri ile doğru orantılı olarak artmasının en önemli faktörü daha soğuk bölgelerde daha fazla yakıt kullanılacağından ve daha fazla yalıtım yapılması gerektiğinden kaynaklanmaktadır.

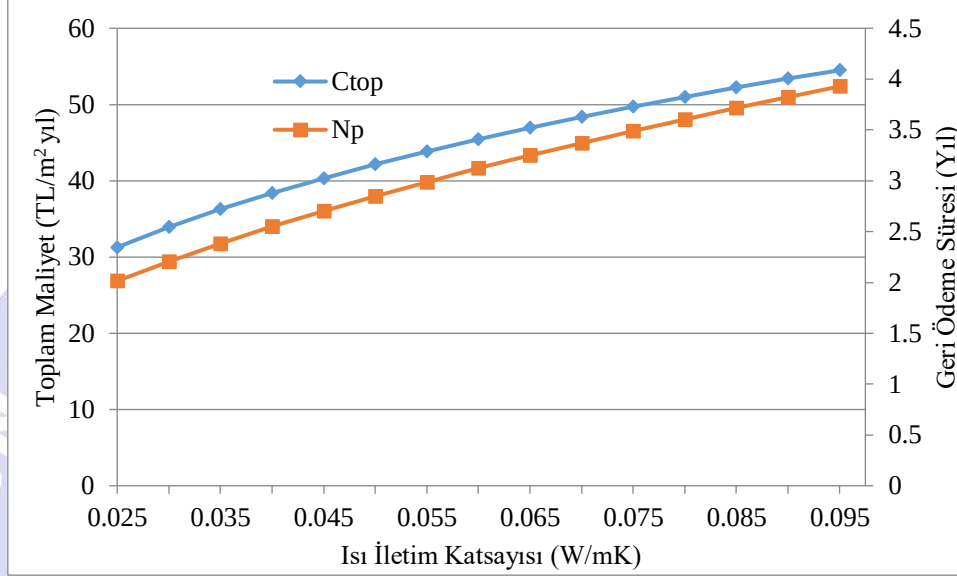
178



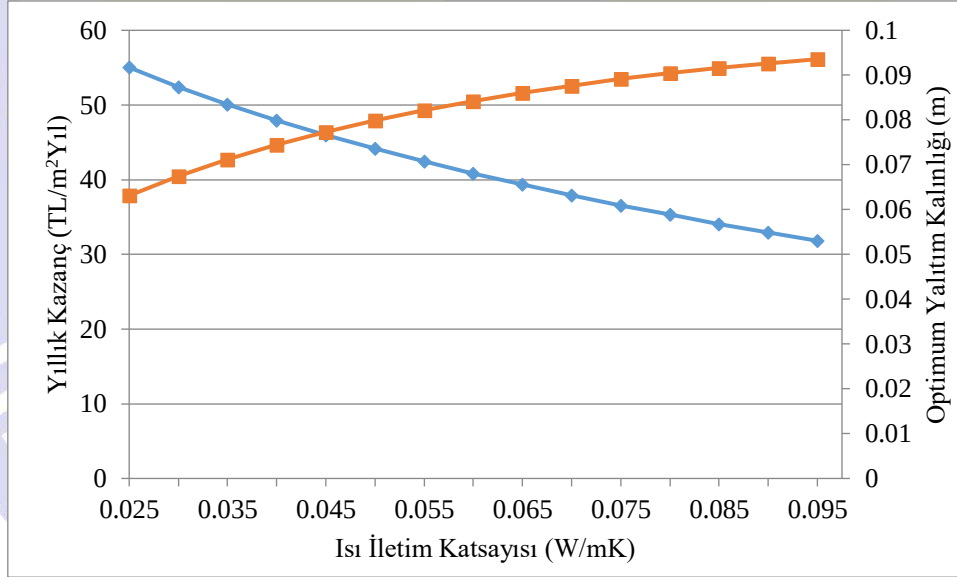
Şekil 8. Derece saat değerine bağlı geri ödeme süresi ve yıllık toplam maliyet değişimi

Avrupa Standartlarında, ısı iletkenlik katsayısı $\lambda=0,065$ W/mK nin altında olan malzemeler ısı yalıtım malzemeleri olarak tanımlanır. Isı iletkenlik katsayısı $\lambda=0,065$ W/mK nin üstünde olan malzemeler ise, yapı malzemeleri olarak tanımlanır. Bir malzemenin ısı iletkenlik katsayısı (λ) ne kadar küçükse, yalıtımı o kadar iyi demektir. Ancak bu değer tek başına bir şey ifade etmez. Isı iletkenlik katsayısı (λ) ile malzemenin kalınlığı beraber değerlendirildiğinde o malzemenin yalıtım

özelliği ile ilgili bir sonuca ulaşabiliriz. Bir malzemenin ısı iletkenlik değeri düşük olsa bile, yeterli kalınlığa ulaşamıyorsa bu malzemeyle ısı yalıtımı yapılamaz. Şekil 9 ve 10 ısı iletim katsayısındaki değişimlerin optimum yalıtım kalınlığına, geri ödeme süresine, yıllık kazanç ve toplam maliyete etkileri görülmektedir. Isı iletim katsayısı arttıkça malzeme yalıtım özelliğini kaybedeceği için geri ödeme süresi, toplam maliyet ve optimum yalıtım kalınlığı artacak yıllık kazanç ise ısı yalıtımı etkisi azalacağından dolayı düşecektir.

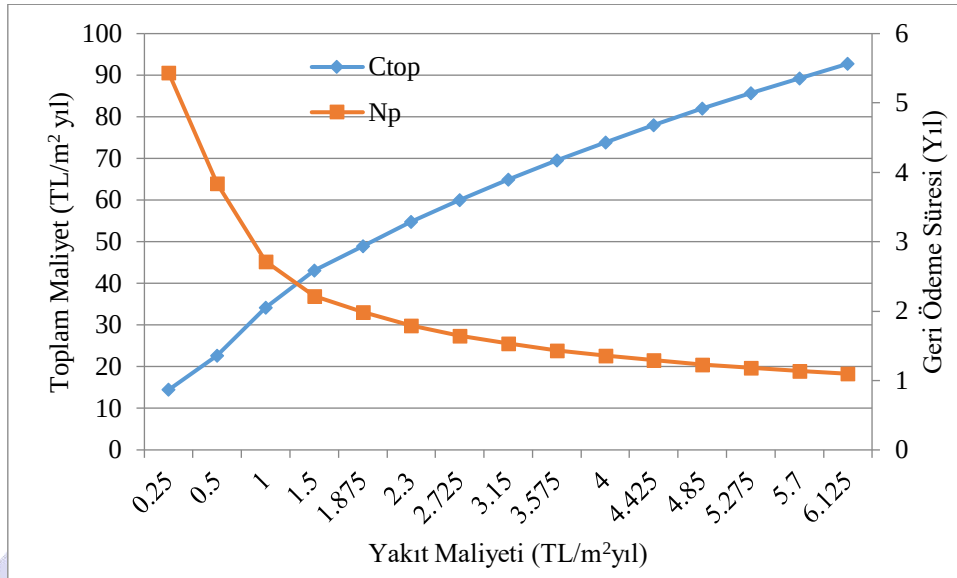


Şekil 9. Isı iletim katsayısının toplam maliyet ve geri ödeme süresine etkisi

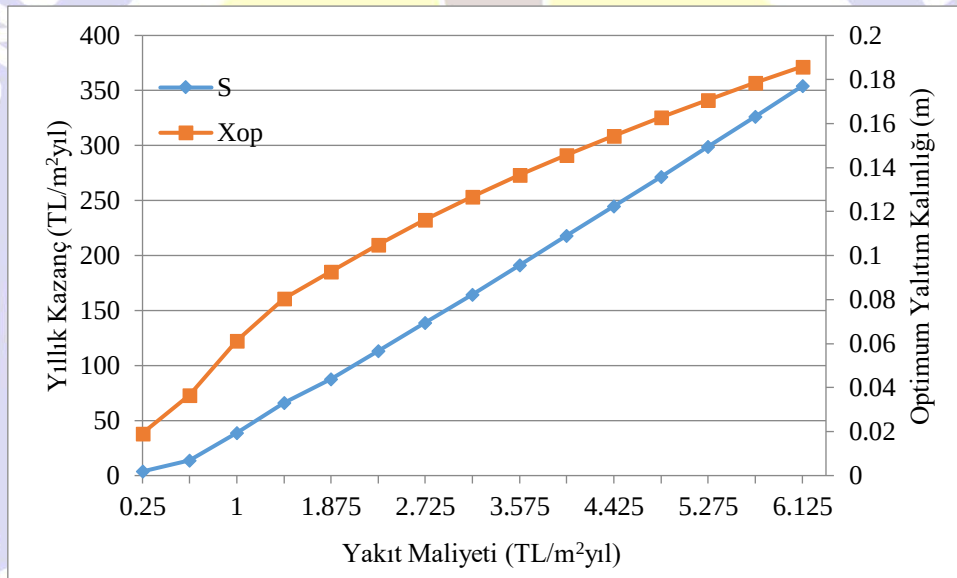


Şekil 10. Isı iletim katsayısının yıllık kazanç ve optimum yalıtım kalınlığı üzerine etkisi

Derece saat değeri ısı iletim katsayısı yalıtım kalınlığı gibi optimum yalıtım kalınlığını etkileyen birçok etken bu çalışmada analiz edilmiştir. Şekil 11 ve Şekil 12’de optimum yalıtım kalınlığını etkileyen diğer bir unsur yakıt maliyeti incelenmiştir. Yakıtın maliyeti optimum yalıtım kalınlığı tespiti için en önemli faktörlerin başında gelmektedir. Şekiller incelendiğinde toplam maliyetin artmasına rağmen fiyattaki artış miktarı sayısal olarak büyük meblağlara tekabül ettiğinden dolayı kazanç fazla olacak ve geri ödeme süresi kısalmaktadır. Ancak yakıt maliyetinin artması optimum yalıtım kalınlığını arttırmaktadır.



Şekil 11. Yakıt maliyetinin toplam maliyet ve geri ödeme süresine etkisi



Şekil 12. Yakıt maliyetinin yıllık kazanç ve optimum yalıtım kalınlığı üzerine etkisi

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzün en önemli sorunlarının başında enerji ve küresel ısınma gelmektedir. Enerji ve küresel ısınmanın yanında insanların refah seviyesi arttıkça konfor şartları ve konfor istekleri de değişmektedir. Ülkemiz gibi gelişmeye açık olan ülkelerde enerjinin büyük bir kısmı ısıtma için kullanılmaktadır. Birçok sanayi ülkesi yenilenebilir enerji kaynaklarından doğru ve etkin bir şekilde fayda sağlayabilmekte iken, gelişme sürecinde olan ve sanayileşme atağında olan ülkeler alt yapılarının yetersizliğinden dolayı çoğunlukla fosil yakıtlar kullanmak durumunda kalıyor. Fosil kaynaklı yakıtlar tükenebilirliğinin yanında çevreye verdiği zarar göz ardı edilemez. Isı yalıtımı ya da dış cephe yalıtımı, mantolama farklı sıcaklıktaki iki ortam arasında ısı geçişini azaltmak için uygulanır. Bir bina dış duvarına yapılacak olan ısı yalıtımı ekonomik açıdan olduğu kadar çevre açısından da büyük önem taşımaktadır. Aynı zamanda ısı yalıtımı ile binanın ömrü uzatılacağı gibi konfor şartlarını sağlamakta daha kolay olacaktır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre;

- Bina dış duvarlarında yalıtımın dış duvar tipine göre hem toplam maliyete, hem yıllık kazanca hem de baca gazı emisyonunun önlenmesine katkısı olduğu tespit edilmiştir.
- Doğru yalıtım ile emisyon kazancının yanında yakıt ve maliyetten de kazanç sağlanacaktır.
- Yakıt maliyeti analizine göre geri ödeme süresi toplam maliyet ile doğru orantılıdır.

- Daha soğuk bölgelerde derece saat değeri arttıkça optimum yalıtım kalınlığı artmaktadır.
- Derece saat değeri arttıkça geri ödeme süresi azalmaktadır.
- Isı iletim katsayısı arttıkça optimum yalıtım kalınlığı, geri ödeme süresi ve toplam maliyet artarken yıllık kazanç düşmektedir.

Kaynaklar

- [1] Dombaycı, Ö.A., “Degree-days maps of Turkey for various base temperatures”, Energy, 34, 1807-1812, 2009.
- [2] Hasan, A., “Optimizing insulation thickness for buildings using life cycle cost”. Applied Energy, 63, 115-124, 1999.
- [3] Dombaycı, Ö.A., Gölcü M, Pancar Y. “Optimization of insulation thickness for external walls using different energy-sources”. Applied Energy, 83, 921-928, 2006.
- [4] Bolattürk, A., “Determination of optimum thickness for building walls with respect to various fuels and climate zones in Turkey”, Applied thermal engineering, 26, 1301-1309, 2006.
- [5] Gürel, A., Daşdemir, A., “Türkiye’nin Dört Farklı İklim Bölgesinde Isıtma ve Soğutma Yükleri İçin Optimum Yalıtım Kalınlıklarının Belirlenmesi”, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, cilt 27, 346-352, 2011.
- [6] Daouas N. A study on optimum insulation thickness in walls and energy savings in Tunisian buildings based on analytical calculation of cooling and heating transmission loads. Applied Energy, Vol. 88, pp. 156-164, 2011.
- [7] Çomaklı K, Yüksel B. Optimum insulation thickness of external walls for energy saving. Applied Thermal Engineering, vol. 23, pp. 473-479, 2003. .
- [8] Yu J, Yang C., Tian L., Liao D., A study on optimum insulation thicknesses of external walls in hot summer and cold winter zone of China, Applied Energy, 86, 2520-2529, (2009).
- [9] Arslan O., Kose, R., Thermoeconomic optimization of insulation thickness considering condensed vapor in buildings, Energy and Buildings 38, 1400-1408, 2006.
- [10] Yoon, J., Lee, E., Krarti, M., Optimization of Korean crop storage insulation systems, Energy Conversion and Management, 44, 1145-1162, 2003.

ORGANİK TİYOL BİLEŞİĞİ İLE MODİFİYE EDİLMİŞ ALTIN NANOPARTİKÜL ESASLI Fe^{3+} İYONUNA SEÇİMLİ KOLORİMETRİK SENSÖRÜN GELİŞTİRİLMESİ

Ömer Kaan KOÇ

Yüksek Kimyager, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Ayşem ARDA

Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Reşat APAK

Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Özet

Bu çalışmada nanopartiküllerin yüzey plazmon özelliğinden (SPR) yararlanılarak sulu ortamda Fe^{3+} iyonuna seçimli organik tiyol bileşiği (OTB) ile modifiye edilmiş altın nanopartikül esaslı basit, kullanışlı ve yüksek hassasiyetli kolorimetrik sensör geliştirildi. Geliştirilen sensörün görsel ve spektrofotometrik olarak Fe^{3+} iyonuna seçimli olduğu belirlendi. Kaydedilen UV-vis spektrumları yardımıyla $A_{650/520} = 1,2 \times 10^{-2} C_{Fe(III)} - 1,1 \times 10^{-1}$ ($r = 0,9985$) doğru denkleminde sahip kalibrasyon doğrusu oluşturuldu. Yapılan hesaplamalar sonucunda geliştirilen sensörün (AuNPs-OTB) Fe^{3+} iyonu tayin limiti (LOD) $1,6 \times 10^{-6}$ M ($1,6 \mu M$) olarak belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Fe^{3+} iyonu, Kolorimetrik sensör, Altın nanopartikül, Spektrofotometrik yöntem

GİRİŞ

Demir iyonu vücutta en çok bulunan geçiş metali olmakla birlikte hücresel sistemlerde, elektron transferi, yükseltgenme-indirgenme reaksiyonları, oksijen taşınması ve oksijen metabolizması gibi çok sayıda önemli biyolojik süreçte kilit rol oynamaktadır ^[1]. Ayrıca demir iyonu katalitik amaçlı bazı enzimler ve yapısal gereksinimler amaçlı bazı proteinler için gereklidir ^[2]. Bununla birlikte konsantrasyonu güven sınırı üzerine çıkması durumunda demir iyonu, vücutta, Alzheimer Hastalığı^[3] ve Parkinson Sendromundan^[4] sorumlu reaktif oksijen türlerinin oluşuna neden olabilmektedir ^[5]. Öte yandan düşük demir iyonu konsantrasyonu anemi^[6], düşük bağışıklık^[7] ve çeşitli enfeksiyonlara sebebiyet verebilmektedir ^[8].

Son derece önemli olan demir iyonu tayini için Atomik Absorpsiyon Spektrometrisi (AAS)^[9], İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektroskopisi (ICP-MS)^[10] ve Voltametri^[11] gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Fakat bu yöntemlerin uzun analiz süreleri, kompleksleşme gereksinimleri, karmaşık prosedürler ve birden fazla kimyasal kullanımı gibi dezavantajları bulunmaktadır ^[12]. Literatürde var olan bu yöntemlere karşılık nanopartikül esaslı sensörlerin geliştirilmesi son günlerde popüler araştırma konuları arasındadır. Demir iyonu tayini için geliştirilen nanopartikül esaslı kolorimetrik sensörler yüzey plazmon rezonans (SPR) özellikleri sayesinde kararlı seçicilik, daha yüksek hassasiyet ve hızlı cevap verme gibi avantajlara sahiptirler.

Verilen bilgiler ışığında bu çalışmada organik tiyol bileşiği (OTB) ile modifiye edilmiş altın nanopartikül (AuNPs) esaslı kolorimetrik sensör (AuNPs-OTB) geliştirildi. Geliştirilen sensörün sulu ortamda Fe^{3+} iyonuna olan seçiciliği incelendi. Bu bağlamda görsel seçicilik çalışmalarında farklı metal iyonları varlığında sensörün sahip olduğu rengin sadece Fe^{3+} iyonu varlığında verdiği değişimler incelendi. Spektrofotometrik seçicilik çalışmalarında ise artan Fe^{3+} iyonu konsantrasyonu ile hazırlanan sensör çözeltilerinin UV-vis spektrumları kaydedildi. Ayrıca sensörün Fe^{3+} iyonuna olan seçiciliğine diğer metal iyonlarının etkisini araştırmak için yarışmalı katyon denemeleri gerçekleştirildi. Sensör ile Fe^{3+} iyonu arasında gerçekleşen etkileşim için

algılama mekanizması önerildi. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda sensörün Fe^{3+} iyonuna yüksek seçicilik gösterdiği görsel ve spektrofotometrik olarak belirlendi.

MATERYAL VE METOT

Kullanılan Kimyasallar

Altın nanopartikül sentezi için gerekli hidrojen tetrakloroaurat (HAuCl_4) çözeltisi ile trisodyum sitrat dihidrat ve modifikasyon için gerekli organik tiyol bileşiği (OTB) Sigma-Aldrich firmasından temin edildi. Seçicilik çalışmalarında kullanılan tüm metal iyonları ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, HgCl_2 , $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, CoCl_2 , $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) Merck firmasından satın alındı. Tampon çözeltinin (pH 7.4) hazırlanmasında kullanılan tris(hidroksimetil)aminometan (Tris) ve HCl Merck firmasından temin edildi.

Tüm kimyasallar yeniden saflaştırma işlemi uygulanmadan analitik saflıkta kullanıldı. Deneysel çalışmalar boyunca ultra saf su tercih edildi.

Kullanılan Cihazlar

Altın nanopartiküllerin sentezi ve modifikasyonu aşamasında Wisc (WiseStir, MSH-20D) marka manyetik karıştırıcı ısıtıcı ve Hettich (Universal 320) marka santrifüj cihazı kullanıldı. Tartımlar Shimadzu (AUX320) marka hassas terazide gerçekleştirildi. Absorpsiyon spektrumları Shimadzu (UV-1800) marka UV-vis spektrofotometre cihazı kullanılarak kaydedildi.

AuNPs-OTB Sensörün Sentezi

AuNPs-OTB'nin sentezi iki basamakta gerçekleştirildi. İlk basamakta literatürde yer alan Turkevitch sitrat metodu ile indirgeme yöntemi kullanılarak altın nanopartiküller elde edildi [13]. İkinci basamakta altın nanopartiküllerin bulunduğu sentez ortamına organik tiyol bileşiği (OTB) ilave edilerek altın nanopartiküller modifiye edildi. Modifikasyon sonunda santrifüj edilen altın nanopartiküller ultra saf su ile toplandı.

AuNPs-OTB Sensörün Fe^{3+} İyonu Tayin Prosedürü

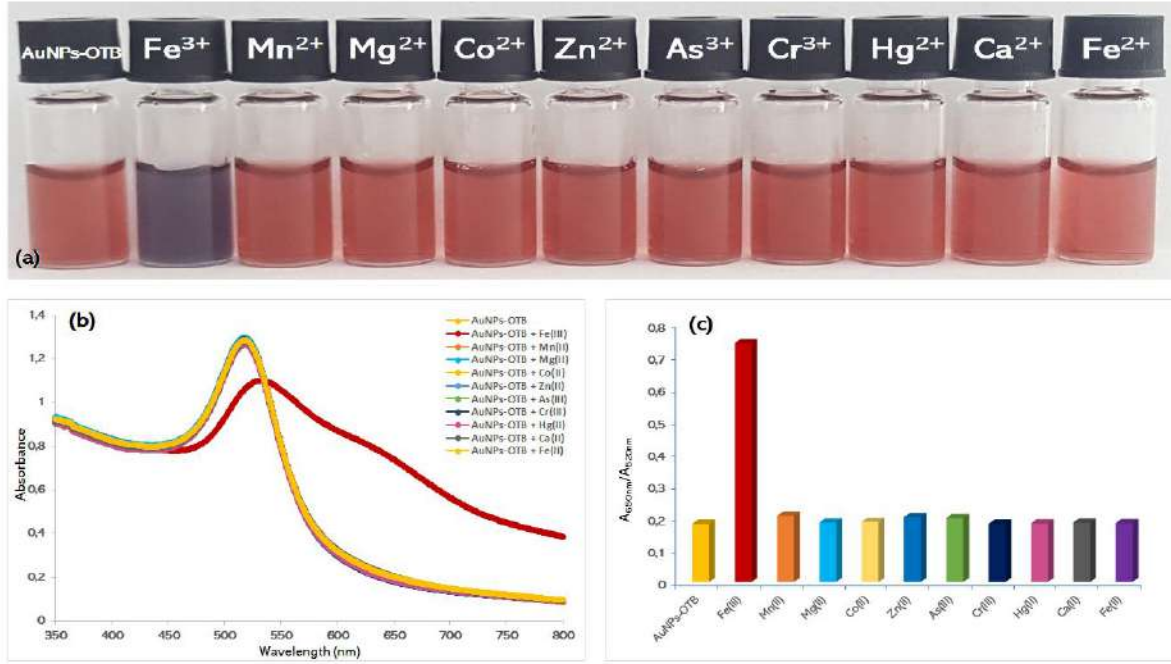
Geliştirilen AuNPs-OTB sensörün Fe^{3+} iyonunun kolorimetrik tayini için viallere sensör çözeltisi (0.5 mL) ve farklı metal iyonlarının çözeltileri (50 μM) pH 7.4 Tris-HCl tamponunda ilave edildi. İşlemin sonucunda yalnızca Fe^{3+} iyonunun bulunduğu vialde kırmızıdan mor renge dönen bir değişim gözlemlendi. Görsel inceleme sonrasında bu çözeltilerin 300-800 nm dalga boyu aralığında UV-vis spektrumları kaydedildi.

Optimizasyon Çalışmaları

Optimizasyon çalışmaları kapsamında sensörün çalışma sistemine pH etkisi araştırıldı. Yapılan denemeler sonucunda sistemin daha sağlıklı çalışabilmesi için pH 7.4 Tris-HCl tampon ortamında çalışmasına karar verildi.

BULGULAR VE TARTIŞMA

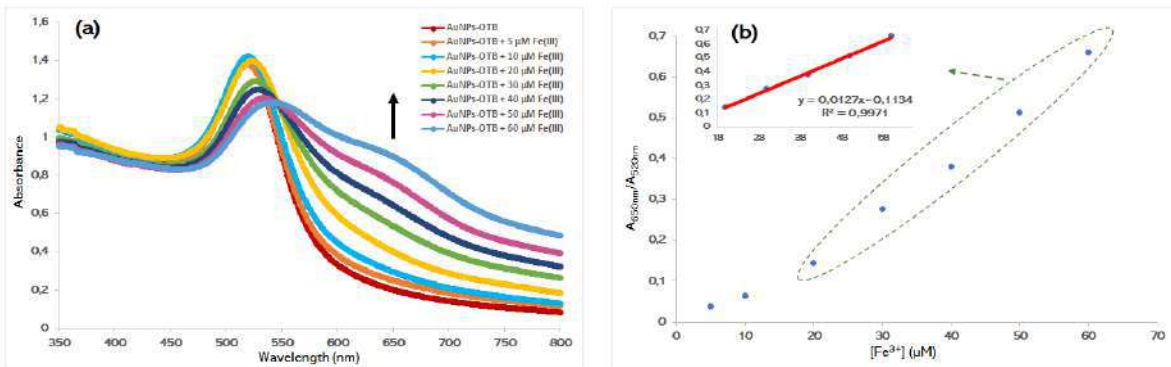
Deneysel çalışmaların ilk aşamasında OTB ile modifiye edilen altın nanopartiküllerin (AuNPs-OTB) farklı metal iyonları varlığında görsel ve spektroskopik incelemeleri gerçekleştirildi. Bu bağlamda aynı miktar AuNPs-OTB çözeltisine farklı metal iyonları (Fe^{3+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} , As^{3+} , Cr^{3+} , Hg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{2+} ; 50 μM) eklenerek görsel değişimler izlendi. Kırmızı renkte olan AuNPs-OTB çözeltisinin yalnızca Fe^{3+} iyonu varlığında agregasyona uğrayarak mor renge kaydığı gözlemlendi (Şekil 1a). Görsel seçiciliğin ardından hazırlanan çözeltilerin 300-800 nm aralığında UV-vis spektrumları kaydedildi. $\lambda_{\text{max}}=520$ nm'de olan AuNPs-OTB'nin karakteristik soğurma bandının Fe^{3+} iyonu varlığında agregasyonun gerçekleşmesi nedeniyle $\lambda_{\text{max}}=650$ nm'ye kayan yeni soğurma bandının oluştuğu belirlendi (Şekil 1b). Diğer metal iyonları varlığında aynı durum gözlenmeden AuNPs-OTB'nin karakteristik bandına benzer soğurma bantları kaydedildi. Bu durum AuNPs-OTB'nin sulu ortamda Fe^{3+} iyonuna seçicilik gösterdiğinin kanıtıdır.



Şekil 1. AuNPs-OTB'nin farklı metal iyonları varlığındaki çözeltilerinin (a) Gün ışığındaki görünüşleri (Fe^{3+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} , As^{3+} , Cr^{3+} , Hg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{2+} ; 50 μM). (b) UV-vis spektrumları. (c) Absorpsiyon yoğunlukları.

AuNPs-OTB'nin Fe^{3+} iyonu seçiciliği belirlendikten sonra sensörün tayin hassasiyetini belirlemek için farklı Fe^{3+} iyonu konsantrasyonlarında hazırlanan AuNPs-OTB çözeltilerinin absorpsiyon spektrumları kaydedildi. Bu doğrultuda 5 ile 60 μM konsantrasyon aralığında artan miktarlarda Fe^{3+} iyonu ilave edilerek hazırlanan AuNPs-OTB çözeltilerinin alınan absorpsiyon spektrumlarına bakıldığında artan her Fe^{3+} iyonu konsantrasyonunda agregasyonun arttığı ve bu duruma bağlı olarak 650 nm dalga boyunda absorpsiyon şiddeti artan soğurma bantlarının oluştuğu gözlemlendi (Şekil 2a). Elde edilen spektrumlar ile Fe^{3+} iyonunun kantitatif analizi için kalibrasyon doğrusu oluşturuldu. Fe^{3+} iyonunun 5 ile 60 μM aralığındaki konsantrasyonları 650 nm ve 520 nm'de okunan absorbans değerlerinin A_{650}/A_{520} oranına karşı grafiğe geçirildi. Oluşturulan grafikte Fe^{3+} iyonunun 20 ile 60 μM konsantrasyon aralığında iyi bir lineer doğru elde edildi. Doğru denklemi $A_{650}/A_{520} = 1,2 \times 10^{-2} C_{\text{Fe(III)}} - 1,1 \times 10^{-1}$ olan kalibrasyon doğrusunun r değeri ise 0,9985'tir (Şekil 2b). Yapılan hesaplamalar sonucunda tayin limiti (LOD) $1,6 \times 10^{-6}$ M (1,6 μM) ($3\sigma/\text{eğim}$) olarak belirlendi.

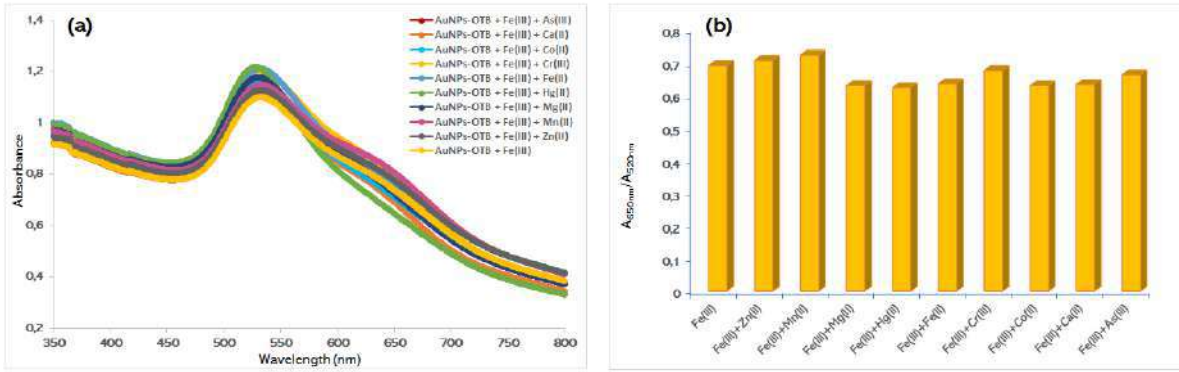
184



Şekil 2. AuNPs-OTB'nin artan Fe^{3+} iyonu varlığında (5-60 μM) (a) Kaydedilen absorpsiyon spektrumları. (b) Oluşturulan kalibrasyon eğrisi.

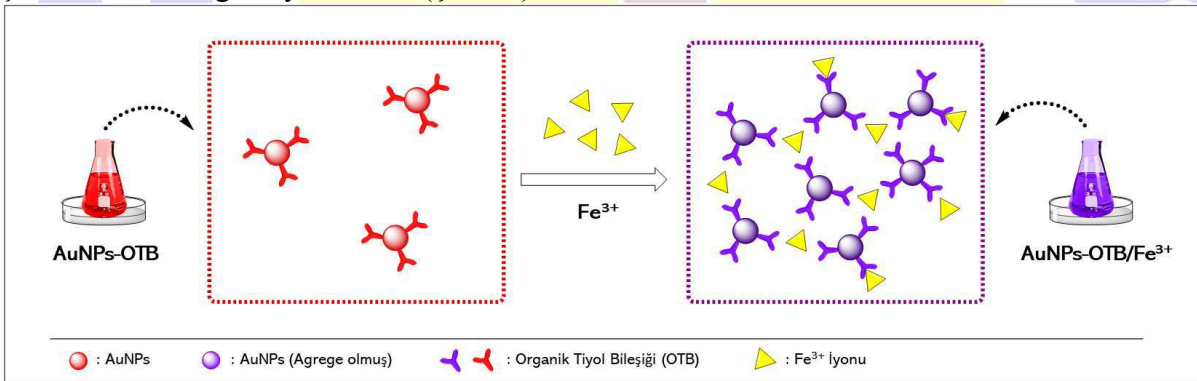
Fe^{3+} tayini sulu ortamda gerçekleştirildiği için suda bulunan farklı metal iyonlarının (Mn^{2+} , Mg^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} , As^{3+} , Cr^{3+} , Hg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{2+}) AuNPs-OTB ile Fe^{3+} iyonu etkileşimine etkisini araştırmak için yarışmalı katyon denemeleri gerçekleştirildi. AuNPs-OTB ve Fe^{3+} iyonu bulunan viallere metal iyonları ayrı ayrı eklenerek hazırlanan çözeltilerin UV-vis spektrumları kaydedildi (Şekil 3a).

Yapılan denemeler sonucunda kullanılan metal iyonlarının AuNPs-OTB/Fe³⁺ iyonu etkileşime kayda değer bir etki göstermediği belirlendi.



Şekil 3. AuNPs-OTB/Fe³⁺ iyonu etkileşime farklı metal iyonlarının (Mn²⁺, Mg²⁺, Co²⁺, Zn²⁺, As³⁺, Cr³⁺, Hg²⁺, Ca²⁺, Fe²⁺) etkisine ait (a) UV-vis spektrumları. (b) Absorpsiyon yoğunlukları.

Son olarak AuNPs-OTB ile Fe³⁺ iyonları arasında gerçekleşen etkileşim mekanizması açıklamak için Prasad ve arkadaşlarının gerçekleştirmiş oldukları çalışma referans alındı [2]. Bu doğrultuda Fe³⁺ iyonu, AuNPs-OTB'nin yapısında var olan oksijen donor atomu üzerinden etkileşime geçmekte ve bu etkileşim sonucunda sensör nanopartiküller (AuNPs-OTB) kümeleşmeye başlayarak agregasyon olayı gerçekleşmektedir. Bunun sonucu olarak kırmızı renkteki AuNPs-OTB çözeltisi mor renge kaymaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. AuNPs-OTB/Fe³⁺ iyonu için önerilen etkileşim mekanizması.

SONUÇLAR

Gerçekleştirilen çalışmada, literatüre, organik tiyol bileşiği (OTB) ile modifiye edilmiş altın nanopartikül (AuNPs) esaslı sulu ortamda Fe³⁺ iyonuna seçimli yeni bir kolorimetrik sensör (AuNPs-OTB) kazandırıldı. AuNPs-OTB olarak adlandırılan sensörün farklı metal iyonları varlığında seçimliliği incelendi ve sadece Fe³⁺ iyonuna cevap verdiği belirlendi. AuNPs-OTB'nin Fe³⁺ tayin limitini belirlemek için artan Fe³⁺ iyonu konsantrasyonunda sensör çözeltilerin UV-vis spektrumları kaydedildi ve tayin limiti 1,6x10⁻⁶ M (1,6 µM) olarak hesaplandı. AuNPs-OTB/Fe³⁺ iyonu etkileşimine diğer metal iyonlarının etkisini incelemek amacıyla yarışmalı kasyon denemeleri gerçekleştirildi. Kullanılan metal iyonlarının seçimliliğe kayda değer bir etki göstermediği gözlemlendi. Son olarak AuNPs-OTB ile Fe³⁺ iyonu arasında gerçekleşen etkileşime ait mekanizma önerildi. Tüm bu çalışmalarla birlikte geliştirilen kolorimetrik sensörün Fe³⁺ iyonu için hızlı, hassas ve kullanışlı bir tayin aracı olduğu belirlendi.

KAYNAKLAR

- [1] Wang Y., Yang M.Y., Zheng M.H., Zhao X.L., Xie Y.Z., Jin J.Y., 2-Pyridylthiazole derivative as ICT-based ratiometric flurescent sensor for Fe(III). *Tetrahedron Letters*, 57 (2016) 2399-2402.
- [2] Buduru P., Reddy S.R., Oxamic acid and p-aminobenzoic acid functionalized gold nanoparticles as a probe for colorimetric detection of Fe³⁺ ion. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 237 (2016) 935-943.

- [3] Memon S.S., Nafady A., Solangi A.R., Al-Enizi A.M., Sirajuddin, shah M.R., Sherazi S.T.H., Memon S., Arain M., Abro M.I., Khattak M.I., Sensitive and selective aggregation based colorimetric sensing of Fe^{3+} via interaction with acetyl salicylic acid derived gold nanoparticles. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 259 (2018) 1006-1012.
- [4] Lin Y.L., Sung R., Sung K., Bis(rhodamine)-based polyether type of turn-on fluorescent sensors: selectively sensing Fe(III) . *Tetrahedron Letters*, 72 (2016) 5744-5748.
- [5] Zhang W., Wnag R., Li P., Zhang W., Pang X., Wang H., Tang B., Fluorescence biosensor for Fe(III) in cells based on Fe(III) catalyze Au-nanocoposites release Au NPs. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 286 (2019) 16-21.
- [6] Anwar A., Minhaz A., Husain S.S., Anwar A., Simjee S.U., Ishaq M., Khan N.A., Shah M.R., Pyrazinium thioacetate capped gold nanoparticles a Fe(III) sensor and Fe(III) marked anti-proliferating agent in human neuroblastoma cells. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 206 (2019) 135-140.
- [7] Zuo Z., song X., Guo D., Guo Z., Niu Q., A dual responsive colorimetric/fluorescent turn-on sensor for highly selective, sensitive and fast detection of Fe^{3+} ions and its applications. *Journal of Photochemistry & Photobiology A: Chemistry*, 382 (2019) 111876.
- [8] Soufeena P.P., Aravindakshan K.K., Antipyrine derived Schiff base: A colorimetric sensor for Fe(III) and "turn-on" fluorescent sensor for Al(III) . *Journal of Luminescence*, 205 (2019) 400-405.
- [9] Salimi F., Kiani M., Karami C., Taher M.A., Colorimetric sensor of detection of Cr(III) and Fe(II) ions in aqueous solutions using gold nanoparticles modified with methylene blue. *Optik*, 158 (2018) 813-825.
- [10] Sun J., Liu L., Cheng F., Hu M., Qin W., Huang R., Wu G., A homochiral lead(II) double-stranded helical coordination network as luminescent sensor for Fe(III) . *Journal of Solid State Chemistry*, 277 (2019) 769-772.
- [11] Kaur R., Kaur N., Kuwar A., Singh N., Colorimetric sensor for detection of trace level Al(III) in aqueous medium based on organic-inorganic nanohybrid. *Chemical Physics Letters*, 722 (2019) 140-145.
- [12] Hsine Z., Bizid S., Zahou I., Hassen B.H., Nasri H., Mlika R., A highly sensitive impedimetric sensor based on iron(III) porphyrin and thermally reduced graphene oxide for detection of Bisphenol A. *Synthetic Metals*, 244 (2018) 27-35.
- [13] Turkevitch J., Stevenson P.C., Hillier J., Nucleation and growth process in the synthesis of colloidal gold. *Discussions of the Faraday Society*, 11 (1951) 55-75.

ÖZEL GRAFLARIN DETOUR MATRİSİNİN SPEKTRAL YARIÇAPI İÇİN SONUÇLAR

Özgür KOCAKERİMOĞLU

Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü

Şerife BÜYÜKKÖSE

Doç. Dr., Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü

Özet

Detour matrisi, kimyada bir moleküler grafin maksimum yol matrisi olarak adlandırılmaktadır.

$G(V, E)$ V nokta ve E kenar kümesinden oluşan basit, bağlantılı bir graf olsun. $|V| = n$ ve $|E| = m$ olmak üzere G 'nin Detour matrisi $DM(G) = (d_{ij})_{n \times n}$ ile gösterilir. Burada d_{ij} , i ve j noktaları arasındaki en uzun mesafedir.

Bir grafta her bir noktanın bir kez kullanıldığı ardışık k nokta dizisine bir k -uzunluğunda yol denir. Başlangıç ve bitiş noktası aynı olan yola devir denir. $|U| = p$ ve $|W| = r$ olmak üzere $V = U \cup W$ ($U \cap W = \emptyset$) şeklinde gösterilmek üzere $G(V, E)$ iki parçalı grafi için her $i \in U$ noktasının derecesi $d_i = r$ ve her $j \in W$ noktasının derecesi $d_j = p$ oluyorsa bu grafa iki parçalı tam graf denir. n noktalı iki parçalı $K_{1, n-1}$ tam grafına star graf denir.

Bu çalışmada star graf, iki parçalı tam graf ve devir için Detour matrisleri incelenmiş ve bu matrisin spektral yarıçapı için alt ve üst sınırlar elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Detour matrisi, Spektral yarıçap, Alt ve üst sınır, Star graf, İki parçalı tam graf, Devir.

GİRİŞ

Öncelikle bu çalışma boyunca kullanacağımız bazı temel kavramları ve notasyonları verelim.

Graf: Graf elemanları nokta olarak adlandırılan sonlu, boş olmayan $V = \{1, 2, \dots, n\}$ noktalar kümesi ve elemanları kenar olarak adlandırılan sonlu E kenarlar kümesinden oluşan (V, E) ikili yapısına denir ve $G = (V, E)$ ya da kısaca G ile gösterilir. Burada

$E = \{\{i, j\} : i, j \in V\}$ ya da $E = \{ij : i, j \in V\}$

şeklinde tanımlanır.

Komşuluk: $G = (V, E)$ grafının herhangi i ve j noktaları arasında en az bir kenar varsa i ve j noktalarına komşudur denir ve $i \sim j$ ile gösterilir.

Derece: Bir grafın herhangi bir i noktasına bağlı kenar sayısına i noktasının derecesi denir ve d_i ile gösterilir.

Yol: Bir grafta her bir noktanın bir kez kullanıldığı ardışık k nokta dizisine bir k -uzunluğunda yol denir.

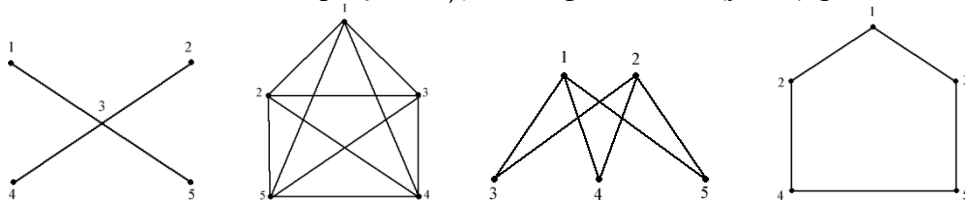
Bağlantılı Graf: Herhangi iki noktası arasında bir yol bulunan grafa bağlantılı graf denir.

Devir: Başlangıç ve bitiş noktası aynı olan yola devir denir ve n noktalı bir devir C_n ile gösterilir.

Tam Graf: G , n noktalı basit grafının herhangi iki noktası arasında bir kenar bulunuyorsa bu grafa tam graf denir ve K_n ile gösterilir.

İki Parçalı Tam Graf: $|U| = p$ ve $|W| = r$ olmak üzere $V = U \cup W$ ($U \cap W = \emptyset$) şeklinde gösterilmek üzere $G(V, E)$ iki parçalı grafi için her $i \in U$ noktasının derecesi $d_i = r$ ve her $j \in W$ noktasının derecesi $d_j = p$ oluyorsa bu grafa iki parçalı tam graf denir ve $K_{p, r}$ ile gösterilir.

Star Graf: n noktalı iki parçalı $K_{1, n-1}$ tam grafına star (yıldız) graf denir.



S_5 Star Graf K_5 Tam Graf $K_{2,3}$ İki Parçalı Tam Graf C_6 Devir

Mesafe: Bir $G = (V, E)$ grafının i ve j noktaları arasındaki minimum kenar sayısına sahip yolun uzunluğudur, yani bu yoldaki kenar sayısıdır. i ve j arasındaki mesafe $d(i, j)$ ile gösterilir.

En uzun mesafe: Bir $G = (V, E)$ grafının i ve j noktaları arasındaki maksimum kenar sayısına sahip yolun uzunluğudur. i ve j noktaları arasındaki en uzun mesafenin kenar sayısını $L(i, j)$ ile göstereceğiz.

Detour Matrisi: G , n noktalı, bağlantılı bir graf olmak üzere G nin $n \times n$ boyutlu Detour matrisi $DM(G) = (d_{ij})_{n \times n}$ şeklinde gösterilir. Burada

$$d_{ij} = \begin{cases} L(i, j) & ; i \neq j \\ 0 & ; i = j \end{cases}$$

şeklinde tanımlanır.

Özellik [2]: G , n noktalı bir tam graf olsun. G 'nin Detour matrisi $DM(G) = (d_{ij})_{n \times n}$ olmak üzere

$$d_{ij} = \begin{cases} d_i & ; i \neq j \\ 0 & ; i = j \end{cases}$$

şeklinde dir.

Daha önce tam grafın Detour matrisi elde edilmiştir. Biz ise bundan yola çıkarak bazı özel grafların Detour matrislerini elde ettik.

Lemma 1 [3]. A , negatif olmayan bir $n \times n$ boyutlu matrisinin en büyük özdeğeri $\rho(A)$ için

$$\min_{1 \leq i \leq n} r_i \leq \rho(A) \leq \max_{1 \leq i \leq n} r_i$$

dir. Eğer A indirgenemezse, eşitliğin olması için gerek ve yeter şart her bir satır toplamının yani her r_i nin birbirine eşit olmasıdır.

GELİŞME

Özellik 1. G , n noktalı bir star graf olsun. G 'nin Detour matrisi $DM(G) = (d_{ij})_{n \times n}$ olmak üzere

$$d_{ij} = \begin{cases} 1 & ; i \sim j \\ 2 & ; i \not\sim j \\ 0 & ; i = j \end{cases}$$

şeklinde dir.

Teorem 1. Bir n noktalı G star grafının spektral yarıçapı λ_1 ise

$$n - 1 \leq \lambda_1 \leq 2n - 3$$

dir.

İspat: Star grafa $n - 1$ dereceli bir tane nokta olup bu nokta j ile gösterilsin. Diğer bütün noktalar 1 derecelidir. 1 dereceli herhangi iki nokta i ve k ile gösterilsin.

$i \sim j$ olduğundan $L(i, j) = 1$ ve $i \not\sim k$ olduğundan $L(i, k) = 2$ dir. Dolayısıyla bir S_n star grafının Detour matrisini $j = 1$ olarak alırsak

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & \cdots & 1 \\ 1 & 0 & 2 & \cdots & 2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & 2 & 2 & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

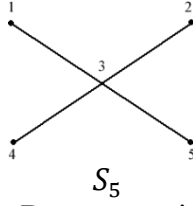
şeklinde ifade edebiliriz. Buradan

$$\min_{1 \leq i \leq n} R_i = 1(n - 1) \text{ ve } \max_{1 \leq i \leq n} R_i = 2(n - 2) + 1$$

olup Lemma 1 den dolayı

$$n - 1 \leq \lambda_1 \leq 2n - 3$$

elde edilir.

Örnek 1.

S_5 star grafi için Detour matrisi:

$$DM(S_5) = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 1 & 2 & 2 \\ 2 & 0 & 1 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 1 & 0 & 2 \\ 2 & 2 & 1 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

S_5 star grafinın Detour matrisinin spektral yarıçapı 6,6 olup gerçekten $n - 1 = 4$ ve $2n - 3 = 7$ olduğundan $n - 1 \leq \lambda_1 \leq 2n - 3$ dir.

Özellik 2. $K_{p,r}$, n noktalı bir iki parçalı tam graf olsun. $K_{p,r}$ 'nin Detour matrisi

$$DM(K_{p,r}) = \begin{bmatrix} A & C \\ C^T & B \end{bmatrix}$$

şeklinde blok matrisi olmak üzere $A = (a_{ij})_{p \times p}$, $B = (b_{ij})_{r \times r}$ ve $C = (c_{ij})_{p \times r}$ için

$$a_{ij} = \begin{cases} 2p - 2 & ; i \neq j \\ 0 & ; i = j \end{cases}, \quad b_{ij} = \begin{cases} 2p & ; i \neq j \\ 0 & ; i = j \end{cases}, \quad c_{ij} = 2p - 1$$

şeklinde dir.

Teorem 2. Bir $K_{p,r}$ iki parçalı tam grafinın spektral yarıçapı λ_1 ise

$$2(p - 1)^2 + r(2p - 1) \leq \lambda_1 \leq p(2p + 2r - 3)$$

dir.

İspat: n noktalı iki parçalı tam graf $K_{p,r}$ ise bu grafin Detour matrisini

$$DM(K_{p,r}) = \begin{bmatrix} A & C \\ C^T & B \end{bmatrix}$$

ve

$A = (a_{ij})_{p \times p}$, $B = (b_{ij})_{r \times r}$ ve $C = (c_{ij})_{p \times r}$ olmak üzere

$$a_{ij} = \begin{cases} 2p - 2 & ; i \neq j \\ 0 & ; i = j \end{cases}, \quad b_{ij} = \begin{cases} 2p & ; i \neq j \\ 0 & ; i = j \end{cases}, \quad c_{ij} = 2p - 1$$

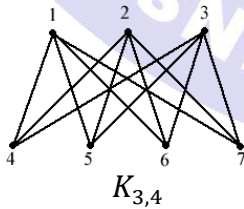
şeklinde bloklar halinde yazabiliriz. $DM(K_{p,r})$ matrisinin bloklara ayrılmış hâlden ve A, B, C matrislerinin yapısından dolayı A matrisinin bulunduğu satırda

$$\min_{1 \leq i \leq n} R_i = (p - 1)(2p - 2) + r(2p - 1)$$

B matrisinin bulunduğu satırda ise

$$\max_{1 \leq i \leq n} R_i = p(2p - 1) + (r - 1)2p$$

olduğundan Lemma 1 uygulanırsa iddia elde edilir.

Örnek 2:

$K_{3,4}$ iki parçalı tam grafi için Detour matrisi:

$$DM(K_{3,4}) = \begin{bmatrix} 0 & 4 & 4 & 5 & 5 & 5 & 5 \\ 4 & 0 & 4 & 5 & 5 & 5 & 5 \\ 4 & 4 & 0 & 5 & 5 & 5 & 5 \\ 5 & 5 & 5 & 0 & 6 & 6 & 6 \\ 5 & 5 & 5 & 6 & 0 & 6 & 6 \\ 5 & 5 & 5 & 6 & 6 & 0 & 6 \\ 5 & 5 & 5 & 6 & 6 & 6 & 0 \end{bmatrix}$$

$K_{3,4}$ iki parçalı tam grafinın Detour matrisinin spektral yarıçapı 31,02 olup gerçekten

$2(p - 1)^2 + r(2p - 1) = 28$ ve $p(2p + 2r - 3) = 33$ olduğundan

$2(p - 1)^2 + r(2p - 1) \leq \lambda_1 \leq p(2p + 2r - 3)$ dir.

Özellik 3. G , n noktalı bir devir olsun. G 'nin Detour matrisi $DM(G) = (d_{ij})_{n \times n}$ olmak üzere

$$d_{ij} = \begin{cases} n-1 & ; i \sim j \\ n-d(i,j) & ; i \not\sim j \\ 0 & ; i = j \end{cases}$$

şeklindedir.

Teorem 3. Bir n noktalı C_n devir grafinin spektral yarıçapı λ_1 ise

$$\lambda_1 = \begin{cases} 2\alpha n - \alpha(\alpha + 1) & ; n \text{ tek} \\ \frac{3n^2 - 4n}{4} & ; n \text{ çift} \end{cases}$$

olup burada $\alpha = \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor$ dir.

İspat: C_n devir grafinin Detour matrisi n nin tek ve çift olmasına göre sırasıyla

$$\begin{bmatrix} 0 & n-1 & n-2 & \cdots & \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor & \cdots & n-2 & n-1 \\ n-1 & 0 & n-1 & \cdots & \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor & \cdots & n-3 & n-2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \cdots & \vdots & \vdots \\ n-1 & n-2 & n-3 & \cdots & \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor & \cdots & n-1 & 0 \end{bmatrix}$$

ve

$$\begin{bmatrix} 0 & n-1 & n-2 & \cdots & \frac{n}{2} & \cdots & n-2 & n-1 \\ n-1 & 0 & n-1 & \cdots & \frac{n}{2} & \cdots & n-3 & n-2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \cdots & \vdots & \vdots \\ n-1 & n-2 & n-3 & \cdots & \frac{n}{2} & \cdots & n-1 & 0 \end{bmatrix}$$

şeklinde yazılabilir. Detour matrisinin satır ve sütun toplamı birbirine eşit olup Lemma 1 kullanılırsa

$$\lambda_1 = \min_{1 \leq i \leq n} R_i = \max_{1 \leq i \leq n} R_i$$

dir. Bu sebeple Detour matrisinin herhangi bir satır toplamı R_i olmak üzere n tek ise;

$$\begin{aligned} \lambda_1 = R_i &= 2(n-1) + 2(n-2) + \cdots + 2\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor \\ &= 2\left\{(n-1) + (n-2) + \cdots + \left(n - \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor\right)\right\} \\ &= 2\left\{(n+n+\cdots+n) - \left(1+2+\cdots+\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor\right)\right\} \\ &= 2n\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor\left(\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor + 1\right) \end{aligned}$$

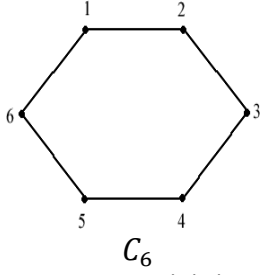
$\alpha = \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor$ alırsak;

$$\lambda_1 = 2\alpha n - \alpha(\alpha + 1)$$

n çift ise;

$$\begin{aligned} \lambda_1 = R_i &= 2(n-1) + 2(n-2) + \cdots + 2\left(n - \left(\frac{n}{2} - 1\right)\right) + \frac{n}{2} \\ &= 2\left\{(n-1) + (n-2) + \cdots + \left(n - \left(\frac{n}{2} - 1\right)\right)\right\} + \frac{n}{2} \\ &= 2\left\{(n+n+\cdots+n) - \left[1+2+\cdots+\left(\frac{n}{2}-1\right)\right]\right\} + \frac{n}{2} \\ &= 2\left\{n\left(\frac{n}{2}-1\right) - \frac{(n^2-2n)}{8}\right\} + \frac{n}{2} \\ &= (n^2 - 2n) - \frac{(n^2-2n)}{4} + \frac{n}{2} \\ &= \frac{3(n^2-2n)}{4} + \frac{n}{2} \\ &= \frac{3n^2-4n}{4} \end{aligned}$$

Böylece ispat tamamlanır.

Örnek 3:

C_6 deviri için Detour matrisi:

$$DM(C_6) = \begin{bmatrix} 0 & 5 & 4 & 3 & 4 & 5 \\ 5 & 0 & 5 & 4 & 3 & 4 \\ 4 & 5 & 0 & 5 & 4 & 3 \\ 3 & 4 & 5 & 0 & 5 & 4 \\ 4 & 3 & 4 & 5 & 0 & 5 \\ 5 & 4 & 3 & 4 & 5 & 0 \end{bmatrix}$$

C_6 devirinin Detour matrisinin spektral yarıçapı 21 olup gerçekten n çift olduğundan

$$\lambda_1 = \frac{3n^2 - 4n}{4} = 21 \text{ olarak bulunur.}$$

SONUÇ

Bu özel graflar için incelenen özellik ve sınırlar n noktalı bir graf için genelleştirilebilir.

KAYNAKÇA

- [1] A. E. Brouwer, W.H. Haemers, Spectra of Graphs, Springer, 2012.
- [2] D. Janežič, A. Miličević, S. Nikolić, N. Trinajstić, Graph-Theoretical Matrices in Chemistry, CRC Press, 2015.
- [3] H. Minc, Nonnegative Matrices, John and Sons. Inc., New York, 1988.
- [4] N. Trinajstić, S. Nikolić, B. Lučić, The Detour Matrix in Chemistry, J. Chem. Inf. Compt. Sci., 1997, 37, 631-638.
- [5] Ö. Kocakerimoğlu, Ş. Büyükköse, The Energy and Randic Index of Weighted-Detour Matrix, 1.Uluslararası 23 Nisan Multidisipliner Çalışmalar Kongresi, 23 Nisan 2019, https://docs.wixstatic.com/ugd/614b1f_189eed1edd9a43648cbefd7e02e4317c.pdf, 334-340.
- [6] R.B. Bapat, Graphs and Matrices, Springer, 2010.
- [7] Ş. Büyükköse, G. Gök Kaya, Graf Teoriye Giriş, Nobel Akademik Yayıncılık, 2.Baskı, 2019.

SAYISAL İNTEGRAL YÖNTEMİ OLARAK BİLİNER RUNGE – KUTTA YÖNTEMİNİN YENİ BİR UYGULAMASI

A NEW APPLICATION OF THE RUNGE-KUTTA METHOD WHICH IS KNOWN AS A NUMERICAL INTEGRATION METHOD

Seval ÇATAL

*Prof.Dr.,Dokuz Eylül Üniversitesi, Müh. Fak. İnşaat Mühendisliği Bölümü
(Uygulamalı Matematik)*

Özet

Bu çalışmada, uygulamada çok sık karşılaşılan diferansiyel denklemlerin başlangıç değer problemlerinin çözümü üzerinde durulmuştur. Bazı diferansiyel denklemlerin analitik olarak çözümleri elde edilemediği için sayısal integral yöntemi denklemin izi hakkında bilgi edinebilmenin tek yoludur. Analitik çözümlerinin elde edilemeyen diferansiyel denklemler için yaklaşık çözüm yöntemleri vardır. Bunların en yaygın olanları arasında Runge-Kutta, Adams-Bashforth-Moulton ve geri fark türev formülleri verilebilir. Bu çalışmada Runge-Kutta yönteminin farklı mertebedeki algoritmik yapıları ele alınmış, bu yapılar birinci ve ikinci mertebeden başlangıç değer probleminin çözümlerinde kullanılmış, bilgisayar programı yazılmış ve yazılan program kullanılarak çözümlenen sayısal örnekler ile algoritmik yapılar desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Başlangıç değer problemi, sayısal integral, Runge-Kutta Yöntemi, Runge-Kutta-Gill yöntemi.

Abstract

In this study, the solution of the initial value problems of differential equations mostly met in practice. Since the analytical solutions of some differential equations cannot be obtained numerical integration method is the only way of getting information about the trace of the equation. These kinds of equations have a lot of solution methods. Runge-Kutta, Adams-Bashforth-Moulton, and backward difference derivation formulas are among the most known methods. In this study, the algorithmic structures of Runge-Kutta method of different order have been considered; these structures have been used in the solutions of first order and second order initial value problems. The algorithmic structures have been supported by solved numerical examples using the computer program written by the author.

Keywords: Initial value problem, numeric integral, Runge-Kutta method, Runge-Kutta-Gill method.

1.Giriş

Bazı diferansiyel denklemlerin analitik çözümleri elde edilemediği için, sayısal integral bu tip denklemlerin izleri hakkında bilgi edinebilmek için tek yoldur. Diferansiyel denklemlerin bu tiplerinin çözümü için pek çok yöntem geliştirilmiştir. Fakat bunların en yaygın olanları arasında Runge-Kutta, Adams-Bashforth-Moulton ve geri fark türev formülleri yöntemleri verilebilir. Tüm bu yöntemler aynı amaçlı yöntemler olup, diferansiyel denklemlerden farklı görüntüler elde ederler. Ancak tartışmasız olarak söylenebilir ki bu yöntemlerin içinde Runge-Kutta çözüm ailesi sayısal integral için en iyi ve en kullanışlı yöntemdir.

Bu yöntem uygulamalı matematik profesörlerinden olan Alman matematikçi Carl David Tolmé Runge (1856-1927) ve Wilhelm Kutta (1867-1944) tarafından ortaya konmuştur.

Algoritmik bir yapıya sahip olan Runge–Kutta yöntemi oldukça kullanışlı sayısal yöntemlerden birisidir (Kreyszig, 1993), (Kaw, 2010).

2. Runge – Kutta Yöntemi

Uygulamalı matematiğin pek çok problemi, genel olarak bir diferansiyel denklem olarak karşımıza çıkmaktadır. n.inci mertebeden bir diferansiyel denklem aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$$F(x, y, y', y'', \dots, y^{(n)}) = 0 \quad (1)$$

(1) nolu denklemi sağlayan $x \in [a, b]$ için $y = f(x)$ fonksiyonunun bulunması problemine diferansiyel denklemin çözümü denir. Diferansiyel denklemin özel çözümünün bulunabilmesi için diferansiyel denklemin mertebesi kadar koşulun verilmesi gerekir. Eğer bu koşullar bağımsız değişken x 'in sadece bir değeri için verilmiş ise problem Başlangıç Değer Problemi (BDP) olarak, bağımsız değişken x 'in en az iki değeri için verilmiş ise Sınır Değer Problemi (SDP) olarak isimlendirilir. Bu çalışmada, başlangıç değer probleminin çözümü üzerinde durulmuştur.

2.1. Birinci mertebeden başlangıç değer probleminin Runge–Kutta yöntemi ile çözümü

Genel olarak birinci mertebeden bir başlangıç değer problemi aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$y' = f(x, y) \quad y(x_0) = y_0 \quad (2)$$

Burada; $y(x)$ fonksiyonunun $(x_n + h)$ noktasındaki Taylor serisi açılımı aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$y_{n+1} = y_n + \frac{h}{1!} y'_n + \frac{h^2}{2!} y''_n + \frac{h^3}{3!} y'''_n + \dots + \frac{h^{(p)}}{p!} y^{(p)}_n + O(h^{(p+1)}) \quad (3)$$

Buradaki $y'_n, y''_n, y'''_n, \dots$ ile gösterilen türev değerleri ise aşağıda tanımlandığı şekilde elde edilir.

$$\begin{aligned} y'_n &= f(x_n, y_n) = f_n \\ y''_n &= \left(\frac{df}{dx} \right)_n = f_x(x_n, y_n) + f_y(x_n, y_n) f(x_n, y_n) = (f_x + f_y f)_n \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} y'''_n &= \left(\frac{d^2 f}{dx^2} \right)_n = f_{xx}(x_n, y_n) + 2f_{xy}(x_n, y_n) f(x_n, y_n) + f_{yy}(x_n, y_n) f^2(x_n, y_n) \\ &= (f_{xx} + f_{xy} f + f_{yy} f^2)_n \\ &\vdots \end{aligned}$$

Temel Runge yöntemi, daha sonra Kutta tarafından iyileştirilerek Runge – Kutta yöntemi ismi ile anılmaya başlanmış olup p mertebeli olarak çeşitli tiplere sahiptir (Cartwright, 1995). Runge-Kutta ailesi daha sonra Runge-Kutta-Merson (birinci mertebeden diferansiyel

denklemler) (Bajgait, 1990), Runge-Kutta-Fehlberg (birinci mertebeden diferansiyel denklemler), (Bajgait, 1990), Runge-Kutta-Nyström (ikinci mertebeden diferansiyel denklemler), (Kreyszig, 1993), Runge-Kutta-Gill (ikinci mertebeden diferansiyel denklemler) (Wang, 1966) gibi isimlerle genişlemiş olarak karşımıza çıkmaktadır (Kaw, 2010).

2.1.1. $p = 1$ olması hali

(3) nolu bağıntıda $p = 1$ olması durumunda yöntem iyileştirilmiş Euler yönteminden farklı değildir. (2) nolu bağıntı ile verilen birinci mertebeden diferansiyel denklemin çözümü aşağıdaki bağıntı ile verilir:

$$y_{n+1} = y_n + hf(x_n, y_n) \quad (5)$$

$y' = f(x, y)$ diferansiyel denkleminin Euler bağıntısı aşağıdaki şekilde elde edilir:

$$\begin{aligned} y(x) &= \int_0^x f(x, y) dx \\ \Rightarrow y_{n+1} &= \int_0^{x_n} f(x, y) dx + \int_{x_n}^{x_{n+1}} f(x, y) dx \\ &= y_n + \int_{x_n}^{x_{n+1}} f(x, y) dx \\ &= y_n + (x_{n+1} - x_n) f(x_n, y_n) \\ &= y_n + hf(x_n, y_n) \end{aligned}$$

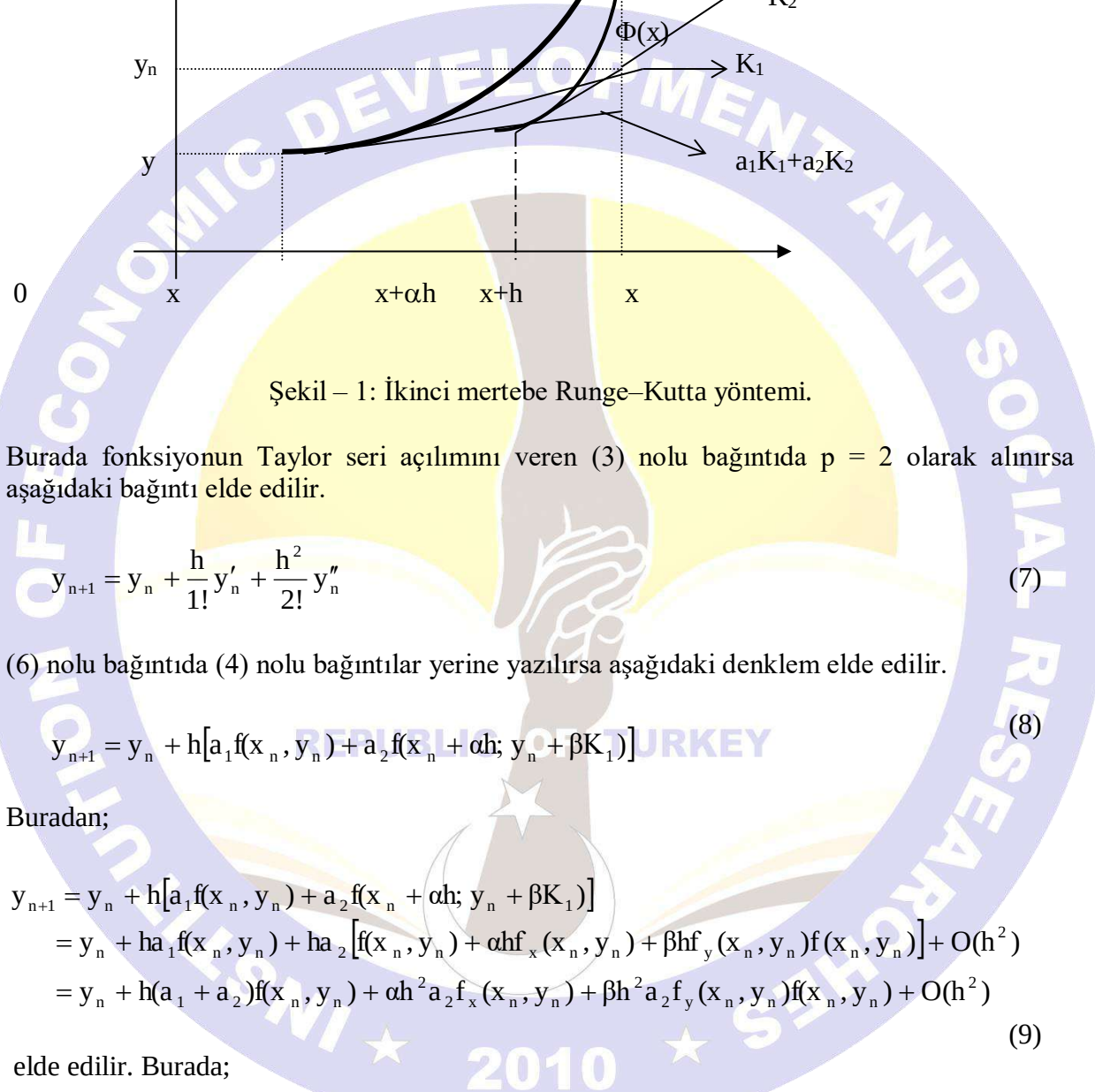
Görüldüğü üzere (1) nolu diferansiyel denklemin Euler ve Runge-Kutta ($p = 1$ olması hali) yönteminin formülasyonları birbirine denktir.

2.1.2. $p = 2$ olması hali

(3) nolu bağıntıda $p = 2$ için ikinci mertebe Runge-Kutta yöntemi aşağıdaki gibi tanımlanır ve Şekil-1 ile gösterilir (Frontuni, 1998; Bulut, 1998; Gerald & Wheatley, 1989).

a_1, a_2 ler sabitler, α ve β parametreleri $0 \leq \alpha \leq 1$, $0 \leq \beta \leq 1$ olacak şekilde tanımlansın.

$$\begin{aligned} y_{n+1} &= y_n + a_1 K_1 + a_2 K_2 \\ \Rightarrow K_1 &= hf(x_n, y_n) \\ K_2 &= hf(x_n + \alpha h; y_n + \beta K_1) \end{aligned} \quad (6)$$



Şekil – 1: İkinci mertebe Runge–Kutta yöntemi.

Burada fonksiyonun Taylor seri açılımını veren (3) nolu bağıntıda $p = 2$ olarak alınırsa aşağıdaki bağıntı elde edilir.

$$y_{n+1} = y_n + \frac{h}{1!} y'_n + \frac{h^2}{2!} y''_n \quad (7)$$

(6) nolu bağıntıda (4) nolu bağıntılar yerine yazılırsa aşağıdaki denklem elde edilir.

$$y_{n+1} = y_n + h[a_1 f(x_n, y_n) + a_2 f(x_n + \alpha h; y_n + \beta K_1)] \quad (8)$$

Buradan;

$$\begin{aligned}
y_{n+1} &= y_n + h[a_1 f(x_n, y_n) + a_2 f(x_n + \alpha h; y_n + \beta K_1)] \\
&= y_n + ha_1 f(x_n, y_n) + ha_2 [f(x_n, y_n) + \alpha h f_x(x_n, y_n) + \beta h f_y(x_n, y_n) f(x_n, y_n)] + O(h^2) \\
&= y_n + h(a_1 + a_2) f(x_n, y_n) + \alpha h^2 a_2 f_x(x_n, y_n) + \beta h^2 a_2 f_y(x_n, y_n) f(x_n, y_n) + O(h^2)
\end{aligned} \tag{9}$$

elde edilir. Burada;

$$f(x_n + \alpha h; y_n + \beta K_1) = f(x_n, y_n) + \alpha h f_x(x_n, y_n) + \beta h f_y(x_n, y_n) f(x_n, y_n)$$

olarak tanımlanmaktadır. (7) ve (9) nolu bağıntıların denkleğinden katsayılar arasında aşağıdaki şekilde dört bilinmeyenli üç denklem içeren lineer denklem takımı elde edilir.

$$a_1 + a_2 = 1 \quad \alpha \ a_2 = 1/2 \quad \beta \ a_2 = 1/2 \quad (10)$$

Yöntemin lokal hatası $O(h^3)$, global hatası $O(h^2)$ dir (Bajgait vd., 1990). Burada; a_1 , a_2 , α ve β parametreleri farklı seçimlerde aşağıdaki gibi yazılır.

1. Modifiye edilmiş Euler formülü:

$$a_1 = 1 \quad a_2 = 0 \quad \alpha = \beta = 1/2$$

$$y_{n+1} = y_n + h f(x_n + h/2; y_n + (h/2) f(x_n, y_n))$$

2. Heun formülü:

$$a_1 = 1/2 \quad a_2 = 1/2 \quad \alpha = \beta = 1$$

$$y_{n+1} = y_n + (h/2)[f(x_n, y_n) + f(x_n + h; y_n + h f(x_n, y_n))]$$

2.1.3. $p = 3$ olması hali

(3) nolu bağıntıda $p = 3$ için üçüncü mertebe Runge–Kutta yöntemi aşağıdaki gibi tanımlanır (Wang, 1966):

a_1, a_2, a_3 ler sabitler, $\alpha, \beta, \gamma, \theta, v$ parametreleri $[0, 1]$ aralığında tanımlı olsun.

$$y_{n+1} = y_n + a_1 K_1 + a_2 K_2 + a_3 K_3$$

$$\Rightarrow K_1 = hf(x_n, y_n)$$

$$K_2 = hf(x_n + \alpha h; y_n + \beta K_1)$$

$$K_3 = hf(x_n + \gamma h; y_n + \theta K_2 - v K_1)$$

(11)

Burada fonksiyonun Taylor seri açılımını veren (3) nolu bağıntıda $p = 3$ alınırsa aşağıdaki bağıntı elde edilir.

$$y_{n+1} = y_n + \frac{h}{1!} y'_n + \frac{h^2}{2!} y''_n + \frac{h^3}{3!} y'''_n \quad (12)$$

(6) nolu bağıntıda (4) nolu bağıntılar yerine yazılırsa aşağıdaki denklem elde edilir.

$$y_{n+1} = y_n + h a_1 f(x_n, y_n) + h a_2 f(x_n + \alpha h; y_n + \beta K_1) + h a_3 f(x_n + \gamma h; y_n + \theta K_2 - v K_1) \quad (13)$$

Buradan;

$$\begin{aligned}
& f(x_n + \gamma h; y_n + \theta K_2 - v K_1) = f(x_n, y_n) \\
& + h[\gamma f_x(x_n, y_n) + \theta f_y(x_n, y_n)f(x_n, y_n) - v f_y(x_n, y_n)f(x_n, y_n)] \\
& + h^2 \theta [\alpha f_{xx}(x_n, y_n) + (\alpha + \beta) f_{xy}(x_n, y_n)f(x_n, y_n) + \beta f_{yy}(x_n, y_n)f^2(x_n, y_n)] \\
\Rightarrow y_{n+1} = y_n & + h(a_1 + a_2 + a_3)f(x_n, y_n) \\
& + h^2[(\alpha a_2 + \gamma a_3) f_x(x_n, y_n) + (a_2 \beta + a_3 \theta - a_3 v) f_y(x_n, y_n)f(x_n, y_n)] \\
& + \theta h^3 a_3 [\alpha f_{xx}(x_n, y_n) + (\alpha + \beta) f_{xy}(x_n, y_n)f(x_n, y_n) + \beta f_{yy}(x_n, y_n)f^2(x_n, y_n)] + O(h^4)
\end{aligned} \tag{14}$$

elde edilir. (12) ve (14) nolu bağıntıların denkleğinden katsayılar arasında sekiz bilinmeyenli altı denklemlili lineer denklem takımı elde edilir.

$$\begin{aligned}
a_1 + a_2 + a_3 &= 1 & \alpha a_2 + \gamma a_3 &= 1/2 & \beta a_2 + \theta a_3 - v a_3 &= 1/2 \\
\alpha \theta a_3 &= 1/6 & \theta(\alpha + \beta) a_3 &= 2/6 & \beta \theta a_3 &= 1/6
\end{aligned} \tag{15}$$

Yöntemin lokal hatası $O(h^5)$, global hatası $O(h^4)$ dür.

Ayrıca; (3) nolu bağıntıda $p = 3$ için üçüncü mertebe Runge–Kutta yöntemi yukarıda bahsedilenden farklı olarak aşağıdaki şekilde de tanımlanabilir:

a_1, a_2, a_3 ler sabitler, $\alpha, \beta, \gamma, \theta$ parametreleri $[0, 1]$ aralığında tanımlı olsun.

$$\begin{aligned}
y_{n+1} &= y_n + a_1 K_1 + a_2 K_2 + a_3 K_3 \\
\Rightarrow K_1 &= h f(x_n, y_n) \\
K_2 &= h f(x_n + \alpha h; y_n + \beta K_1) \\
K_3 &= h f(x_n + \gamma h; y_n + \theta K_2)
\end{aligned} \tag{16}$$

Burada fonksiyonun Taylor seri açılımını veren (3) nolu bağıntıda $p = 3$ alınması ile (12) nolu bağıntı elde edilir. (16) nolu bağıntıda (4) nolu bağıntılar yerine yazılır ise aşağıdaki denklem elde edilir.

$$y_{n+1} = y_n + h a_1 f(x_n, y_n) + h a_2 f(x_n + \alpha h; y_n + \beta K_1) + h a_3 f(x_n + \gamma h; y_n + \theta K_2) \tag{17}$$

Burada;

$$\begin{aligned}
f(x_n + \gamma h; y_n + \theta K_2) &= f(x_n, y_n) + h[\gamma f_x(x_n, y_n) + \theta f_y(x_n, y_n)f(x_n, y_n)] \\
&+ h^2 \theta [\alpha f_{xx}(x_n, y_n) + (\alpha + \beta) f_{xy}(x_n, y_n)f(x_n, y_n) + \beta f_{yy}(x_n, y_n)f^2(x_n, y_n)] \\
\Rightarrow y_{n+1} &= y_n + h(a_1 + a_2 + a_3)f(x_n, y_n) \\
&+ h^2[(\alpha a_2 + \gamma a_3) f_x(x_n, y_n) + (\beta a_2 + \theta a_3) f_y(x_n, y_n)f(x_n, y_n)] \\
&+ h^3 \theta a_3 [\alpha f_{xx}(x_n, y_n) + (\alpha + \beta) f_{xy}(x_n, y_n)f(x_n, y_n) + \beta f_{yy}(x_n, y_n)f^2(x_n, y_n)] + O(h^4)
\end{aligned} \tag{18}$$

elde edilir. (12) ve (18) nolu bağıntıların denkleğinden katsayılar arasında yedi bilinmeyenli altı denklem içeren lineer denklem takımı elde edilir.

$$\begin{aligned}
a_1 + a_2 + a_3 &= 1 & \alpha a_2 + \gamma a_3 &= 1/2 & \beta a_2 + \theta a_3 &= 1/2 \\
\alpha \theta a_3 &= 1/6 & \theta(\alpha + \beta) a_3 &= 2/6 & \beta \theta a_3 &= 1/6
\end{aligned} \tag{19}$$

Üçüncü mertebe Runge-Kutta yönteminde (11) nolu bağıntıda tanımlandığı gibi bir seri açılımı alındığında sekiz bilinmeyenli altı denklem elde edilirken (16) nolu bağıntıda tanımlanmış olduğumuz açılıma göre alındığında yedi bilinmeyenli altı denklem elde edilmiş, parametreye göre seçim daha kolay olmakta, işlem bazında bilgisayar ortamına aktarım daha basit olmakta, böylece süre kısaltmakta ve hata olasılığı azalmaktadır.

2.1.4. $p = 4$ olması hali

(3) nolu bağıntıda $p = 4$ için dördüncü mertebe Runge-Kutta yöntemi aşağıdaki şekilde tanımlanır (Raven, 1966).

a_1, a_2, a_3, a_4 ler sabitler, $\alpha, \beta, \gamma, \theta, \nu, \tau$ parametreleri $[0, 1]$ aralığında tanımlı olsun.

$$\begin{aligned}
y_{n+1} &= y_n + a_1 K_1 + a_2 K_2 + a_3 K_3 + a_4 K_4 \\
\Rightarrow K_1 &= hf(x_n, y_n) \\
K_2 &= hf(x_n + \alpha h; y_n + \beta K_1) \\
K_3 &= hf(x_n + \gamma h; y_n + \theta K_2) \\
K_4 &= hf(x_n + \nu h; y_n + \tau K_3)
\end{aligned} \tag{20}$$

Burada fonksiyonun Taylor seri açılımını veren (3) nolu bağıntıda $p = 4$ alındığında elde edilen denklem ile (20) nolu bağıntıda (4) nolu bağıntılar yerine yazıldığında elde edilen denklemin denklighinden katsayılar arasında onüç bilinmeyenli onbir denklem içeren lineer denklem takımı elde edilir. Onbir denklem iki keyfi bilinmeyene göre çözülür.

Yöntemin lokal hatası $O(h^5)$, global hatası $O(h^4)$ tür.

Bu çalışmada yer alan bazı Runge – Kutta yöntemlerinin tablo gösterimi ise aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

a. İkinci mertebeden Runge-Kutta yöntemi için:

$$(a_1 = a_2 = 1/2, \alpha = \beta = 1)$$

0	0	0
α	α	0
$1-1/2\alpha$	$1/2\alpha$	

$$\alpha \neq 0$$

0	0	0
$1/2$	$1/2$	0
0	1	

$$\alpha = 1/2 \text{ (Euler)}$$

0	0	0
1	1	0
$1/2$	$1/2$	

$$\alpha = 1 \text{ (Heun)}$$

b. Üçüncü mertebeden Runge-Kutta yöntemi:

0	0	0	0
1/2	1/2	0	0
3/4	0	3/4	0
	2/9	1/3	4/9

(Honnorat,2000)

0	0	0	0
1/2	1/2	0	0
1	-1	2	0
	1/6	2/3	1/6

((11)nolu bağıntı için)

0	0	0	0
1/2	1/2	0	0
1	0	1	0
	1/3	1/3	1/3

((16) nolu bağıntı için)

$$a_1 = 2/9 \quad a_2 = 1/3 \quad a_3 = 4/9$$

$$\alpha = \beta = 1/2, \gamma = 3/4, \theta = 0, v = 3/4$$

c.Dördüncü mertebeden Runge-Kutta yöntemi:

$$a_1 = 1/6 \quad a_2 = 4/6 \quad a_3 = 1/6$$

$$\alpha = \beta = 1/2, \gamma = 1, \theta = 2, v = 1$$

$$a_1 = 1/3 \quad a_2 = 1/3 \quad a_3 = 1/3$$

$$\alpha = \beta = 1/2, \gamma = \theta = 1$$

0	0	0	0	0
1/2	1/2	0	0	0
1/2	0	1/2	0	0
1	0	0	1	0
	1/6	2/6	2/6	1/6

$$a_1 = 1/6 \quad a_2 = 2/6 \quad a_3 = 2/6 \quad a_4 = 1/6$$

$$\alpha = \beta = \gamma = \theta = 1/2, v = \tau = 1$$

3.İkinci Mertebeden Başlangıç Değer Probleminin Runge-Kutta Yöntemi İle Çözümü

Genel olarak ikinci mertebeden bir başlangıç değer probleminin kapalı formu aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$f(x, y, y', y'') = 0 \quad y(x_0) = y_0 \quad y'(x_0) = y_1 \quad (21)$$

Doğrusal olmayan bu tip denklemlerin analitik çözümü her zaman mümkün olmadığı için bu tip diferansiyel denklemlerin çözümleri için yaklaşık hesap yöntemlerine başvurulur. Bunlardan; Roughest sayısal hesap yöntemi, Runge-Kutta-Nyström sayısal hesap yöntemi örnek olarak verilebilir (Kreyzing,1993), (Kaw, 2010). Bu çalışmada bu tip problemlerin çözümüne ışık tutacak algoritmik yapıya sahip yeni bir bakış açısına yer verilmiştir.

3.1.Runge-Kutta-Gill yöntemi

Runge-Kutta yönteminden elde edilen Runge-Kutta-Gill yöntemi bilgisayar algoritmasına uygun bir yöntemdir. İkinci mertebeden başlangıç değer problemine uygulanan bu yöntem, genel olarak (21) nolu bağıntıda verildiği üzere ikinci mertebeden diferansiyel denklem aşağıda tanımlandığı şekilde farklı iki tane birinci mertebeden diferansiyel denkleme indirgenir.

$$v = y' = g(x, y, v) \quad \text{ve} \quad v' = y'' = f(x, y, v) \quad (22)$$

Runge-Kutta-Gill yöntemi (20) nolu bağıntıda parametrelerin $a_1 = a_4 = 1/6$, $a_2 = a_3 = 2/6$, $\alpha = \beta = \gamma = \theta = 1/2$, $v = \tau = 1$ olarak seçilmesi durumunda (22) nolu denkleme aşağıda tanımlı adım adım yaklaşım ile uygulanır (Wang,1966):

$$\begin{aligned}
 y_{n+1} &= y_n + \frac{1}{6}(K_1 + 2K_2 + 2K_3 + K_4) \\
 v_{n+1} &= v_n + \frac{1}{6}(M_1 + 2M_2 + 2M_3 + M_4) \\
 \Rightarrow K_1 &= hg(x_n, y_n, v_n) \\
 K_2 &= hg(x_n + h/2; y_n + (h/2)K_1; v_n + (h/2)M_1) \\
 K_3 &= hg(x_n + h/2; y_n + (h/2)K_2; v_n + (h/2)M_2) \\
 K_4 &= hg(x_n + h; y_n + hK_3; v_n + hM_3) \\
 \Rightarrow M_1 &= hf(x_n, y_n, v_n) \\
 M_2 &= hf(x_n + h/2; y_n + (h/2)K_1; v_n + (h/2)M_1) \\
 M_3 &= hf(x_n + h/2; y_n + (h/2)K_2; v_n + (h/2)M_2) \\
 M_4 &= hf(x_n + h; y_n + hK_3; v_n + hM_3)
 \end{aligned} \tag{23}$$

Dördüncü mertebe ($p = 4$ olması hali) Runge-Kutta yöntemi ikinci mertebeden diferansiyel denkleme uygulanması ile Runge-Kutta-Gill yöntemi olarak isimlendirilen bu yönteme benzer olarak aşağıdaki bağıntı verilebilir.

(11) nolu bağıntı ile tanımlı ($p = 3$ olması hali) Runge-Kutta yönteminde elde edilen denklem sisteminde parametrelerin $a_1 = a_3 = 1/6$, $a_2 = 4/6$, $\alpha = \beta = 1/2$, $\gamma = 1$, $\theta = 2$, $v = 1$ olarak seçimi ile (22) nolu bağıntı ile tanımlı ikinci mertebeden diferansiyel denkleme uygulanırsa aşağıda tanımlı bağıntı elde edilir.

$$\begin{aligned}
 y_{n+1} &= y_n + \frac{1}{6}(K_1 + 4K_2 + K_3) \\
 v_{n+1} &= v_n + \frac{1}{6}(M_1 + 4M_2 + M_3) \\
 \Rightarrow K_1 &= hg(x_n, y_n, v_n) \\
 K_2 &= hg(x_n + h/2; y_n + (h/2)K_1; v_n + (h/2)M_1) \\
 K_3 &= hg(x_n + h; y_n + 2hK_2 - hK_1; v_n + 2hM_2 - hM_1) \\
 \Rightarrow M_1 &= hf(x_n, y_n, v_n) \\
 M_2 &= hf(x_n + h/2; y_n + (h/2)K_1; v_n + (h/2)M_1) \\
 M_3 &= hf(x_n + h; y_n + 2hK_2 - hK_1; v_n + 2hM_2 - hM_1)
 \end{aligned} \tag{24}$$

(16) nolu bağıntı ile tanımlı ($p = 3$ olması hali) Runge-Kutta yönteminde elde edilen lineer denklem sisteminde parametrelerin $a_1 = a_2 = a_3 = 1/3$, $\alpha = \beta = 1/2$, $\gamma = \theta = 1$ şeklinde tanımlanması ile (22) nolu bağıntı ile tanımlı ikinci mertebeden diferansiyel denkleme uygulanırsa aşağıda tanımlı bağıntı elde edilir.

$$\begin{aligned}
y_{n+1} &= y_n + \frac{1}{3}(K_1 + 4K_2 + K_3) \\
v_{n+1} &= v_n + \frac{1}{3}(M_1 + 4M_2 + M_3) \\
\Rightarrow K_1 &= hg(x_n, y_n, v_n) \\
K_2 &= hg(x_n + h/2; y_n + (h/2)K_1; v_n + (h/2)M_1) \\
K_3 &= hg(x_n + h; y_n + hK_2; v_n + hM_2) \\
\Rightarrow M_1 &= hf(x_n, y_n, v_n) \\
M_2 &= hf(x_n + h/2; y_n + (h/2)K_1; v_n + (h/2)M_1) \\
M_3 &= hf(x_n + h; y_n + hK_2; v_n + hM_2)
\end{aligned} \tag{25}$$

4.Sayısal Uygulama

Çalışmanın bu bölümünde tanımlanan algoritmik yapıları pekiştirici iki tip örnek ele alınmış ve sayısal sonuçlara yer verilmiştir.

4.1.Birinci mertebeden başlangıç değer problemi

Bu çalışmanın ikinci bölümünde yer alan bağıntılar için aşağıdaki başlangıç değer problemi ele alınmıştır.

$$y' = 2x + y \quad y(0) = 1 \tag{26}$$

Sayısal değerler için $h = 0.2$ için $y(0.4)$ değeri hesaplanmıştır.

(6) nolu bağıntıda parametrelerin $a_1 = a_2 = 1/2$, $\alpha = \beta = 1$; $a_1 = 1/3$, $a_2 = 2/3$, $\alpha = \beta = 3/4$ alınması durumunda çözüm aynı değere sahip olup $y(0.4) = 1.6652$ olarak hesaplanmıştır.

(11) nolu bağıntıda parametrelerin $a_1 = 2/9$, $a_2 = 1/3$, $a_3 = 4/9$, $\alpha = \beta = 1/2$, $\gamma = 3/4$, $\theta = 0$, $v = 3/4$; $a_1 = 1/6$, $a_2 = 4/6$, $a_3 = 1/6$, $\alpha = \beta = 1/2$, $\gamma = 1$, $\theta = 2$, $v = 1$; $a_1 = 2/6$, $a_2 = 3/6$, $a_3 = 1/6$, $\alpha = \beta = 2/3$, $\gamma = 1$, $\theta = 3/2$, $v = 1/2$; $a_1 = 3/6$, $a_2 = 1/6$, $a_3 = 2/6$, $\alpha = \beta = \gamma = 1$, $\theta = 1/2$, $v = -1/2$; $a_1 = 1/6$, $a_2 = 3/6$, $a_3 = 2/6$, $\alpha = \beta = 1/3$, $\gamma = 1$, $\theta = 3/2$, $v = 1/2$; alınması durumunda çözüm aynı olup $y(0.4) = 1.6750$ olarak; $a_1 = 3/6$, $a_2 = 2/6$, $a_3 = 1/6$, $\alpha = \beta = \gamma = \theta = 1$, $v = 0$; olarak seçilmesi durumunda $y(0.4) = 1.7041$ olarak elde edilmiştir. Yine (11) nolu bağıntıda $\alpha = \beta = 0$ seçilmesi durumunda (6) nolu bağıntıya ulaşılmıştır.

(16) nolu bağıntıda ise parametrelerin $a_1 = 1/3$, $a_2 = 1/3$, $a_3 = 1/3$, $\alpha = \beta = 1/2$, $\gamma = \theta = 1$; $a_1 = 1/2$, $a_2 = 0$, $a_3 = 1/2$, $\alpha = \beta = 1/3$, $\gamma = \theta = 1$; $a_1 = 3/6$, $a_2 = 2/6$, $a_3 = 1/6$, $\alpha = \beta = \gamma = \theta = 1$; $a_1 = 3/8$, $a_2 = 3/8$, $a_3 = 2/8$, $\alpha = \beta = 2/3$, $\gamma = \theta = 1$; $a_1 = 11/6$, $a_2 = -10/6$, $a_3 = 5/6$, $\alpha = \beta = 1/5$, $\gamma = \theta = 1$; $a_1 = 9/24$, $a_2 = 5/24$, $a_3 = 10/24$, $\alpha = \beta = 2/5$, $\gamma = \theta = 1$; $a_1 = 3$, $a_2 = -3$, $a_3 = 1$, $\alpha = \beta = 1/6$, $\gamma = \theta = 1$; olarak seçildiğinde $y(0.4) = 1.6750$ olarak dört ondalıklı duyarlılık ile aynı değerlere ulaşılmıştır.

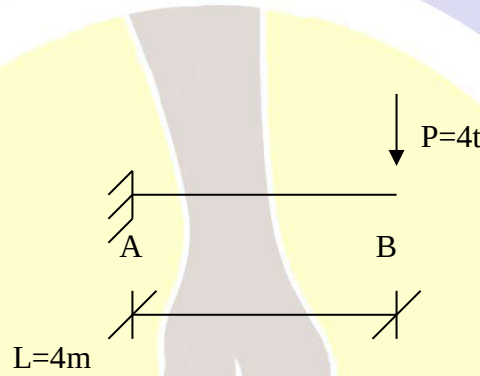
(20) nolu bağıntıda $a_1 = 1/6$, $a_2 = 2/6$, $a_3 = 2/6$, $\alpha = \beta = \gamma = \theta = 1/2$, $v = \tau = 1$ olarak seçildiğinde $y(0.4) = 1.6750$ olarak hesaplanmıştır.

(26) nolu bağıntı ile tanımlanan birinci mertebeden başlangıç değer probleminin analitik çözümü $y(x) = 3e^x - 2x - 2$ için $y(0.4) = 1.675474093$ olarak bulunmuş olup sayısal hesap yöntemi ile elde edilen sonuçlar ile yakınsadığı gözlenmiştir.

4.2. İkinci mertebeden başlangıç değer problemi

(Şekil-2) de ifade edildiği üzere ankastre mesnetli serbest ucundan $P = 4t$ ile yüklü kirişin elastik eğrisinin diferansiyel denklemi aşağıda ifade edildiği gibi bir başlangıç değer problemidir (Çatal,2001).

$$y'' = -\left(\frac{M_x(x)}{EI}\right)\sqrt{1+y'^2} \quad y(0) = 0 \quad y'(0) = 0 \quad (27)$$



Şekil-2: Ankastre mesnetli kiriş.

(Şekil-2)de verilen 4m açıklıklı konsol kirişin eğilme rijitliği $EI = 9000tm^2$, eğilme moment fonksiyonu $M_x(x) = 4x - 16$ alınarak elastik eğrinin (27) nolu bağıntı ile tanımlı doğrusal olmayan diferansiyel denklemin mertbe indirgenerek aşağıdaki şekilde yazılır.

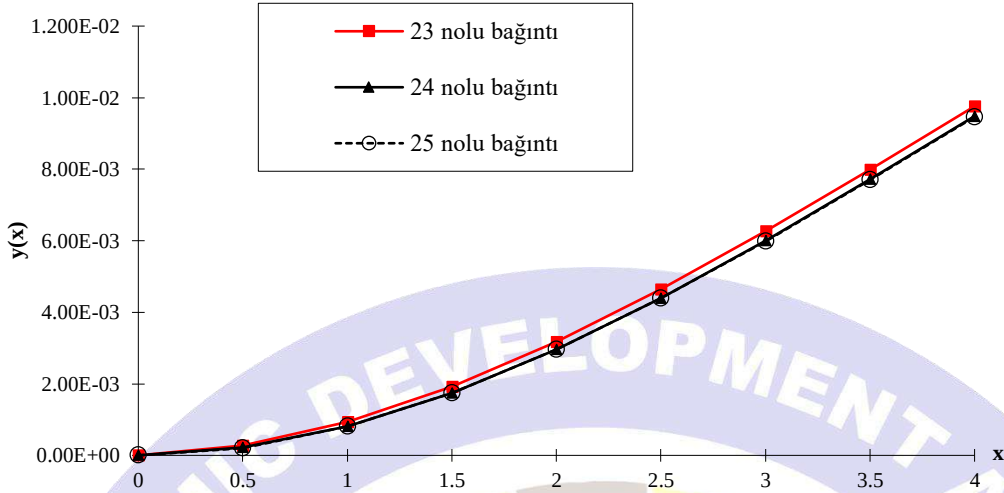
$$y' = -\frac{1}{EI}(2x^2 - 16x)\sqrt{1+y'^2} \quad (28)$$

Burada (27) ve (28) nolu diferansiyel denklemlerde aşağıdaki dönüşümler tanımlanır.

$$v = y' = g(x, y, v) = -\left(\frac{4x - 16}{EI}\right)(1 + v^2)^{3/2} \quad (29)$$

$$v' = y'' = f(x, y, v) = -\left(\frac{2x^2 - 16x}{EI}\right)(1 + v^2)^{3/2}$$

(29) nolu bağıntılar üçüncü bölümde ifade edilen (23), (24) ve (25) nolu bağıntılar ile tanımlı algoritmik yapılara sahip Runge-Kutta yöntemine uygulandığında elde edilen sayısal sonuçlar Çizelge-1'de sunulmuş ve grafik olarak (Şekil-3) de gösterilmiştir.



Şekil-3: Başlangıç değer probleminin Runge-Kutta yöntemi ile çözümü

Şekil-3 de görüldüğü gibi (24) nolu bağıntı kullanılarak elde edilen kirişin elastik eğrisinin sayısal sonuçları ile (25) nolu bağıntı kullanılarak elde edilen kirişin elastik eğrisinin sayısal sonuçları çok yakın çıkmaktadır.

Çizelge 1: Başlangıç değer probleminin Runge-Kutta yöntemi ile çözümünün sayısal değerleri

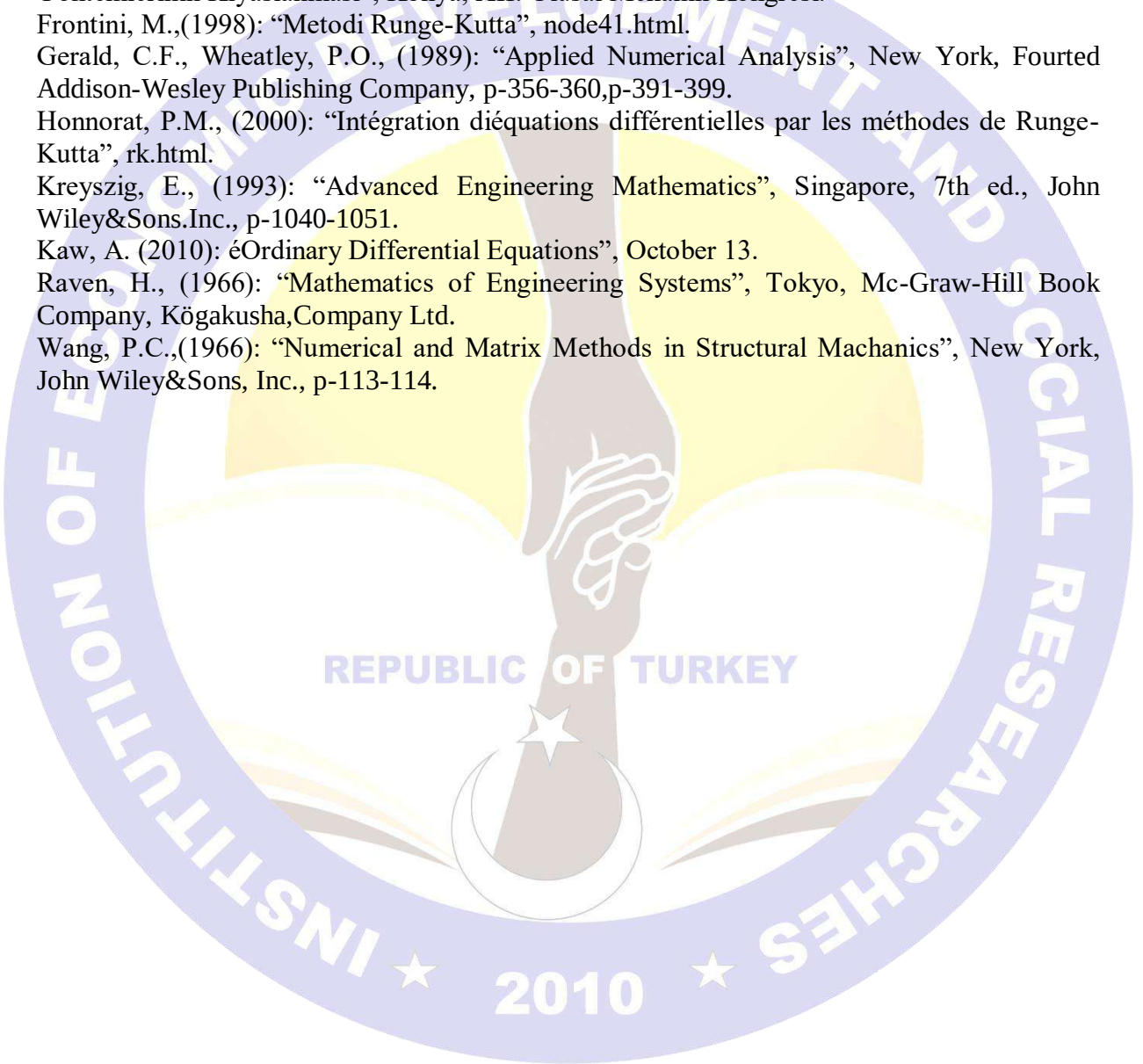
y(x)	Roughest	R-K-Nyström	(23)nolu bağ.	(24)nolu bağ.	(25)nolu bağ.
y(0.0)	0	0	0	0	0
y(0.5)	2.222222E-04	2.129630E-04	2.800928E-04	2.129631E-04	2.106483E-04
y(1.0)	8.611113E-04	8.194490E-04	9.398154E-04	8.148151E-04	8.101856E-04
y(1.5)	1.861113E-03	1.768521E-03	1.923612E-03	1.750001E-03	1.743056E-03
y(2.0)	3.166671E-03	3.009266E-03	3.175927E-03	2.962964E-03	2.953704E-03
y(2.5)	4.722232E-03	4.490754E-03	4.641205E-03	4.398149E-03	4.386575E-03
y(3.0)	6.472240E-03	6.162059E-03	6.263890E-03	6.000001E-03	5.986112E-03
y(3.5)	8.361140E-03	7.972256E-03	7.988428E-03	7.712964E-03	7.696760E-03
y(4.0)	1.033338E-02	9.870418E-03	9.759261E-03	9.481482E-03	9.462964E-03

5.Sonuç

Bu çalışmada, BDPlerine uygun olan Runge-Kutta yöntemi önce birinci dereceden başlangıç değer probleminde uygulanmış elde edilen sistemin çözümünde parametrelerin farklı seçiminin sayısal farklılık yaratmadığı gözlenmiştir. Ancak ikinci bölümde $p=3$ olması halinde tanımlanan bağıntılarda olduğu gibi farklı bir seçim yapıldığında elde edilen denklem sistemindeki parametre sayısı azalmakta, işlem sayısı kısalmakta, bilgisayar çözüm süresinin azalmakta olduğu gözlenmiştir. Daha sonra yöntem ikinci mertebeden BDPne uygulanmıştır. Bu problemde (24) nolu bağıntı ile tanımlı üçüncü mertebe ve (25) nolu bağıntı ile tanımlı üçüncü mertebe yöntemlerinin uygulanması ile elde edilen sonuçlar; başlangıç değerlerine (A noktasına) yakın çıkarken kirişin bitim (B) ucuna yaklaştıkça farkın büyüdüğü gözlenmiş; (23) nolu bağıntı ile tanımlı dördüncü mertebeden Gill yönteminin uygulanması ile elde edilen sonuçların ise başlangıç değerlerinde (A ucunda) uzaklaşırken bitim ucuna doğru (B ucuna doğru) ise yakınsadığı gözlenmiştir. Ayrıca elde edilen sonuçlar Roughest ve Runge-Kutta-Nyström sayısal hesap yöntemleri ile elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmış kabul edilebilir doğrulukta yakın değerlere ulaşıldığı görülmüştür.

Kaynaklar

- Bajgait, A.C., Mustoe, L.R., Walker, D., (1990): “Advanced Engineering Mathematics”, Singapore, 2nd edition, John Wiley & Sons.
- Bulut, S.A., (1997): “Sayısal Çözümleme”, İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, s.145-147.
- Cartwright, J., (1995): “Runge-Kutta Method”, Lecture notes, html.
- Çatal, S.(Alku), (2001): “Doğrusal Olmayan Elastik Eğri Diferansiyel Denkleminin Çözüm Yöntemlerinin Kıyaslanması”, Konya, XII. Ulusal Mekanik Kongresi.
- Frontini, M.,(1998): “Metodi Runge-Kutta”, node41.html.
- Gerald, C.F., Wheatley, P.O., (1989): “Applied Numerical Analysis”, New York, Fourted Addison-Wesley Publishing Company, p-356-360,p-391-399.
- Honnorat, P.M., (2000): “Intégration deéquations différentielles par les méthodes de Runge-Kutta”, rk.html.
- Kreyszig, E., (1993): “Advanced Engineering Mathematics”, Singapore, 7th ed., John Wiley&Sons.Inc., p-1040-1051.
- Kaw, A. (2010): “Ordinary Differential Equations”, October 13.
- Raven, H., (1966): “Mathematics of Engineering Systems”, Tokyo, Mc-Graw-Hill Book Company, Kögakusha,Company Ltd.
- Wang, P.C.,(1966): “Numerical and Matrix Methods in Structural Machanics”, New York, John Wiley&Sons, Inc., p-113-114.



ON THE CONVERGENCY OF PADE APPROXIMATION TO ANALYTICAL SOLUTION OF PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS

KISMI TÜREVLİ DİFERANSİYEL DENKLEMLERİN ÇÖZÜMLERİ İÇİN PADÉ YAKLAŞIMININ YAKINSAKLIĞI ÜZERİNE

Seval Çatal

*Prof.Dr.,Dokuz Eylül University, Department of Civil Engineering (Applied Mathematics),
Faculty of Engineering, Tinaztepe Campus*

Abstract

In this study, Padé approximation method that is similar to restricted Taylor approximation method is considered. We introduced the Padé approximation method based on rational function for solving quasi-linear partial differential equations. The method is applied to parabolic, hyperbolic and elliptic equations separately. Local truncation error expansions are considered using Taylor expansions of indices equations obtained by applying finite difference and Crank-Nicolson methods to each of the three equation type considered. Local truncation error of the Padé approximation method is also obtained; it is observed in the examples that the results obtained by applying the method and the exact solutions are nearly same.

Keywords: Partial differential equations, Finite difference, Crank-Nicolson, Padé approximation.

Özet

Bu çalışmada restricted Taylor yaklaşımı yöntemine benzer bir yöntem olan Padé yaklaşım yöntemi ele alınmıştır. Quasi lineer kısmi türevli diferansiyel denklemlerin çözümlerinde rasyonel fonksiyonlar üzerine Padé yaklaşımının uygulaması geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntem ayrı ayrı parabolic, hiperbolik ve eliptik diferansiyel denklemlere uygulanmıştır. Ele alınan her üç tip denkleme sonlu farklar ve Crank-Nicolson yöntemlerinin uygulanması ile elde edilen indis denklemlerinin Taylor seri açılımlarından yararlanılarak local kesme hatalarının (LTE) ifadelerine yer verilmiştir. Ayrıca Padé yaklaşım yönteminin local kesme hatası elde edilmiş, ele alınan örneklemeler de yöntemin uygulanmasından elde edilen sonuçlar ile analitik çözümlerin oldukça yakın olduğu gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Kısmi türevli diferansiyel denklemler, Sonlu farklar, Crank-Nicolson, Padé yaklaşımı.

1.Introduction

Hassan N.A. İsmail at all. Made the studies of restrictive Padé approximation (PA) and parabolic partial differential equation (PDE) at 1998 [1], restrictive Padé approximation for solving first order hyperbolic PDE at 2000 [2], highly accurate method for solving initial boundary value problem (IBVP) for first order hyperbolic DE at 2001 [3], restrictive Taylor's approximation for two dimensional IBVP for parabolic PDE at 2004 [4], etc. on this subject. Also Lubinsky (2010) used Pade approximation [5] and Ibryaeva (2013) used redoced Pade approximant [6] in their works. R.Baltensperger, J.P. Berrut they introduced the collocation method based on linear rational interpolation for solving general hyperbolic problems prove its stability and its convergence in weighted norms and give numerical examples for its use [7]. In this study, application of Padé approximation method to second order PDE is considered different from those studies above.

2. For parabolic type

The simplest parabolic equation,

$$u_t = u_{xx} \quad (2.1)$$

derives from the theory heat conduction and its solution gives, for example, the temperature u at a distance x units of length from one end of a thermally insulated bar after t seconds of heat conduction. In such problem the temperatures at the ends of a bar of length l are often known for all time, which are called boundary conditions. And its also usual for the temperature distribution along the bar to be known particular instant, it is usually taken as zero time and the temperature distribution is called initial condition. This non-dimensional equation gives the solution function u for values of x between 0 and 1 and values of t from zero to infinity [8, 9].

2.1 An explicit method solutions of parabolic equation

One finite difference approximation (FDA) to Eq. (2.1) is

$$\frac{u_{i,j+1} - u_{i,j}}{k} = \frac{u_{i+1,j} - 2u_{i,j} + u_{i-1,j}}{h^2} \quad (2.2)$$

where u is the exact solution, $x_i = ih$, $t_j = jk$ ($i, j = 0, 1, 2, \dots$). This can be written as

$$u_{i,j+1} = r u_{i-1,j} + (1 - 2r) u_{i,j} + r u_{i+1,j} \quad (2.3)$$

where $r = k/h^2$.

2.2 An implicit method solution's Crank-Nicolson (CN)

For explicit method, the time step k is necessarily very small since $0 < k/h^2 (= r) \leq 1/2$. But CN introduced a method, which reduced the total volume of calculation, is valid for $\forall r$ (finite). In other words, they approximated the parabolic equation by

$$\frac{u_{i,j+1} - u_{i,j}}{k} = \frac{1}{2} \left\{ \frac{u_{i+1,j+1} - 2u_{i,j+1} + u_{i-1,j+1}}{h^2} + \frac{u_{i+1,j} - 2u_{i,j} + u_{i-1,j}}{h^2} \right\} \quad (2.4)$$

where $r = k/h^2$, giving [10]

$$-r u_{i-1,j+1} + (2 + 2r) u_{i,j+1} - r u_{i+1,j+1} = r u_{i-1,j} + (2 - 2r) u_{i,j} + r u_{i+1,j} \quad (2.5)$$

2.3 Local truncation error (LTE)

The local truncation error of the Eq. (2.1) at the point (ih, jk) by Taylor's expansion $u_{i+1,j}$, $u_{i-1,j}$, $u_{i,j+1}$ substitution in to Eq. (2.2), it gives;

$$\begin{aligned} \text{LTE}_{i,j(\text{FD})} &= \left(\underbrace{u_t - u_{x^2}}_0 + \frac{k}{2} u_{t^2} - \frac{h^2}{12} u_{x^4} + \frac{k^2}{6} u_{t^3} - \frac{h^4}{360} u_{x^6} + \dots \right)_{i,j} \\ &= \left(\frac{k}{2} u_{t^2} - \frac{h^2}{12} u_{x^4} + \frac{k^2}{6} u_{t^3} - \frac{h^4}{360} u_{x^6} + O(k) + O(h^2) \right)_{i,j} \end{aligned} \quad (2.6)$$

The local truncation error of Eq. (2.1) at the point (ih, jk) of the Crank-Nicolson approximation

$$\text{LTE}_{i,j(\text{CN})} = \underbrace{(u_t - u_{x^2})}_0 + \frac{k}{2} \frac{\partial}{\partial t} (u_t - u_{x^2}) - \frac{h^2}{12} u_{x^4} + O(k^2) + O(h^4) + O(kh^2) \quad (2.7)$$

where, by Taylor's expansion about this point

$$\begin{aligned} u_{i+1,j} &= \left(u + hu_x + \frac{h^2}{2!} u_{x^2} + \frac{h^3}{3!} u_{x^3} + \frac{h^4}{4!} u_{x^4} + O(h^6) \right)_{i,j} \\ u_{i-1,j} &= \left(u - hu_x + \frac{h^2}{2!} u_{x^2} - \frac{h^3}{3!} u_{x^3} + \frac{h^4}{4!} u_{x^4} + O(h^6) \right)_{i,j} \end{aligned} \quad (2.8)$$

$$u_{i,j+1} = \left(u + ku_t + \frac{k^2}{2!} u_{t^2} + \frac{k^3}{3!} u_{t^3} + \frac{k^4}{4!} u_{t^4} + O(k^6) \right)_{i,j}$$

$$u_{i,j-1} = \left(u - ku_t + \frac{k^2}{2!} u_{t^2} - \frac{k^3}{3!} u_{t^3} + \frac{k^4}{4!} u_{t^4} + O(k^6) \right)_{i,j}$$

by calculating j and zero levels for CN methods truncation errors are $LTE_{i,j(CN)}$ and $LTE_{i,0(CN)}$, respectively (similarly Eq.(2.5)),

$$LTE_{i,j(CN)} = \frac{1}{k} \left(\left[-\frac{r}{2} u_{i-1} + (1+r)u_i - \frac{r}{2} u_{i+1} \right]_{j+1} - \left[-\frac{r}{2} u_{i-1} + (1-r)u_i - \frac{r}{2} u_{i+1} \right]_j \right) \quad (2.9)$$

$$LTE_{i,0(CN)} = \frac{1}{k} \left(\left[-\frac{r}{2} u_{i-1} + (1+r)u_i - \frac{r}{2} u_{i+1} \right]_1 - \left[-\frac{r}{2} u_{i-1} + (1-r)u_i - \frac{r}{2} u_{i+1} \right]_0 \right)$$

By computing j and zero levels for Padé approximation method (approximation by rational functions must always yield better results although the computation may become more cumbersome. The approach most widely used to choose a rational function approximation is that of Padé approximation), its truncation errors are $LTE_{i,j(PA)}$ and $LTE_{i,0(PA)}$, respectively,

$$LTE_{i,j(PA)} = \frac{1}{k} \left\{ \left[\left(e_i - \frac{1}{2} \right) r u_{i-1} + (1 + (1 + e_i) r) u_i - \left(e_i - \frac{1}{2} \right) r u_{i+1} \right]_{j+1} \right. \\ \left. - \left[\left(e_i + \frac{1}{2} \right) r u_{i-1} + (1 + (e_i - 1) r) u_i + \left(e_i + \frac{1}{2} \right) r u_{i+1} \right]_j \right\} \quad (2.10)$$

$$= r e_i \alpha_{i,j} + LTE_{i,j(CN)}$$

where

$$\alpha_{i,j} = \frac{1}{k} \left((3u_t + h^2 u_{t^2} + \frac{h^4}{4!} u_{t^2 x^2} + \dots) + \frac{k}{2} (3u_{t^2} + h^2 u_{t^2 x^2} + \frac{h^4}{12} u_{t^2 x^4} + \dots) + \dots \right)_{i,j}$$

Similarly,

$$LTE_{i,0(PA)} = r e_i \alpha_{i,0} + LTE_{i,0(CN)} \quad (2.11)$$

In the Padé method to get e_i , put $LTE_{i,0(PA)} = 0$, we get

$$LTE_{i,j(PA)} = LTE_{i,j(CN)} - (\alpha_{i,j} / \alpha_{i,0}) LTE_{i,0(CN)} \quad (2.12)$$

For $(u_t)_{i,0} \neq 0$ then

$$LTE_{i,j(PA)}(h, k) = \frac{LTE_{i,j(CN)}(h, k) \alpha_{i,0}(h, k) - LTE_{i,0(CN)}(h, k) \alpha_{i,j}(h, k)}{\alpha_{i,0}(h, k)} \quad (2.13)$$

$$= -\frac{1}{((3u_t)_{i,0} + O(k, h^2))} \left\{ \frac{h^2}{8} [(u_{t^2})_{i,j} (u_t)_{i,0} - (u_{t^2})_{i,0} (u_t)_{i,j}] \right. \\ + \frac{k^2}{4} [(u_{t^3})_{i,j} (u_t)_{i,0} - (u_{t^3})_{i,0} (u_t)_{i,j}] + \frac{k^3}{8} [(u_{t^3})_{i,j} (u_{t^2})_{i,0} - (u_{t^3})_{i,0} (u_{t^2})_{i,j}] \\ + \frac{k^3}{8} [(u_{t^4})_{i,j} (u_t)_{i,0} - (u_{t^4})_{i,0} (u_t)_{i,j}] + \frac{kh^2}{8} [(u_{t^3})_{i,j} (u_t)_{i,0} - (u_{t^3})_{i,0} (u_t)_{i,j}] + \dots \Big\} \\ = -\frac{1}{((3u_t)_{i,0} + O(k, h^2))} \{ [U_{k,l}]_{i,j} \}$$

3. For hyperbolic type

3.1 First-order quasi-linear hyperbolic equations

For hyperbolic problem, we consider a single equation accompanied by an initial condition

$$u_t + cu_x = 0$$

$$u(x, 0) = f(x) \quad -\infty < x < \infty \quad (3.1)$$

here c is a constant, such an equation is said to be quasi-linear. Since the solution is known on the line $t = 0$, it is natural to attempt a marching method to extend the solution to additional lines $t = k$, $t = 2k$, ... etc. where k is the step size adopted for the t variable [8, 9, 11]. Finite difference approximation to Eq. (3.1) is

$$u_{i,j+1} = (1 - r) u_{i,j} + r u_{i-1,j} \quad (3.2)$$

Crank-Nicolson approximation to Eq.(3.1) is

$$\frac{u_{i,j+1} - u_{i,j}}{k} + \frac{c}{4} \left\{ \frac{u_{i+1,j} - u_{i-1,j}}{h} + \frac{u_{i+1,j+1} - u_{i-1,j+1}}{h} \right\} \quad (3.3)$$

where $r = ck/h$.

3.2 Local truncation error

Hyperbolic equations local truncation error forms finite difference, CN finite difference and differential form, for $r = ck/2h$ from Eq. (2.8) are (putting $r = 1$ ($h = ck$)),

$$LTE_{i,j(FD)} = \frac{1}{k} (u_{i,j+1} - u_{i-1,j}) \quad (3.4)$$

$$LTE_{i,j(FD)}(h, k) = \frac{1}{k} \left[k(u_t + cu_x) + \frac{k^2}{2} (u_{tt} + c^2 u_{xx}) + \frac{k^3}{6} (u_{t^3} + c^3 u_{x^3}) + \dots \right]_{i,j} \equiv 0 \quad (3.5)$$

$$LTE_{i,j(CN)} = \frac{1}{2k} \{ (-ru_{i-1} + 2u_i + ru_{i+1})_{j+1} - (ru_{i-1} + 2u_i - ru_{i+1})_j \} \quad (3.6)$$

$$LTE_{i,j(CN)}(h, k) = c \left[\frac{h^2}{6} u_{x^3} + \frac{hk^2}{4} u_{x^2 t^2} + \frac{h^3}{24} u_{x^4} + \frac{k^4}{4} u_{t^4} + \dots \right]_{i,j} \quad (3.7)$$

By calculating zero level for CN methods truncation error is as follows;

$$LTE_{i,0(CN)} = \frac{1}{2k} \{ (-ru_{i-1} + 2u_i + ru_{i+1})_1 - (ru_{i-1} + 2u_i - ru_{i+1})_0 \} \quad (3.8)$$

By calculating j and zero levels for Padé approximation method, its truncation errors are $LTE_{i,j(PA)}$ and $LTE_{i,0(PA)}$, respectively;

$$LTE_{i,j(PA)} = \frac{1}{k} \{ [-ru_{i-1} + 2(1 + e_i r)u_i + ru_{i+1}]_{j+1} - [ru_{i-1} + 2(1 + e_i r)u_i - ru_{i+1}]_j \} \quad (3.9)$$

$$= r e_i \alpha_{i,j} + LTE_{i,j(CN)}$$

where

$$\alpha_{i,j} = \frac{2}{k} (u_{i,j+1} - u_{i,j})$$

Similarly,

$$LTE_{i,0(PA)} = r e_i \alpha_{i,0} + LTE_{i,0(CN)} \quad (3.10)$$

In the Padé method to get e_i , put $LTE_{i,0(PA)} = 0$, like as Eq. (2.12)

$$LTE_{i,j(PA)}(h, k) = \frac{LTE_{i,j(CN)}(h, k) \alpha_{i,0}(h, k) - LTE_{i,0(CN)}(h, k) \alpha_{i,j}(h, k)}{\alpha_{i,0}(h, k)} \quad (3.11)$$

$$= \frac{1}{((u_t)_{i,0} + O(k))} \left\{ \frac{ch^2}{6} [(u_{x^3})_{i,j} (u_t)_{i,0} - (u_{x^3})_{i,0} (u_t)_{i,j}] \right.$$

$$+ \frac{ch^3}{24} [(u_{x^4})_{i,j} (u_t)_{i,0} - (u_{x^4})_{i,0} (u_t)_{i,j}] + \frac{ch^2 k}{48} [(u_{x^3})_{i,j} (u_{t^2})_{i,0} - (u_{x^3})_{i,0} (u_{t^2})_{i,j}] + \dots \}$$

$$= \frac{1}{((u_t)_{i,0} + O(k))} \{ [U_{k,l}]_{i,j} \}$$

3.3 Second order quasi-linear hyperbolic equation

A general hyperbolic equation form (wave eq.)

$$u_{tt} = c^2 u_{xx} \quad (3.12)$$

where $c > 0$, $0 < x < a$, $0 < t < b$,

$$\begin{aligned} u(0,t) &= 0 & u(a,t) &= 0 & 0 < t < 1 \\ u(x,0) &= f(x) & 0 \leq x \leq a \\ u_t(x,0) &= g(x) & 0 < x < a \end{aligned} \quad (3.13)$$

The first finite difference method: for $\Delta x = h$, $\Delta t = k$; $R = \{(x, t): 0 \leq x \leq a, 0 \leq t \leq b\}$

$$\frac{u_{i,j+1} - 2u_{i,j} + u_{i,j-1}}{k^2} = c^2 \frac{u_{i+1,j} - 2u_{i,j} + u_{i-1,j}}{h^2} \quad (3.14)$$

$$u_{i,j+1} = 2(1 - r^2) u_{i,j} + r^2 (u_{i+1,j} + u_{i-1,j}) - u_{i,j-1} \quad (3.15)$$

$r^2 = c^2 k^2 / h^2 \leq 1$ must be satisfied for the indice equation to be stable.

Initial values:

$$u(x_i, k) = u(x_i, 0) + u_t(x_i, 0)k + O(k^2) \quad (3.16)$$

can be written if $u(x, t)$ function is opened to first order Taylor serie at $x = x_i$ and about $(x_i, 0)$ point using initial conditions for $j = 1, j = 2$ by Eq. (3.15);

$$u(x_i, 0) = f(x_i) = f_i \quad u_t(x_i, 0) = g(x_i) = g_i \quad (3.17)$$

if Eq. (3.17) are substituted into Eq. (3.16), (3.18) is obtained.

$$u_{i,2} = f_i + k g_i \quad (3.18)$$

Since $f(x)$ function has a second order derivative

$$u_{xx}(x, 0) = f''(x) \quad (3.19)$$

can be written. Using the second order partial derivatives

$$u_{tt}(x_i, 0) = c^2 u_{xx}(x_i, 0) = c^2 f_{xx}(x_i) = c^2 [f_{i+1} - 2f_i + f_{i-1}]/h^2 + O(h^2) \quad (3.20)$$

can be written. If Eq.3.18) and Eq. (3.20) are written in the second order Taylor serie at $x = x_i$ point, the following relation is obtained.

$$u(x_i, k) = f_i + g_i k + c^2 k^2 (f_{i+1} - 2f_i + f_{i-1})/2h^2 + O(h^2) O(k^2) + O(k^3) \quad (3.21)$$

if $r = ck / h$ is substituted into Eq. (3.18) and Eq. (3.21) and is arranged

$$u_{i,2} = (1 - r^2) f_i + k g_i + r^2 (f_{i+1} + f_{i-1})/2 \quad (3.22)$$

is obtained. For $r = 1$ Eq. (3.22) becomes

$$u_{i,2} = k g_i + (f_{i+1} + f_{i-1})/2 \quad (3.23)$$

For $r = 1$ Eq. (3.15) is also written as

$$u_{i,j+1} + u_{i,j-1} = u_{i+1,j} + u_{i-1,j} \quad (3.24)$$

The second way (Explicit Lax Wendroff)

Using Taylor series expansion in Eq.(2.8) and derivation formulas, we have

$$\begin{aligned} u_{i,j+1} &= u_{i,j} + k(u_t)_{i,j} + (k^2/2)(c^2 u_{xx})_{i,j} + (k^3/6)(c^2 u_{xx})_t i,j + \dots \\ &= r^2 u_{i+1,j} + (2 - 2r^2) u_{i,j} + r^2 u_{i-1,j} - u_{i,j-1} \end{aligned} \quad (3.25)$$

writing $r = 1$, i.e. $ck = h$ in Eq.(3.14) or Eq. (3.25) we have, like as Eq. (3.24). In Eq. (3.24), using Eq.(2.8)

$$\begin{aligned} \text{LTE}_{i,j(\text{FD})} &= \frac{1}{k^2} (u_{i,j+1} + u_{i,j-1} - u_{i+1,j} - u_{i-1,j}) \\ &= \frac{1}{k^2} \left[2(u + \frac{k^2}{2} u_{tt} + \frac{k^4}{4!} u_{t^4} + \dots) - 2(u + \frac{h^2}{2} u_{xx} + \frac{h^4}{4!} u_{x^4} + \dots) \right] \\ &= \frac{2}{k^2} \left[\left(\frac{k^2}{2} u_{tt} - \frac{c^2 k^2}{2} u_{xx} \right)_{i,j} + \left(\frac{k^4}{4!} u_{t^4} - \frac{c^4 k^4}{4!} u_{x^4} \right)_{i,j} + \dots \right] \\ &= 0 + (0) \frac{k^2}{12} + \dots \equiv 0 \end{aligned} \quad (3.26)$$

choosing $h = ck$, the truncation error is equal to zero, so, the finite difference equation (3.25) is an exact solution.

3.4 Local truncation errors for solving hyperbolic problems

Finite difference equation of Eq. (3.1)

$$\frac{1}{2k^2} \left[(u_{i,j+1} - 2u_{i,j} + u_{i,j-1}) + (u_{i+1,j+1} - 2u_{i+1,j} + u_{i+1,j-1}) \right] \\ = \frac{c^2}{2h^2} \left[(u_{i+1} - 2u_i + u_{i-1})_j + (u_{i+1} - 2u_i + u_{i-1})_{j+1} \right] \quad (3.27)$$

for $r = c^2k^2 / h^2$ its local truncation error forms finite difference form is

$$(1+2r)u_{i,j+1} + (-2+2r)u_{i,j} + u_{i,j-1} + (1-r)u_{i+1,j+1} + (-2-r)u_{i+1,j} + u_{i+1,j-1} - ru_{i-1,j} - ru_{i-1,j+1} = 0 \quad (3.28)$$

For $r = 1$, $h^2 = c^2k^2$. Its local truncation error finite difference form obtained as follows.

$$LTE_{i,j(CN)} = 3u_{i,j+1} + u_{i,j-1} - 3u_{i+1,j} + u_{i+1,j-1} - u_{i-1,j+1} \quad (3.29)$$

While its local truncation error differential form is

$$LTE_{i,j(CN)}(h,k) = [c^3k^3(u_{xxt} - u_{xxx})/3 + c^4k^4(u_{xxtt} - u_{xxxx})/6 + \dots]_{i,j} \quad (3.30)$$

Its local truncation error estimation is $O(h^3, k^3)$.

Using $r = c^2k^2 / h^2$, Eq. (3.1) will take following form using Padé approximation,

$$LTE_{i,j(PA)} = \{ [(e_i - 1)ru_{i-1} + (1 + (1+e_i)2r)u_i + (1 + (e_i-1)ru_{i+1})]_{j+1} \\ - [(e_i - 1)ru_{i-1} + 2(-1 + (1+e_i)r)u_i + (-2 + (e_i-1)ru_{i+1})]_j + [u_i + u_{i+1}]_{j-1} \} / k \\ = r e_i \alpha_{i,j} + LTE_{i,j(CN)} \quad (3.31)$$

where $\alpha_{i,j} = \{ [(u_{i-1} + 2u_i + u_{i+1})_{j+1} - (u_{i-1} + 2u_i + u_{i+1})_j] / k$ using Eq.(3.1) we get

$$\alpha_{i,j} = [(4u_t + h^2u_{x^2t} + \frac{h^2k}{2}u_{x^2t^2} + \dots) + 2k(u_{t^2} + \frac{k^2}{3}c^3u_{x^2t} + \frac{k^2}{12}c^4u_{x^2t^2} + \dots) + \dots]_{i,j} \quad (3.32)$$

In Eq.(2.10), putting Eq. (3.30), Eq. (3.32) and $\alpha_{i,0} = 4u_t + O(h^2, k)$ we obtained following equation.

$$LTE_{i,j(PA)}(h,k) = \frac{c^3k^3}{6[4(u_t)_{i,0} + O(h^2, k)]} \left\{ 2(u_{x^2t} - u_{x^3}) + ck(u_{x^2t^2} - u_{x^4}) + \dots \right\}_{i,j} \\ * [(4u_t + h^2u_{x^2t} + \frac{h^2k}{2}u_{x^2t^2} + \dots) + 2k(u_{t^2} + \frac{k^2}{3}c^3u_{x^2t} + \frac{k^2}{12}c^4u_{x^2t^2} + \dots) + \dots]_{i,0} \quad (3.33) \\ - [(4u_t + h^2u_{x^2t} + \frac{h^2k}{2}u_{x^2t^2} + \dots) + 2k(u_{t^2} + \frac{k^2}{3}c^3u_{x^2t} + \frac{k^2}{12}c^4u_{x^2t^2} + \dots) + \dots]_{i,j} \\ * \left\{ 2(u_{x^2t} - u_{x^3}) + ck(u_{x^2t^2} - u_{x^4}) + \dots \right\}_{i,0} \}$$

i.e. we can show that $LTE_{i,j(PA)}(h,k) = 0$.

4. For elliptic type

Elliptic partial differential equation arise from equilibrium or steady-state problems and their solutions, in relation to the calculus of variations, frequently maximize or minimize an integral representing the energy which is the best known elliptic type, written as

$$u_{xx} + u_{yy} = 0 \quad (4.1)$$

The simplest finite difference approximation to the non-dimensional Eq. (4.1) is the five-point equation

$$(u_{i+1,j} - 2u_{i,j} + u_{i-1,j})/h^2 + (u_{i,j+1} - 2u_{i,j} + u_{i,j-1})/k^2 = 0 \quad (4.2)$$

where $x = ih$, $y = jk$. Using Taylor's expansions in Eq. (4.2), we get

$$LTE_{i,j(FD)} = \left[2(u_{xx} + u_{yy}) + \frac{h^2}{12}u_{x^4} + \frac{k^2}{12}u_{y^4} + \dots \right]_{i,j} \quad (4.3)$$

from Eq. (4.1) we can get

$$LTE_{i,j(FD)} = 0 + (0)h + (0)k + \dots \equiv 0$$

Its finite difference equation is

$$u_{i+1,j} - 2u_{i,j} + u_{i-1,j} + r^2(u_{i,j+1} - 2u_{i,j} + u_{i,j-1})/k^2 = 0 \quad (4.4)$$

where $r^2 = h^2 / k^2$.

4.1 Local truncation error

The local truncation error of the Eq. (4.1) at the point (ih, jk) by Taylor expansion from Eq. (2.8) and, its finite difference form is

$$\text{LTE}_{i,j(\text{CN})} = \{[(1-2r^2)u_{i+1} - 2(1+r^2)u_i + u_{i-1}]_j + [(1+r^2)u_{i+1} + (r^2-2)u_i + u_{i-1}]_{j+1} + r^2[u_i + u_{i+1}]_{j-1}\}/k \quad (4.5)$$

And its local truncation error differential form is

$$\text{LTE}_{i,j(\text{CN})}(h,k) = \left[\frac{h}{2} u_{x^2y} + \frac{h}{2} u_{xy^2} - \frac{5h^2}{12} u_{x^2y^2} + \frac{h^2}{12} u_{x^4} + \dots \right]_{i,j} \quad (4.6)$$

Local truncation error for Padé approximation for solving elliptic type;

$$\begin{aligned} \text{LTE}_{i,j(\text{PA})} &= \frac{1}{k} \{ [u_{i-1} + (e_i + 1)r^2 - 2)u_i + (1 + (1 + e_i)r^2)u_{i+1}]_{j+1} \\ &\quad - [-u_{i-1} + 2(1 + (1 + e_i)r^2)u_i - (1 - 2(1 + e_i)r^2)u_{i+1}]_j \\ &\quad + (1 + e_i)r^2[u_i u_{i+1}]_{j-1} \} \\ &= r^2 e_i \alpha_{i,j} + \text{LTE}_{i,j(\text{CN})} \end{aligned} \quad (4.7)$$

where $\alpha_{i,j} = \{(u_i + u_{i+1})_{j+1} - 2(u_i + u_{i+1})_j + (u_i + u_{i+1})_{j-1}\} / k$. To find e_i , applying the Padé approximation method, we use $\text{LTE}_{i,0(\text{PA})} = 0$, then we get similarly in Eq. (2.10) for $u_{yy} \neq 0$, then

$$\text{LTE}_{i,j(\text{PA})}(h,k) = \frac{\text{LTE}_{i,j(\text{CN})}(h,k)\alpha_{i,0}(h,k) - \text{LTE}_{i,0(\text{CN})}(h,k)\alpha_{i,j}(h,k)}{\alpha_{i,0}(h,k)} \quad (4.8)$$

where

$$\text{LTE}_{i,0(\text{CN})}(h,k) = \left[\frac{h}{2} u_{x^2y} + \frac{h}{2} u_{xy^2} - \frac{5h^2}{12} u_{x^2y^2} + \frac{h^2}{12} u_{x^4} + \dots \right]_{i,0}$$

$$\alpha_{i,j}(h,k) = \left[ku_{y^2} + hku_{xy^2} + \frac{h^2k}{2} u_{x^2y^2} + \frac{k^3}{6} u_{y^4} + \dots \right]_{i,j}$$

and

$$\alpha_{i,0}(h,k) = \left[ku_{y^2} + O(hk) \right]_{i,0}$$

5. Numerical Examples

Example 5.1: The parabolic Eq.(2.1), for continuous initial condition

$u = \sin \pi x$ when $t = 0$ for $0 \leq x \leq 1$

and the boundary condition

$u = 0$ at $x = 0$ and 1 for $t > 0$.

The analytical solution is

$u = \exp(-\pi^2 t) \sin \pi x$

then Eq. (2.13) gets the form

$[u_{k,l}]_{i,j} \equiv 0$.

Example 5.2: The hyperbolic eq. (3.1),

$u(0,t) = 0, \quad 0 \leq t < \infty; \quad u(\pi,t) = 0, \quad 0 \leq t < \infty,$

$u(x,0) = \sin 2x, \quad 0 \leq x \leq \pi; \quad u_t(x,0) = 0, \quad 0 \leq x \leq \pi.$

The analytical solution is

$u = \sin 2x \cos 2t$

then Eq. (3.33) gets the form

$[u_{k,l}]_{i,j} \equiv 0$.

Example 5.3: The elliptic eq. (4.1),

$u(x,0) = 0; \quad u(x,10) = 0, \quad u(0,y) = 0; \quad u(20,y) = 100$

then Eq. (4.8) gets the form similarly hyperbolic equation

$[u_{k,l}]_{i,j} \equiv 0$.

It can be said from the above examples that the results obtained by Padé approximation method are nearly the same with the real solutions.

6. Conclusion

In this study, solution of differential equations with partial derivatives by Padé approximation method is considered. It is observed that if we apply Padé approximation method to initial value problem the exact solution is obtained since a value at the initial is known; that the value at any step can be calculated by an approximation method that gives fast and correct enough results if the initial value is nor known, and that the results obtained converges to exact solution. In the solution by this method, also, the value at the first step of the exact solution does not need to be defined by a closed function. In the examples given in this study the problems having exact solutions are considered. The scope here is to emphasize that the method considered converges to the exact solution. In the future studies, application of the method to linear equations with variable coefficients, to non-linear equations with constant and variable coefficients will be mentioned.

References

- [1] R. Baltensperger, J.P. Berrut: The linear collocation method, J. Comp. And Appl. Math. 134 (2001) 243-258.
- [2] L. Fox: Numerical Solution of Ordinary and Partial Differential Equations, Addison-Wesley Publishing Company , INC. London, 1962.
- [3] Hassan N.A.I, Elsayed M.E. Elbarbary: Restrictive Padé approximation and parabolic partial differential equation, Int. J. Comput. Math. 66 (1998) 343-351.
- [4] Hassan N.A.I, Adel Younnes Hassan: Restrictive Padé approximation for solving first-order hyperbolic partial differential equation, J. Int. Math. Comp. Sci. 11 (2000) 63-73.
- [5] Lubinsky, D.S.: Orthogonal polynomials and pade approximants for reciprocal polynomial weights, Journal of Approximation Theory, 162(2) (2010) 298-302.
- [6] Ibryaeva, O.L., Adukov, V.M.: An algorithm for computing a Pade approximant with minimal degree denominator, Journal of Computational and Applied Mathematics, 237(1) (2013) 529-541.
- [7] Hassan N.A.I, Elsayed M.E. Elbarbary, Adel Younnes Hassan: Highly accurate method for solving initial boundary value problem for first-order hyperbolic differential equation, Int. J. Comput. Math. 77 (2001) 251-261.
- [8] Hassan N.A.I, Elsayed M.E. Elbarbary, Gahada S.E. Salen: Restrictive Taylor's approximation for two dimensional initial-boundary vale problem for parabolic PDE, J. Appl. Math. Comp. 147 (3) (2004) 607-615.
- [9] D. Kincaid, W. Cheney: Numerical Analysis Mathematics of Scientific Computing, Brooks/Cole Publishing Company, California, 1991.
- [10] Fadugba, S.E., Edogbanya, O.H, Zelibe, S.C.: Crank Nicolson method for solving parabolic partial differential equations, International Journal of Applied Mathematics and Modelling IJA2M 1(3) (2019) 8-23.
- [11] G.D. Smith: Numerical Solution of Partial Differential Equations Finite Difference Methods, Clarendon Press, Oxford, 1985.





10. SINIF ÖĞRENCİLERİN “KİMYASAL BAĞ” KAVRAMI İLE İLGİLİ METOFORİK VE ANALOJİK ALGILARININ İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF 10th GRADE STUDENTS' METAPHORICAL AND ANALOGICAL PERCEPTIONS RELATED TO THE CONCEPT OF “CHEMICAL BOND”

Canan NAKİBOĞLU

Prof. Dr. Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi

Şafak YILDIRIM

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Özet

Bu çalışmada onuncu sınıf devam eden 297 öğrencinin kimyasal bağlar ve türleri ile ilgili algıları, kimyasal bağlar konusunun öğretiminden sonra tanım ve analogik ifadelerinin sorgulandığı bir ölçme aracı ile araştırılmıştır. Bu çalışmada sadece kimyasal bağ kısmı ile ilgili verilerin sunumu yapılacaktır. Çalışmaya bir tane fen lisesi, bir tane meslek lisesi ve 3 tane farklı başarı düzeyine sahip Anadolu lisesi olmak üzere toplam 5 farklı liseye devam eden öğrenci grubu katılmıştır. Çalışma grubunun belirlenmesinde seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda öğrencilerin kimyasal bağ kavramını tanımlarken çeşitli metaforlar kullandıkları ve analogik ifadelerinde ders kitaplarında yer alan “ilişki”, “çekme”, “ip” gibi benzetmeler yaptıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kimyasal Bağlanma, 10. Sınıf öğrencileri, Analoji, Metafor

Abstract

In this study, perceptions of 297 tenth grade students about chemical bonds and their types were investigated with an instrument in which the definition and analogical expressions were questioned after the teaching of chemical bonds. This study includes only the data related to the chemical bond part. The study group consisted of a group of students attending a total of 5 different high schools, including one science high school, one vocational high school and three Anatolian high schools with varying levels of achievement. Appropriate sampling method, one of the random sampling methods, was used to determine the study group. At the end of the study, it was concluded that the students used metaphors to describe the concept of chemical bonding and made analogies such as “relationship”, “pull” and “rope” which were similar with the analogical expressions placed in their textbooks.

Keywords: Chemical Bonding, Tenth Grade Students, Analogy, Metaphor

1. GİRİŞ

Kimyasal bağlanma konusu, hem ortaöğretim hem de üniversite düzeyinde kimya öğretiminin en temel ve önemli konularından birisidir. Bu konunun öğrenimi kimyasal reaksiyonlar ve buna bağlı konuların (Bağ enerjisi, katı türler, katların yapısı, örgü enerjisi vb) doğru olarak öğrenilmesine de temel oluşturmaktadır. Başta kimyasal bağlanma olmak üzere farklı bağ türlerinin öğrenilmesi aynı zamanda birçok kavramın (Atom, elektrostatik etkileşim, enerji vb.) anlaşılmasını da gerektirir. Ayrıca genel anlamda kimyasal bağlanmanın temelinde yatan mantık öğrenilmeden iyonik, kovalent ve metalik gibi farklı bağ türlerinin anlaşılmasını da zorlaştırır. Yapılan çalışmalar ortaöğretimden üniversiteye kadar bütün öğrenci düzeylerinde kimyasal bağlanma ve bağlanma

türlerinin anlaşılması ile ilgili sorunlar yaşandığını göstermiştir (Birk & Kurtz, 1999; Boo,1998; Taber, 1997; Taber, Tsapalis & Nakiboğlu, 2012; Tan & Treagust, 1999).

Kimyasal bağlanma kavramının soyut bir kavram olmasının yanında öğretimi sırasında öğretmenler hem metoforik bir dil kullanabilmekte hem de analogilerden yararlanabilmektedirler. Ders kitapları incelendiğinde de kimyasal bağlanmanın bir ip, birbirini çeken insanlar ve iki insan arasındaki ilişki gibi çeşitli analogik resim ve ifadeler ile açıklandığı görülmektedir. Kimyasal bağ kavramı ile ilgili diğer önemli bir sorun, «bağ» kelimesinin günlük hayatta öğrencilerin karşısına çıkmasıdır. Bu nedenle de öğrencilerin tanımlamalarında günlük dilinde etkisi olmakta ve tanımlarda dilsel metaforlarda kullanılmaktadır. Bu durum öğrencilerin kimyasal bağlanmayı bilimsel bir şekilde zihinlerinde yapılanmalarına engel olmakta hatta zaman zaman bilimsel tanımın yerini metaforlar almaktadır. Bu nedene ortaöğretim öğrencilerinin kimyasal bağ kavramı ile ilgili hem tanımlamalarının bilimsel bir dil içerip içermediğinin incelenmesi hem de zihinlerinde kimyasal bağ ne ile özdeşleştirdiklerinin anlaşılması önemlidir.

Metafor ve analogi kavramlarının zaman zaman birbiri yerine kullanıldığı görülür. Metafor kelimesi, Türkçe’de “mecaz” anlamına gelmektedir. Metafor bir şeyi başka bir şeye göre anlamlandırmak, ifadelendirmektir (Lakoff ve Johnson 2005; 25 akt. Köseoğlu, 2017). Bazen kelimelerin yetmediği yerde veya anlatımın kuvvetlendirilmesi gerektirilen bir durumda metaforlar önemli bir iletişim aracı olmaktadır. Araştırmacıların bir kısmı, metaforun kavramsal sistemimizi düzenlemede yapısal bir rol oynadığını kabul etmektedir. (Aslan & Bayrakçı, 2006). Metaforların özellikle karmaşık kavramlar ile ilgili olarak düşünceyi şekillendirebilirler. Analogi kelimesi, Türkçe’de “benzeşim” anlamına gelmekte olup iki alanı açıkça karşılaştırır, verilmek isteneni doğrudan gösterir. Bir metafor ilişkili olmayan konuları karşılaştırmayı üstü kapalı bir şekilde yaparken analogilerde “benzer” kelimesi ile karşılaştırma açıkça ifade edilir.

Bütün bu açıklamalar doğrultusunda ortaöğretim öğrencilerinin kimyasal bağ kavramı ile ilgili hem tanımlamalarının bilimsel bir dil içerip içermediğinin incelenmesi hem de zihinlerinde kimyasal bağ ne ile özdeşleştirdiklerinin anlaşılması önemlidir. Bu açıklamalar doğrultusunda, bu çalışmada aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

1. 10. sınıf öğrencileri kimyasal bağ tanımlamaları nasıldır?
2. 10. sınıf öğrencileri kimyasal bağ tanımlarken hangi kavramsal metaforları kullanıyorlar?
3. 10. sınıf öğrencileri kimyasal bağ ile ilgili analogik algıları hangi kategorilerde toplanmıştır?

2. YÖNTEM

2.1 Çalışmanın Modeli

10. sınıf öğrencilerinin kimyasal bağ kavramına yönelik tanımlamada kullandıkları metaforik algıları ve kimyasal bağa yönelik benzeşimlerinin incelemeyi amaçlayan bu çalışmada fenomenoloji (olgu bilim) deseni kullanılmıştır. Fenomoloji, bize tümüyle yabancı olmayan aynı zamanda da tam anlamını kavrayamadığımız olguları araştırmayı amaçlayan çalışmalar için uygun bir araştırma zemini oluşturur (Yıldırım ve Şimşek, 2008).

2.2 Örneklem

Çalışmada; 2018–2019 eğitim-öğretim yılında Balıkesir ilinde öğrenim gören 184’ü kadın, 113’ü erkek olmak üzere toplam 297 10. sınıf öğrencisi yer almıştır. Çalışma grubunun belirlenmesinde uygun örneklem yöntemi kullanılmıştır. Uygun örneklem yöntemi var olan sınırlılıklar nedeniyle örneklemin kolay ulaşılabilir ve uygulama yapılabilir birimlerden seçilmesidir. (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2012).

2.3 Veri Toplama

Çalışmada ilk sayfasında bağ kavramı ve türlerinin tanımlarının sorulduğu, ikinci sayfada benzeşimlerin istendiği sorular yer almaktadır. Bu çalışmada sadece öğrencilerin kimyasal bağ kavramını tanımlama ve benzeşimlerine ait veriler sunulmuştur.

2.4 Veri Analizi

Verilerin değerlendirilmesinde içerik analizi tekniği kullanılmıştır. İçerik analizinde, birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirmek ve bunları okuyucunun anlayabileceği bir biçimde organize ederek yorumlamaktır (Yıldırım ve Şimşek 2008).

3. BULGULAR

Birinci araştırma sorunda öğrencilerin kimyasal bağı nasıl tanımladıklarına yanıt aranmıştır. Buna yönelik uygun açıklamalar ve analizine ait bulgular Tablo 3.1 sunulmuştur.

Tablo 3.1: Öğrencilerin kimyasal bağı tanımlamalarına yönelik açıklamalar

Tema	Açıklama	Kız f	Erke k f	Toplam f	%
Atomlar arasında oluşma	Atomlar arasında meydana geldiğini ifade edenler	46	47	93	31.3
	Kararlı atomlar arasında gerçekleştiğini ifade edenler	16	2	18	6.1
Etkileşim	Etkileşim olarak ifade edenler	3	2	5	1.7
	Güçlü Etkileşim olarak ifade edenler	6	1	7	2.4
Farklı bağ tanımları	İyonik bağ tanımını yapanlar	11	7	18	6.1
	Kovalent bağ tanımını yapanlar	6	5	11	3.7
Bağ özelliği	Kimyasal özellikleri değiştirerek oluşturduğunu ifade edenler	10	2	12	4.0
	Fiziksel yöntemlerle kırılmayan bağlardır.	2	-	2	0.7

217

Tablo 3.1 incelendiğinde öğrencilerin bağ tanımlamalarının 4 tema altında toplandığı görülür. Bunlardan atomlar arasında oluşma teması, doğru bir açıklama olup öğrencilerin yaklaşık %37'sinin bu açıklamayı yapmıştır.

İkinci araştırma sorusunda 10. sınıf öğrencileri kimyasal bağı tanımlarken hangi kavramsal metaforları kullandıkları incelenmiştir. Yapılan analize ait bulgular Tablo 3.2'de sunulmuştur.

Tablo 3.2: Öğrencilerin kimyasal bağ ile ilgili metaforları

Metaforlar	Kız f	Erkek f	Toplam f	%
Kuvvet	17	15	32	10.8
İyonik bağ	8	-	8	2.7
Güçlü Etkileşim	5	-	5	1.7
Etkileşim	2	-	2	0.7
Yöntem	1	-	1	0.3
Enerji	1	-	1	0.3
Fiziksel olmayan bağ	1	-	1	0.3
Elektron dengeleme	-	1	1	0.3

Tablo 3.2 incelendiğinde en fazla kullanılan metaforun “kuvvet” metaforu olduğu görülür.

10. sınıf öğrencileri kimyasal bağ ile ilgili analogik algılarının araştırıldığı üçüncü alt problemle ilgili olarak öğrenci yanıtları analiz edildiğinde analogik kategorilerin 7 başlık altında toplandığı görülür. Bunlar, “Bağlılık, Birleştirme, Alış-veriş, İçerik, İhtiyaç, Çekim ve Değişim” şeklinde olduğu belirlenmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Öğrencilerin üçte birinin kimyasal bağı tanımlarken «atomlar arasında meydana geldiği» ve «Kimyasal özellikleri değiştirerek oluşturduğu» şeklinde doğru kavramsal açıklamalar yaptıkları belirlenmiştir. Ancak öğrencilerin yaklaşık dörtte birinde bağlarla ilgili bilinen yanlış kavramalara bu çalışmada da rastlanmıştır. Öğrencilerin kimyasal bağların maddeler, elementler, moleküller ve hatta element ve bileşikler arasında olabileceğini düşündüğü belirlenmiştir. Öğrencilerin kimyasal bağ ile ilgili en fazla kullandıkları metaforun «kuvvet» metaforu olduğu görülmektedir. Bunun yanında «etkileşim» metaforundan yararlandıkları da görülmektedir. Öğrencilerin yaptığı benzeşimlerinin bağ açıklamalarında kullanılan kavramsal metaforlar, ders kitabı analogileri ve günlük dilden etkilendiği anlaşılmıştır.

Bu sonuçlardan yola çıkarak şu önerilerde bulunulabilir. Bağ kavramının öğretiminde önce öğrencilerin atom, iyon, element gibi temel kavramalar ile elektrostatik etkileşim ile ilgili ön bilgileri gözden geçirilmelidir. Ayrıca bağ oluşumunda elektrostatik etkileşimin rolü çok iyi açıklanmalıdır. Bağ ve bağ türleri açıklanırken elektron ortaklaşması analogisi çok dikkatli kullanılmalıdır.

Teşekkür: Bu çalışma Balıkesir Üniversitesi BAP birimi tarafından 2018/144 nolu proje olarak desteklenmiştir. Yazarlar desteğinden dolayı Balıkesir Üniversitesi’ne teşekkür ederler.

5. KAYNAKÇA

- Arslan, M. M. & Bayrakçı, M. (2006). Metaforik düşünme ve öğrenme yaklaşımının eğitim-öğretim açısından incelenmesi. Milli Eğitim, 171, 100-108.
- Birk, H. P. & Kurtz, M. J. (1999). Effect of Experience on Retention and Elimination of Misconceptions About Molecular Structure and Bonding. Journal of Chemical Education. Cilt: 76, Sayı: 1. (124-128).
- Boo, H. K. (1998). Students’ Understanding of Chemical Bonds and The Energetics of Chemical Reactions. Journal of Research in Science Teaching. Cilt: 35, Sayı: 5. (569-581).
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2009). Bilimsel Araştırma Yöntemleri (21. Baskı). Pegem Akademi: Ankara
- Gussarsky E. and Gorodetsky M., (1988), On the chemical equilibrium concept: constrained word associations and conception, J. Res. Sci. Teach., 25, 319-333.
- Köseoğlu, P (2017). An analysis of university students’ perceptions of the concepts of “water” and “water pollution” through metaphors. Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 13(8), 4343-4350.
- Nakiboglu C., (2008), Using word associations for assessing non major science students’ knowledge structure before and after general chemistry instruction: the case of atomic structure , Chem. Educ. Res. Pract., 9, 309–322
- Taber, K. S. (1997). Student Understanding of Ionic Bonding: Molecular Versus Electrostatic Framework?. School Science Review. Cilt: 78, Sayı: 285. (85-95).
- Taber, K.S., Tsaparlis, G., Nakiboğlu, C. (2012). Student Conceptions of Ionic Bonding: Patterns of thinking across three European contexts, International Journal of Science Education, 34 (18), 2843-2873.
- Tan, K. D. & Treagust, D. F. (1999). Evaluating Students’ Understanding of Chemical Bonding. School Science Review, Cilt: 81, Sayı: 294. (75-83).
- Yildirim, A. ve Simsek, H. (2008). Sosyal Bilimlerde Nitel Arastirma Yontemleri. Ankara: Seckin Yayıncılık.





FİZİK, KİMYA VE BİYOLOJİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİLİMSEL MODELLER VE DERSLERDE MODEL KULLANIMINA YÖNELİK GÖRÜŞLERİNİN BELİRLENMESİ *DETERMINATION OF PRE-SERVICE PHYSICS, CHEMISTRY AND BIOLOGY TEACHERS' VIEWS ON THE SCIENTIFIC MODELS AND THE USE OF MODELS IN THE COURSES*

Şengül SARIKAYA GACANOĞLU

Dr. Öğrt. Üyesi, Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Kimya Eğitimi Anabilim dalı

Canan NAKİBOĞLU

Prof. Dr. Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Kimya Eğitimi Anabilim dalı

Özet

Bilimsel modeller nesnelerin oluşumunu, davranışlarını ve sürecin gelişimini anlamamızı ve bunlara ilişkin öngöründe bulunmamızı sağlar. Bu nedenle bilimsel modellerin fen bilimleri derslerinin öğretiminde kullanılması öğrencilerin öğrenmesinde kolaylıklar sağlayarak öğrenme ve öğretme stratejileri açısından zengin bir içeriğin oluşmasına imkân verir. Bu durum öğretmen adaylarının öğretim programlarında bilimsel modelleri anlama, uygulama, amacına uygun olarak kullanma ve öğretim yöntemleri ile bütünleştirebilmesi yönündeki becerilerinin geliştirilmesinin son derece önemli olduğunu gösterir. Bu noktadan hareketle bu çalışma Balıkesir Üniversitesinde Formasyon programının Özel Öğretim Yöntemleri dersinde öğrenim görmekte olan Fizik, Kimya ve Biyoloji öğretmen adaylarının bilimsel modellerin öğretimi öncesi bu konudaki durumlarının belirlenmesi amacı ile yürütülmüştür. Çalışma kapsamında öğretmen adaylarına modellere yönelik öğretim yapılmadan önce 5 açık uçlu sorudan oluşan ön-test niteliğinde bir görüş alma formu uygulanmıştır. Çalışmanın örneklemini 3 Fizik, 10 Kimya, 19 Biyoloji olmak üzere toplam 32 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Analiz sonuçlarından, öğretmen adaylarının bilimsel modeli tanımlamada eksiklerinin olduğu, tanımlarda çoğunlukla konuşma dillerini kullandıkları, bilimsel modelin neler içerdiği konusunda bilgi eksiklerinin olduğu ve bilimsel model örneği verirken hata yapabildikleri belirlenmiştir. Bunun yanında öğretmen adaylarının bilimsel model kullanımının öğrencilerin kavramları ve olguları anlamalarında kolaylık sağlayacağı görüşlerine sahiptirler.

Anahtar Kelimeler: Fen bilimleri dersleri, Bilimsel modeller, Öğretmen adayları

Abstract

Scientific models enable us to understand and predict the formation of objects, their behaviour and the development of the process. Therefore the use of scientific models in the teaching of science courses facilitates students' learning and creates a rich content in terms of learning and teaching strategies. This situation shows that it is essential to develop the skills of pre-service teachers to understand, apply, use and integrate scientific models in teaching programs. This study was carried out to determine the thoughts of physics, chemistry and biology teacher candidates who are attending the Teaching Methods course of the Teaching Certificate Program at Balıkesir University. Within the scope of the study, a pre-test questionnaire consisting of 5 open-ended questions was applied to the teacher candidates before teaching the models. The sample of the study consists of 32 pre-service teachers, including three physics, ten chemistry and 19 biologies. At the end of the study, it was found that the preservice teachers had deficiencies in defining the scientific model, they mostly used the daily language in their definitions, there were deficiencies in the information

about what the scientific model included, and they could make mistakes when giving the scientific model sample. But it was concluded that they thought that the use of the scientific model would facilitate the students' understanding of the concepts and phenomena.

Keywords: Science courses, scientific models, Pre-service teachers

1. GİRİŞ

National Research Council (NRC, 1996) tarafından model, bir sistemin nasıl çalıştığını anlamaya yardımcı olan, gerçek nesneler, olaylar ya da olayların sınıflandırılmasına karşılık gelen, açıklama gücüne sahip olan karmaşık bir nesne veya sürecin basitleştirilmiş temsili şeklinde tanımlanmaktadır. Bilimsel modeller nesnelerin oluşumunu, davranışlarını ve sürecin gelişimini anlamamızı ve bunlara ilişkin öngöründe bulunmamızı sağlar (Harrison, 2001). Bu nedenle bilimsel modellerin fen bilimleri derslerinin öğretiminde kullanılması öğrencilerin öğrenmesinde kolaylıklar sağlayarak öğrenme ve öğretme stratejileri açısından zengin bir içeriğin oluşmasına imkân verir. Bu durum öğretmen adaylarının öğretim programlarında bilimsel modelleri anlama, uygulama, amacına uygun olarak kullanma ve öğretim yöntemleri ile bütünleştirebilmesi yönündeki becerilerinin geliştirilmesinin son derece önemli olduğunu gösterir. Bu amaçla araştırmacıların modellerle ilgili öğretmen görüşlerini aldığı çalışmalara rastlanmaktadır (Akgün, Çiltaş, Deniz, Çiftçi ve Işık, 2013; Ayvacı, Bebek ve Durmuş, 2015).

Bilimsel bir çalışma olan modelleme model oluşturmak amacıyla gerçekleştirilen süreçler boyunca kullanılan işlemler şeklinde tanımlanır (Justi ve Gilbert, 2002). Hangi ayrıntının nasıl ve ne şekilde yer alacağını belirlendiği, birçok aşamadan oluşan aktiviteleri kapsayan karmaşık bir süreç tanımı ortaya çıkmaktadır. Model Kaynak (kullanılan tanınmış somut gösterimler) ve Hedef (öğretilmek istenen-gerçek) gibi iki kısımdan oluşur. Bir model, her zaman modelin temsil ettiği hedef veya hedeflerle ilişkilidir. Hedef bir sistem, bir nesne, bir olgu veya bir süreç olabilir. Bir model, doğrudan gözlenemeyen veya ölçülemeyen bir hedef hakkında bilgi elde etmek için kullanılan bir araştırma aracıdır. Bu nedenle ölçeklendirme modelleri ki bu modeller bir nesnenin başka bir ölçekteki kopyasıdır (ev, köprü maketleri gibi), bilimsel model olarak kabul edilmez. Bir model temsil ettiği hedef ile doğrudan etkileşmez. Bu nedenle bir fotoğraf veya spektrum bir model olarak nitelendirilmez.

Model ve modellemenin önemi birçok bilimsel araştırmada yer aldığı gibi bu konu hakkında öğretmenlerin görüşlerinin alındığı çalışmalara da sıklıkla rastlanmaktadır. Ancak Öğretmen adaylarının Fizik, Kimya ve Biyoloji derslerinde model kullanımı ve bunun yanında bilimsel modelleri tanımlarına yönelik görüşlerinin birlikte alındığı çalışmalar çok sayıda bulunmamaktadır. Bu noktadan hareketle bu çalışmada öğretmen adaylarının görüşlerinin alınması noktasında aşağıda belirtilen araştırma problemlerine cevap aranmıştır.

1. Öğretmen adayları model/ modelleme ve bilimsel modeli nasıl tanımlamaktadırlar?
2. Öğretmen adayları kendi branşlarında hangi modelleri kullanabileceklerini düşünmektedirler?
3. Öğretmen adayları derslerinde bilimsel modellerin ne amaçla ve nasıl kullanıldığını düşünmektedirler?

2. YÖNTEM

2.1. Evren ve Örneklem

Çalışmanın evrenini Fizik, Kimya ve Biyoloji öğretmen adayları örneklemini ise 2016-2017 bahar yarıyılında Formasyon programının Özel Öğretim Yöntemleri dersinde öğrenim görmekte olan 3 Fizik, 10 Kimya ve 19 Biyoloji öğretmen adayı olmak üzere toplam 32 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışma grubunun belirlenmesinde seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Uygun örnekleme yöntemi var olan sınırlılıklar nedeniyle örneklemin kolay ulaşılabilir ve uygulama yapılabilir birimlerden seçilmesidir. (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2012).

2.2. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada öğretmen adaylarının görüşlerinin belirlenmesi amacıyla Genel Tarama Modeli kullanılmıştır. Tarama araştırması, “bir grubun belirli özelliklerini belirlemek için verilerin toplanmasını amaçlayan çalışma (s. 16)” olarak tanımlanır (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2012).

2.3. Veri Toplama Aracı

Çalışma kapsamında öğretmen adaylarına modellere yönelik öğretim yapılmadan önce 5 açık uçlu sorudan oluşan ön-test niteliğinde bir görüş alma formu uygulanmıştır. Konunun öğretiminden sonra öğretmen adayları kendi alanlarında derslerde kullanılan bilimsel modellere yönelik grup çalışması ile sunum hazırlayıp sunmuşlar ve ders sırasında bilimsel modellerinin derslerinde nasıl kullanılabileceği tartışılmıştır. Bütün sunumların tamamlanmasından sonra öğretmen adaylarının hem modeller hem de dersin model öğretimine yönelik görüşleri alınmıştır. Bu çalışmada verilerin çok fazla olması nedeniyle sadece öğretmen adaylarının modeller hakkındaki ön görüşlerine ait sonuçlar sunulmuştur.

2.4. Verilerin Analizi

Öğretmen adaylarına uygulanan görüş alma formları içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. İçerik analizinde verilerin işlenmesi aşamasında araştırmacı tarafından önce veri incelenir ve kodlanır. Kodlama yapılırken araştırma problemine uygun tema ve kavramlar kullanılır. (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Çalışmada analizler ilk olarak birinci araştırmacı tarafından yapılmış daha sonra ikinci araştırmacı bu analizleri incelemiş tema ve kavramların uygunluğu konusunda görüş alışverişinde bulunulmuş ve temalar son hale getirilmiştir. Bu süreçte bütün veriler cümleler/kelime grupları şeklinde kodlanmış daha sonra cümleler uygun temalar altında toplanarak anlamlı şekilde bir araya getirilmiştir. Belirlenen temalar doğrultusunda tüm analizin birinci araştırmacı tarafından tamamlanmasından sonra ikinci araştırmacı bütün analiz tekrar kontrol edilerek son hale getirilmiştir. Böylece analiz güvenilirliği sağlanmıştır. Veriler genelleyecek sayıda olması nedeniyle frekans ve yüzde değerler şeklinde tablolar oluşturulmuştur.

3. BULGULAR

1. Alt probleme yönelik bulgular

Model nedir? Sorusuna öğretmen adaylarının verdiği cevaplar Tablo 1’ de yer almaktadır.

Tablo 1: Öğretmen adaylarının “model” kavramına yönelik tanımları

Tema	İfadeler	Fizik		Kimya		Biyoloj i		Topla m	
		f	%	f	%	f	%	f	%
Görsel Materyal	Bilgi görsel yardımıyla zenginleşir.	0	0	1	10	0	0		
	Model bilginin kalıcılığını sağlar.	0	0	2	20	0	0		
	Bilginin üç boyutlu somut hali	1	3	0	0	2	10		
			3						
	Soyut kavramları somutlaştıran materyaldir.	0	0	2	20	1	5		
	Bir konuyu, kavramı tanımlamak için kullanılan görsel bir materyaldir.	0	0	1	10	1	5	3	8
	Bir konuyu öğretmek için zihnimizdekini oluşturduğumuz görsel bir materyal	1	3	0	0	2	10	8	3
			3						
	Bir konuyu öğrenmek için o konuyu temsil eden basit bir örneğin yapılması	0	0	1	10	3	15		
	Sembolik bir materyaldir.	0	0	0	0	2	10		
	Gerçek hayatla bağlantı kurmak ve bilgileri daha anlamlı kılmak için	1	3	0	0	0	0		
			3						

	yapılır.								
	Var olan nesneleri daha küçük veya büyük şekilde göstermektir.	1	3	1	10	0	0		
	Bir durumu nitelendiren temsili bir konudur.	0	0	0	0	1	5		
	Bir konuyu genel anlamda temsil etmektir.	1	3	1	10	1	5		
	Gerçeğe benzer görüntü ve şekil oluşturmaktır.	0	0	2	20	1	5		
	Gerçeğe yakın materyaldir.	2	6	0	0	1	5		
	Gerçeği taklit ederek hazırlanan materyaldir.	1	3	1	10	1	5		
	Bilginin anlaşılabilirliğini sağlar.	1	3	0	0	0	0		
Anlaşılabilirlik	Bilinmeyen bir kaynağı basit ve anlaşılır hale getirir.	0	0	0	0	2	10	5	1
	Model anlaşılır ve basittir.	0	0	0	0	1	5		
Bilgi bütünü	Araştırma sonucu ortaya çıkan bilgi bütünüdür.	0	0	0	0	1	5	1	3
Plan/progr am	Bir düzenin işleyişini bir programı tarif eder.	0	0	0	0	1	5	1	3
Basitleştir me	Bir olayın basitleştirilmesidir.	0	0	1	10	0	0	1	3

Tablo 1 incelendiğinde öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun model kavramına yönelik tanımlarının görsel materyal teması altında toplandığı görülmektedir. Tema içindeki ifadeler incelendiğinde öğretmen adaylarının bilimsel bir tanımdan daha çok günlük dili kullanarak tanım yaptıkları görülmektedir.

224

2.Alt probleme yönelik bulgular

Bilimsel model nedir? Bilimsel modele örnek veriniz. Sorusuna öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar Tablo 2' ve Tablo 3' de yer almaktadır.

Tablo 2: Öğretmen adaylarının “Bilimsel model” kavramına yönelik tanımları

Tema	İfadeler	Fizik		Kimya		Biyoloji		Toplam	
		f	%	f	%	f	%	f	%
Somitlaştırma	Bir nesnenin temsildir.	1	33	2	20	9	47		
	Konuya uygun olarak yapılan maket	0	0	0	0	1	5		
	Maket üzerinde göstermedir.	0	0	0	0	1	5	22	69
	Somit kavramları temsil eden materyal	2	66	4	40	1	5		
Bilimsellik	Bilimsel olayları açıklayan araçtır.	0	0	2	20	0	0		
	Bilim konuları hakkında yapılan modelleme	0	0	0	0	5	26	7	22

Becerileri geliştirme	Bilimsel süreç becerilerini geliştiren materyaldir.	0	0	0	0	1	5	1	3
Anlaşılabilirlik	Konuyu kanıtlayıcı açıdan yansıtmaktır Dersin daha iyi anlaşılmasını sağlayan materyaldir.	0	0	1	10	0	0	2	6
	BOŞ	0	0	1	10	0	0		

Tablo 2 incelendiğinde öğretmen adaylarının % 69'unun bilimsel modeli somutlaştırma temasında yer alacak şekilde tanımladıkları görülmektedir. Özellikle bu tema altında Biyoloji öğretmen adaylarının bilimsel modeli “bir nesnenin temsidir.” Şeklinde tanımladıkları dikkat çekmektedir. Yine aynı tema altında Fizik ve Kimya öğretmenlerinin çoğunun bilimsel modeli “ somut kavramları somutlaştıran materyal” olarak ifade ettikleri görülmektedir.

Tablo 3 incelendiğinde, öğretmen adaylarının % 65' inin anolojik model örnekleri verdikleri dikkat çekmektedir. Biyoloji öğretmen adaylarının kendi baranşlarına yönelik daha çok DNA modeli, Kimya öğretmen adaylarının atom modeli, Fizik öğretmen adaylarının ise manyetik alan çizgileri modelini örnek olarak verdikleri görülmektedir.

Tablo 3: Öğretmen adaylarının verdiği “Bilimsel model” örnekleri

Bilimsel model	Model örneği	Fizik		Kimya		Biyoloji		Toplam	
		f	%	f	%	f	%	f	%
Anolojik Model	Atom modeli	1	33	3	30	2	11		
	Çekirdek yapısı	0	0	0	0	1	6		
	NaCl molekülü	0	0	1	10	0	0		
	DNA modeli	0	0	1	10	3	16		
	Hücre modeli	0	0	0	0	1	6	19	65
	Virüs modeli	0	0	0	0	1	6		
	Üzümlü kek modeli	0	0	2	20	1	6		
	Manyetik alan çizgileri	1	33	0	0	0	0		
	Şekerin suda çözünmesi	0	0	1	10	0	0		
	Göz modeli	0	0	0	0	3	16		
Maket model	İnsan maketi	0	0	0	0	2	11	7	21
	Çiçek yapısı	0	0	0	0	2	11		
Matematiksel model	Matematik sembolleri	0	0	1	10	1	6	2	6
Bilimsel model değildir.	5-E Modeli	0	0	1	10	0	0	1	3
Boş		1	33	1	10	3	16	5	15

3.Alt probleme yönelik bulgular

Bilimsel modellerin Fizik/Kimya/Biyoloji derslerinde kullanılmasının amaçları nelerdir? Sorusuna öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar Tablo 4' de yer almaktadır.

Tablo 4: Öğretmen adaylarının bilimsel modellerin Fizik/Kimya/Biyoloji derslerinde kullanılmasının amaçlarına yönelik görüşleri

Tema	İfadeler	Fizik		Kimya		Biyoloji		Toplam	
		f	%	f	%	f	%	f	%
Öğrenme	Öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmesi amaçlanır.	0	0	1	10	3	15		
	Anlatımı kolaylaştırmak için kullanılır.	0	0	0	0	1	5		
	Konular arası bağlantıyı oluşturmak için konu anlatımında kullanılır.	0	0	1	10	1	5		
	Öğrenme kolaylığını sağlamak için kullanılır.	0	0	0	0	1	5	27	84
	Öğrenme sürecini kısaltmak için kullanılır.	1	33	0	0	1	5		
	Öğrenmeyi zevkli kılmak için kullanılır.	0	0	0	0	1	5		
	Öğrencilere verilen bilginin daha net bir hal almasını sağlar	1	33	2	20	3	15		
	Anlatılan konunun daha iyi anlaşılmasını sağlar	1	33	1	10	3	15		
	Anlatılan konunun kalıcılığını sağlar	1	33	3	30	4	20		
	Sayıları somutlaştırmaya yarar.	1	33	1	10	0	0		
Somutlaştırma	Soyut kavramları somutlaştırmak içindir.	0	0	2	20	7	35		
	Gözle görülemeyen yapıları yaptığımız maketler sayesinde duyu organlarımızla algılamamız sağlar.	0	0	1	10	1	5	13	41
3 boyutlu düşünme	Bilgiyi üç boyutlu düşünerek kafalarında canlandırma yapmalarını sağlar.	0	0	0	0	2	10	2	6
Sadeleştirme	Karmaşık yapıların sade hale gelmesini sağladığı için	0	0	0	0	1	5	1	3
Boş		1	33	2	20	3	15	6	18

226

Tablo 4 incelendiğinde, öğretmen adaylarının % 84' ünün Fizik/Kimya/Biyoloji derslerinde Bilimsel modelleri kullanım amaçlarının “Öğrenme” teması altında toplandığı görülmektedir. %41'inin ise bilimsel modelleri soyut kavramları somutlaştırma amacıyla kullandıkları görülmektedir.

Bilimsel modeller Biyoloji/Fizik/Kimya derslerinde nasıl kullanılır? Sorusuna öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar Tablo 5' de yer almaktadır.

Tablo 5. Öğretmen adaylarının Bilimsel modelleri Biyoloji/fizik/kimya derslerinde nasıl kullanıldığına yönelik görüşleri

Tema	İfadeler	Fizik		Kimya		Biyoloji		Toplam	
		f	%	f	%	f	%	f	%
Konu işleme süreci	Deneylerden elde edilen veriler grafik tablo ve şekil haline getirilir.	1	33	1	10	0	0		
	Derslerde elde edilen verilerin öğrencilerin katılımıyla yapılması şeklinde kullanılır.	0	0	0	0	1	5		
	Anlatılan konu model üzerinde gösterilebilir	0	0	2	20	10	50	19	59
	Konu anlatımında uygun yerlerde kullanılır.	0	0	1	10	1	5		
	Anlatılan konudan sonrada model kullanılabilir.	0	0	1	10	1	5		
Maket/Materyal yapımında	Göremediklerimizi görmemizi sağlayan maketleri derste yaparak kullanırız.	1	33	2	20	1	5	9	28
	Görsel gerektiği yerlerde kullanılır.	0	0	1	10	1	5		

Elle tutulur maketler yaparak mikro dünyanın anlaşılmasını sağlayacak şekilde kullanılır.	0	0	0	0	1	5		
Etkinlik, görsel ve materyal yaptırarak	0	0	0	0	1	5		
Pratik olarak öğrenmeyi kolaylaştıracak tablo, denklem, formül sunumu şeklinde kullanılır.	0	0	1	10	0	0		
Boş	1	33	3	30	3	15	7	22

Tablo 5 incelendiğinde, öğretmen adaylarının % 59' unun bilimsel modelleri konu işleme sürecinde kullandıkları görülmektedir. Biyoloji öğretmen adayları, bu tema içerisinde daha çok konuyu “modeller üzerinde anlatabileceklerini”, Kimya ve Fizik öğretmen adayları “görülemeden soyut yapıları görmek için derste maket yaparak” modelleri kullanabilecekleri yönünde görüş bildirmişlerdir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

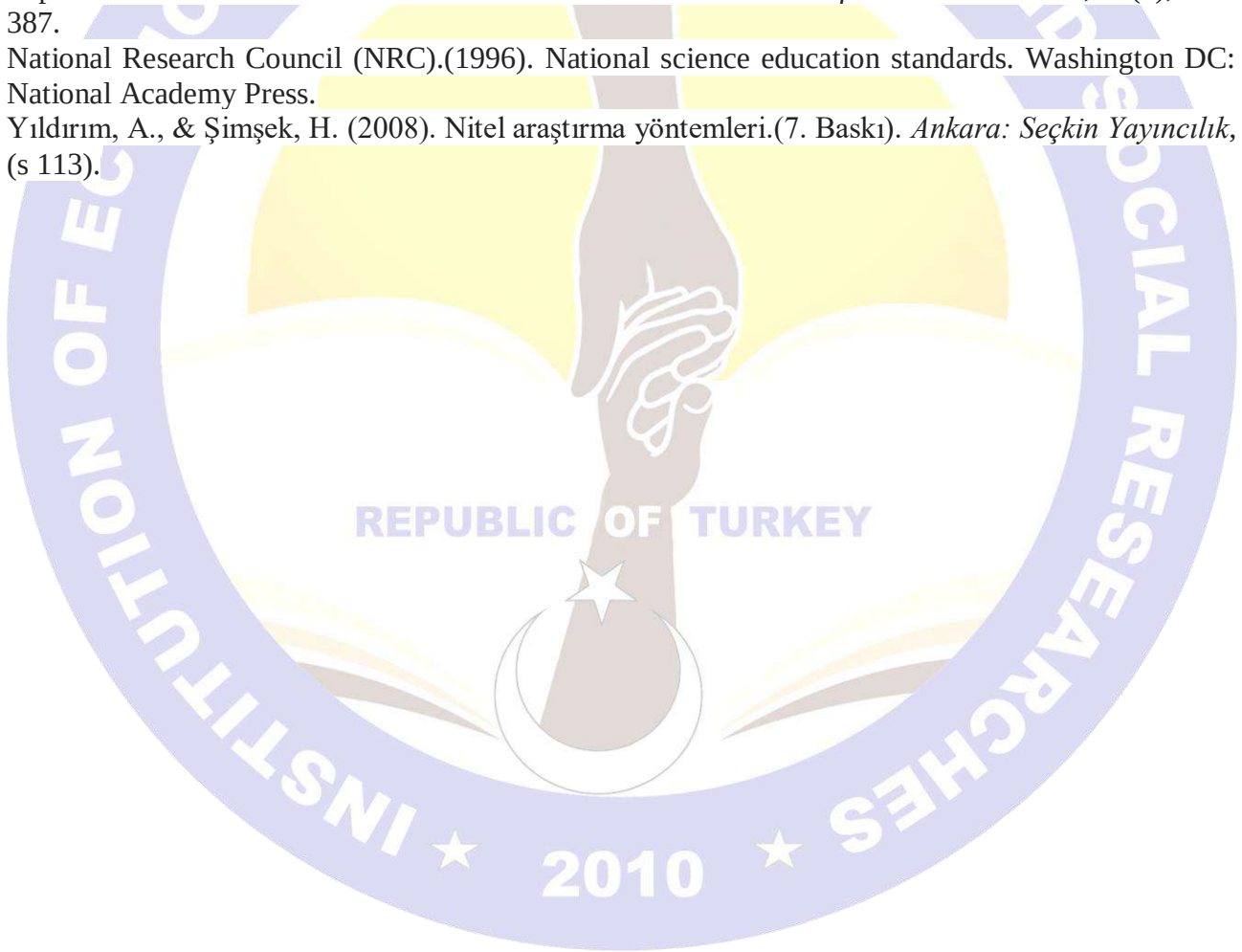
Fizik/Kimya/Biyoloji öğretmen adaylarının model modelleme ve bilimsel modeller ve kullanımları konusundaki görüşlerinin belirlemesi doğrultusunda yapılan bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Öğretmen adaylarının bilimsel modelleri tanımlamada günlük dili kullandıkları bilimsel bir dili kullanmadıkları tespit edilmiştir.
 - Öğretmen adaylarının özellikle Fizik ders kitaplarında daha çok anolojik modellerin bulunması sebebi ile anolojik modelleri daha çok kullandıkları ve bu modellere yönelik farkındalık durumlarının yüksek olduğu belirlenmiştir. Kimya ve Biyoloji öğretmenlerinin ise her model türünde kullanıma sahip oldukları belirlenmiş olup bunun sebebinin de ders kitaplarındaki Bilimsel model çeşitliliğinin daha fazla olduğu düşünülmektedir. Bu sonuç alan yazında Fizik ders kitaplarında bilimsel modellerin az olduğu ve öğretmenlerin çoğunlukla anolojik modelleri kullanabildikleri ayrıca Biyoloji öğretmenlerinin de anolojik modelleri kullanma düzeylerinin yüksek olduğu görüşünü desteklemektedir (Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004)
 - Öğretmen adaylarının bilimsel modelleri derslerde kullanımının konu anlatımı süreçlerinde ve maket, materyal yaparak kullanılabileceği yönünde görüşlerinin olduğu belirlenmiştir.
 - Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun modelleri nesnelerin temsili olarak düşündükleri, model, modelleme ve bilimsel modelleri tanımlamada zorlandıkları ve kavramları karıştırdıkları tespit edilmiştir. Bu tespitler Grosslight ve arkadaşlarının (1991) öğrencilerin modellerle ilgili yetersiz fikirlere sahip oldukları ve modellerin bilimsel ürünler olmalarının aksine, nesnelerin tam bir kopyası olduğunu düşündükleri ayrıca modellerin fen bilimlerinde karşılaşılan olguların bir temsili olduğunu ifade etmeleri bulgularını desteklemektedir.
- Elde edilen sonuçlar doğrultusunda Öğretmen adaylarının model/modelleme ve bilimsel modeller hakkında farkındalık düzeylerinin artırılması amacıyla aşağıdaki öneriler yapılmıştır.
- Bilimsel modellerin kullanımı ve amacı doğrultusunda eğitimler verilmesi adayların öğretmen olarak çalışmaya başladıklarında ders kitaplarında yer alan modelleri tanıyıp etkin bir şekilde kullanmalarını sağlayacaktır.
 - Bilimsel modellerin öğrencilerin kavrama düzeylerini geliştirdiği sıkça ifade edilmeli ve yanlış kavramaları bu sayede azaltılabileceği yönünde farkındalıklar oluşturulmalıdır.
 - Model/ modelleme ve bilimsel modeller konusunda çalıştaylar yapılarak meslekteki öğretmenlerin katılımı sağlanmalıdır.
 - Öğretmen adaylarının bu konuda eğitilmesi için ilgili dersler programlarına eklenmelidir.

5. KAYNAKÇA

Akgün, L., Çiltaş, A., Deniz, D., Çiftçi, Z., & Işık, A. (2013). İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıkları.

- Ayvacı, H., Bebek, G., & Durmuş, A. (2015). Fen Bilimleri Programı'ndaki modelleme kazanımlarının önemi ve uygulanabilirliği hakkında öğretmen görüşleri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2), 334-350.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2008). Bilimsel araştırma yöntemleri [Scientific research methods]. *Ankara: PegemA*.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2012). Örneklem yöntemleri.
- Güneş, B., Gülçiçek, Ç., & Bağcı, N. (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(1), 35-48.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & Smith, C. L. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science teaching*, 28(9), 799-822.
- Harrison, A. G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students?. *Research in science education*, 31(3), 401-435.
- Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.
- National Research Council (NRC).(1996). National science education standards. Washington DC: National Academy Press.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2008). Nitel araştırma yöntemleri.(7. Baskı). *Ankara: Seçkin Yayıncılık*, (s 113).



KİMYA ÖĞRETMEN ADAYLARININ SULARIN SERTLİĞİ İLE İLGİLİ ANLAMALARININ V-DİYAGRAMI KULLANILARAK BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF CHEMISTRY TEACHERS CANDIDATES' UNDERSTANDING CONCERNING WATER HARDNESS USING V-DIAGRAM

Şengül SARIKAYA GACANOĞLU

Dr.Öğrt. Üyesi, Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Kimya Eğitimi Anabilim dalı

Canan NAKİBOĞLU

Prof.Dr., Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Kimya Eğitimi Anabilim dalı

Nuri NAKİBOĞLU

Prof.Dr., Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Anabilim dalı

Özet

Nicel Analiz Laboratuvarları'nın yürütülmesinde V-diagramlarının kullanılması öğrencilerin denemeler sırasında sistematik bir yol izlenerek doldurulması nedeniyle yapılan işlemleri kolaylaştırıp öğrencilere zaman yönetimi açısından da fayda sağlaması yanında öğrenmelerine de önemli katkı sağlayabilir. Bu noktadan hareketle bu çalışmada öğretmen adaylarının suların sertliği ile ilgili anlamalarının V-diyagramı kullanarak ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Çalışmada, öğretmen adaylarının sularda sertliğin nedeninin ne olduğuna yönelik düşünceleri, geçici ve kalıcı sertlik arasındaki farklar ile sert su kullanımının günlük hayattaki etkilerini ne derece bildikleri, deney sırasında gerçekleşen tepkime denklemini doğru yazıp yazamadıkları ve hesaplamaları yapıp yapamadıkları araştırılmıştır.

Çalışma bir eğitim fakültesi, kimya öğretmenliği programına devam eden 4'ü kadın ve 3'ü erkek toplam 7 kimya öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Veriler içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. Çalışmanın sonunda öğretmen adaylarının suların sertliğinin nedenini tam olarak açıklayamadıkları, geçici ve kalıcı sertlik arasındaki farkı doğru bir şekilde ifade edemedikleri, suların sert oluşunun evlerde ve günlük hayatımızda sorunlara sebep olabileceği görüşüne sahip oldukları, suyun sertliği belirlenmesine yönelik tepkimeleri yazabildikleri ancak hesaplamaları doğru bir şekilde yapamadıkları belirlenmiştir. Bu doğrultuda elde edilen veriler ışığında öğretmen adaylarının eksiklerini giderecek şekilde teorik bir eğitim planlanması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kimya öğretmen adayları, Su sertliği, V-Diyagramı

Abstract

The use of V-diagrams in the conduct of Quantitative Analysis Laboratories can facilitate the process by making a systematic way for students to be filled during the experiments, contribute to students' learning and also manage the time. From this point of view, it is aimed to reveal the pre-service teachers' understanding of water hardness by using V-diagram. In this study, pre-service teachers' thoughts about the reason of hardness in water, the differences between temporary and permanent hardness and the effects of hard water usage in daily life, whether they can correctly write the reaction equation during the experiment, and whether they can make calculations were investigated.

The study was carried out with a total of 7 pre-service chemistry teachers (4 female and 3 male) attending a faculty of education, chemistry teaching program. The data were analysed by content analysis method. At the end of the study, pre-service teachers could not fully explain the reason of the water hardness, they could not accurately express the difference between temporary and permanent hardness, they had the opinion that the hardness of the water could cause problems in homes and in our daily life, they could write the reactions to determine the hardness of the water. In the light of the data obtained in this direction, it was proposed to plan a theoretical training in order to eliminate the deficiencies of the prospective teachers.

Keywords: Prospective chemistry teachers, Water hardness, V-Diagram

1.GİRİŞ

Su tüm canlılar için yaşamsal öneme sahiptir. Suyun içilebilir nitelikte olabilmesi için fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik yönden birçok parametrenin incelenmesi ve standart değerleri sağlanması gerekmektedir. Bu parametrelerden bir tanesi de suyun sertliğidir. Diğer yandan su ve suyun canlılar için önemi toplumun bilimsel okuryazarlık noktasında bilgi sahibi olması gereken konulardan biridir. Bu nedenle gerek 2013 gerekse 2018 yılı Kimya Dersi Öğretim Programlarında “su” ile ilgili konuların yer aldığı bir üniteye yer verilmiştir. 2018 yılı Kimya Dersi Öğretim Programının “Doğa ve Kimya” ünitesinde yer alan “Su ve Hayat” bölümünün bir konusu “içilebilir sular” ve buna bağlı olarak “su sertliği” ne ayrılmıştır. Bu noktada bu konunun öğreticisi olacak kimya öğretmen adaylarının eğitimi ve yeterliği son derece önemlidir.

Analitik Kimya Laboratuvarları iki dönemlik ders şeklinde kimya öğretmenliği programlarında yer almakta olup bu derslerde ilk dönem nitel analiz ile ilgili denemelere yer verilirken ikinci dönem nicel analiz laboratuvarı olarak yürütülür. Nicel analiz laboratuvar çalışmalarının önemli bir kısmını volumetrik titrimetri ve uygulamaları oluşturur. Bu uygulamalardan bir tanesi de kompleks oluşumuna dayalı “suda sertlik belirlenmesi” denemeleridir. Laboratuvar çalışması sırasında deneyler anlamlı bir şekilde kurgulanırsa, bilginin yapılandırılması sürecinde de öğrencilere önemli fırsatlar sağlayabilir. Özellikle bu alanda öğretmenlik yapacak kişilerin iyi bir laboratuvar eğitimi almaları oldukça önemlidir. Bu nedenle laboratuvarlarda bazı strateji, teknik ve araçlardan yararlanılabilir. Bu öğretim araçlarından bir tanesi de V-diyagramıdır. V-diyagramları Gowin tarafından geliştirilen ve öğrencilerin bilgi yapısı ve bilgi yapılanma sürecini anlamalarına imkân vermek için fen öğretiminde anlamlı öğrenmeyi sağlamada laboratuvarlarda kullanılan biliş ötesi araçlardan birisidir (Novak & Gowin, 1984). V-diyagramları laboratuvar çalışmalarının gerçekleştirilmesi sırasında teorik bilgi ile ilişki kurularak temel kavramların doğru anlaşılmasının sağlanması, öğrenmeyi kolaylaştırması ve öğrenci başarısının iyi bir şekilde ölçülmesi ve değerlendirilmesine de imkan sağlar (Nakiboğlu 2000; Passmore, 1998). Ayrıca, öğrenciye laboratuvar öncesi hazırlığı yapmasına da fırsat verir. Bu nedenle bu çalışmanın yürütülmesinde hem laboratuvar çalışmalarından istenen verimin sağlanması hem de değerlendirme amaçlı V-diyagramları kullanılmıştır.

Alanyazı incelendiğinde, öğretmen adaylarının V-diyagramı kullanılarak öğrencilerin anlamalarını belirledikleri çalışmalar (Durak ve Genel, 2018; Nakiboğlu v.d, 2000, Nakiboğlu v.d, 2001, Nakiboğlu v.d, 2002, Özsoy, 2004, Passmore, 1998) olmakla beraber, kimya laboratuvarlarında suların sertliğinin belirlenmesine yönelik V-diyagramı kullanarak öğretmen adaylarının anlamalarının belirlendiği spesifik bir konuya ait, doğrudan V diyagramının uygulandığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenler doğrultusunda, kimya öğretmen adaylarının suların sertliğine yönelik anlamalarının V-diyagramları ile belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışmada aşağıda belirtilen alt problemlere cevap aranmıştır.

Çalışmanın alt problemleri:

1. Öğretmen adayları deney öncesinde sulardaki sertliğin nedenini doğru tanımlayabiliyorlar mı?
2. Öğretmen adayları deney öncesinde kalıcı ve geçici sertlik arasındaki farkları bilmekte midir?

3. Öğretmen adayları deney sonrasında suların sertliğinin günlük hayatımıza olan etkileri konusunda ne düşünmektedirler?
4. Öğretmen adayları deneyde verilen bir su örneğindeki sertliğini doğru bir şekilde hesaplayıp yorumlayabiliyorlar mı?
5. Reaksiyon denklemini yazabiliyorlar mı?

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma modeli

Bu çalışmada kimya öğretmenliği ikinci sınıf öğrencilerinin Analitik Kimya Lab. II dersi içeriğinde yer alan titrimetri konusu kapsamındaki “su sertliği” ile ilgili deneyler V- diyagramı kullanılarak gerçekleştirilmiş ve veriler bu sırada toplanmıştır. Kimya öğretmen adaylarının deney öncesi suların sertliği ile ilgili bilgi düzeylerinin, deney sonucunda su sertliğinin günlük hayata etkisi ile ilgili anlamalarının ve bu konudaki hesaplamaları ne derece doğru yapıp yapamadıklarının belirlenmesi amacıyla çalışmada *Genel Tarama Modeli* kullanılmıştır. *Tarama araştırması*, “bir grubun belirli özelliklerini belirlemek için verilerin toplanmasını amaçlayan çalışma (s. 16)” olarak tanımlanır (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2008).

2.2. Evren ve Örneklem

Çalışmanın evrenini bir Eğitim Fakültesinde öğrenim gören öğretmen adayları oluşturmaktadır. Örneklem ise Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği programında öğrenim gören Kimya öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Çalışmada görüşü alınan Kimya öğretmen adaylarının 4’ ü kadın, 3’ ü erkek öğrencidir. Çalışma grubunun belirlenmesinde *seçkisiz olmayan örnekleme* yöntemlerinden *uygun örnekleme yöntemi* kullanılmıştır. Uygun örnekleme yöntemi var olan sınırlılıklar nedeniyle örneklemin kolay ulaşılabilir ve uygulama yapılabilir birimlerden seçilmesidir (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2012).

2.3. Veri Toplama Aracı

Araştırmacılar tarafından suların sertliğinin belirlenmesine yönelik hazırlanan V-diyagramı veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. V-diyagramının kavramsal kısmı deney öncesinde öğrenciler tarafından doldurulmuş, diğer kısımlar deney sırası ve sonrasında doldurulmuştur.

2.4. Veri Analizi

Veri analizi içerik analizi ile gerçekleştirilmiştir. Genel olarak içerik analizi, nitel materyalin temel tutarlılıklarını ve anlamlarını belirlemeye yönelik nitel veriyi basitleştirme ve anlamlandırma çabasını ifade etmek için kullanılır (Patton, 2002). İçerik analizinde verilerin işlenmesi aşamasında araştırmacı tarafından önce veri incelenir ve kodlanır. Veriler kodlanırken araştırma problemine göre önemli olan kavramlar ve temalar kullanılır (Yıldırım & Şimşek, 2006). Bu çalışmada verilerden yola çıkılarak önce veriler cümleler/kelime grupları şeklinde kodlanmış ve daha sonra cümleler uygun kategoriler altında toplanarak temalar belirlenmiştir. Örneklem sayısının nicel olarak genelleme yapabilmeye yetecek sayıda olmaması nedeniyle, sonuçlar nitel olarak sunulmuştur. Çalışmada öğrenci isimlerinin etik olarak gizli tutulması amacıyla, öğrenciler Ö1, Ö2, şeklinde kodlanarak veriler sunulmuştur.

3. BULGULAR

1. Alt probleme yönelik bulgular

Bir su örneğindeki sertliğin nedeni nedir? Sorusuna yönelik öğretmen adaylarının verdiği cevaplar Tablo 1’ de yer almaktadır.

Tablo 1. Öğretmen adaylarının su örneğindeki sertliğin nedenine yönelik görüşleri

İfadelerde yer alan hatalar	İfadeler
1. Bazik tuzlarının katyonunu dikkate almaması hatalıdır.	Ö1: Suda çözünmüş olarak bulunan bazik tuzlardan başka bütün metal tuzları sertliğe neden olur.

1.Metal atomu ve iyonu arasındaki farkı bilmiyor.	Ö2: Metal katkısıdır. Kalsiyum ve magnezyum atomları suda sertliği sağlar.
2.Sertliğe neden olan diğer metal iyonlarını dikkate almamış.	
1.Sertliğe neden olan diğer metal iyonlarını dikkate almamış.	Ö3: Magnezyum ve kalsiyum iyonlarının miktarıdır.
1.Sertliğe neden olan diğer metal iyonlarını dikkate almamış.	Ö4: Magnezyum kalsiyum iyonlarıdır.
1.Sertliğe neden olan diğer metal iyonlarını dikkate almamış.	Ö5: Çözülmüş kalsiyum ve magnezyum tuzlarının çok bulunmasıdır.
1.Sertliğe neden olan diğer metal iyonlarını dikkate almamış.	Ö6: Suda bulunan kalsiyum ve magnezyum miktarıdır.
1.Sertliğe neden olan magnezyum ve diğer metal iyonlarını dikkate almamış.	Ö7: Su iyonun içindeki kalsiyum iyonları olabilir.
2.İfade bozukluğu	

2. Alt probleme yönelik bulgular

Geçici ve kalıcı sertlik arasındaki farklar nelerdir? Sorusuna öğretmen adaylarının verdiği cevaplar Tablo 2 ve Tablo 3’ de yer almaktadır.

Tablo 2. Öğretmen adaylarının sulardaki geçici sertliğe yönelik görüşleri

Anlama Düzeyi	İfadeler (GEÇİCİ SERTLİK)
Bikarbonat ve karbonat tuzlarının geçici sertliğe sebep olduğu ve bu sertliğin kaynatma ile giderilebileceği tam olarak doğru bir ifadedir. TAM ANLAMA	Ö1: Geçici sertlik metallerin bikarbonat ve karbonat tuzlarından kaynaklanır. Kaynatma ile giderilir
Kaynatma ile giderileceğinden bahsetmemesi eksiklidir. KISMEN ANLAMA	Ö5: Bikarbonat ve karbonat tuzlarından kaynaklanır. Ö7: Bikarbonat ve karbonat tuzlarından kaynaklanır.
Sadece bikarbonat tuzlarının geçici sertliğe sebep olduğu ifadesi eksiktir. KISMEN ANLAMA	Ö6: Bikarbonat içeren suların sertliği geçici sertliktir

Tablo 3. Öğretmen adaylarının sulardaki kalıcı sertliğe yönelik görüşleri

Anlama Düzeyi	İfadeler (KALICI SERTLİK)
TAM ANLAMA	TAM ANLAMA DÜZEYİNDE ÖĞRENCİ İFADESİ BULUNMAMAKTADIR.
1.Kalsiyum ve magnezyum iyonlarından bahsetmemesi eksiklidir.	Ö1: Kalıcı sertlik <u>metallerin</u> klor, nitrat ve sülfat tuzlarından kaynaklanır kaynatma ile giderilmez.
2.Kaynatmakla giderilemeyeceğinden bahsetmemesi eksiklidir. KISMEN ANLAMA	Ö3: Sülfat nitrat ve klor iyonlarından kaynaklanır ancak kimyasal işlemlerle giderilir. Ö5: Klor nitrat ve sülfat tuzlarından kaynaklanır.

Ö6:Kalsiyum ve magnezyum kaynağının sülfat bileşikler olduğu sularda kalıcı sertlik olur

1.Klor, nitrat ve sülfat tuzlarından bahsetmemesi eksikliklerdir.
2.Kaynatma ile giderilemeyeceğinden bahsetmemesi eksikliklerdir.

Ö2:Kalıcı sertlik kalsiyum ve magnezyum iyonlarıdır.
Ö3: Magnezyum ve kalsiyumdan gelen sertliktir.
Ö4: Magnezyum kalsiyum sülfat tuzları

KISMEN ANLAMA

3.Alt probleme yönelik bulgular

Ev sularının sert oluşu günlük hayatımızda bir soruna sebep olur mu açıklayınız. Sorusuna yönelik öğretmen adaylarının verdiği cevaplar Tablo 3’ de yer almaktadır.

Tablo 3. Sert suların günlük hayatımızda probleme sebep olma durumları

Problem durumu	İfadeler
Problem yaratmaz	Ö1:Sağlık açısından problem olmaz Ö2: Sağlık açısından problem olmaz
Problem yaratır	Ö3: Sağlık açısından problem olabilir. Çünkü saçlarımız sertleşiyor. Ö4: Sağlık açısından problem olabilir. Dişlerimizde kireç oluşabilir. Ö5:Sağlık açısından probleme sebep olabilir. Çünkü kireçlenmeye sebep oluyor. Ö6: Sağlık açısından probleme sebep olur. Böbreklerde taş ve cilt kurumasına sebep olur. Ö7:Sağlık açısından probleme neden olur. Vücudumuzda kalsiyum iyonunun artmasına sebep olur. Ö1: Borularda kireçlenmeye sebep olur. Ö6:Çamaşırların dokusunu bozar.

233

Tablo 3 incelendiğinde öğretmen adaylarının sulardaki sertliğin günlük hayatımızda sağlık açısından da, evlerimizde kullandığımız cihazlar ve borular açısından da problem yarattığını düşündükleri tespit edilmiştir.

4. Alt probleme yönelik bulgular

Öğretmen adaylarının yapmış olduğu deney sonucunda su örneklerinin sertlik durumunu belirleme durumları ile ilgili iki soru yöneltilmiştir. İlk soruda V-diyagramının veri dönüşümü kısmında, bir hesaplama yapmaları istenmiş, ikinci olarak bu hesaba göre su örneğinin sertliğini yorumlamaları istenmiştir. İkinci soru doğrudan sorulmamış odak sorusu şeklinde verilmiştir.

Sudaki sertliğin hesaplanmasına yönelik sadece bir öğretmen adayı tam anlama düzeyinde cevap vermiş olup diğer öğretmen adayları kısmen anlama düzeyinde cevap vermişlerdir.

Tam anlama düzeyinde Ö1’ in yapmış olduğu hesaplama,

Veri Kayıtları

Kısmen anlama düzeyinde Ö4’ in yapmış olduğu hesaplama,

$$0.0113 \times 10.76 - 3 \times 0.9925 = 1.21$$

$$12.1 \text{ mg } 100 \text{ da } 24.2 \text{ mg } \frac{m}{m_0} = 0.0$$

Tablo 5. Su örneğinin sertlik durumuna yönelik öğretmen adaylarının yorumları

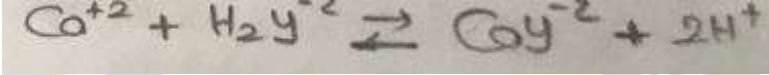
Öğretmen adaylarının yaptıkları deneyde suyun sertliğine yönelik yorumları

Tema	İfadeler
Su serttir.	Ö1: Fransız sertliğine göre su örneği serttir. Ö2: Musluk suyu olduğu için sert sudur. Ö4, Ö6: Su serttir. Ö5: 100 ml suda 19,9mg kation içerdiği için suyumuz serttir. Ö7: 100 ml suda 16.7mg kation içerdiği için suyumuz serttir.
Su geçici olarak serttir.	Ö3: Suda geçici sertlik vardır.

5. Alt probleme yönelik bulgular

Su örneğindeki sertliğe sebep olan tepkimeyi yazınız? sorusuna öğretmen adaylarının verdiği cevaplar incelendiğinde öğretmen adaylarının hepsinin kimyasal tepkime denklemini aşağıdaki gibi yazdıkları tespit edilmiştir.

Ö3:



Bu verilerden öğretmen adaylarının sudaki sertlikle ilgili anlamalarının sadece kalsiyum iyonundan kaynaklandığı yönünde olduğu düşünülebilir.

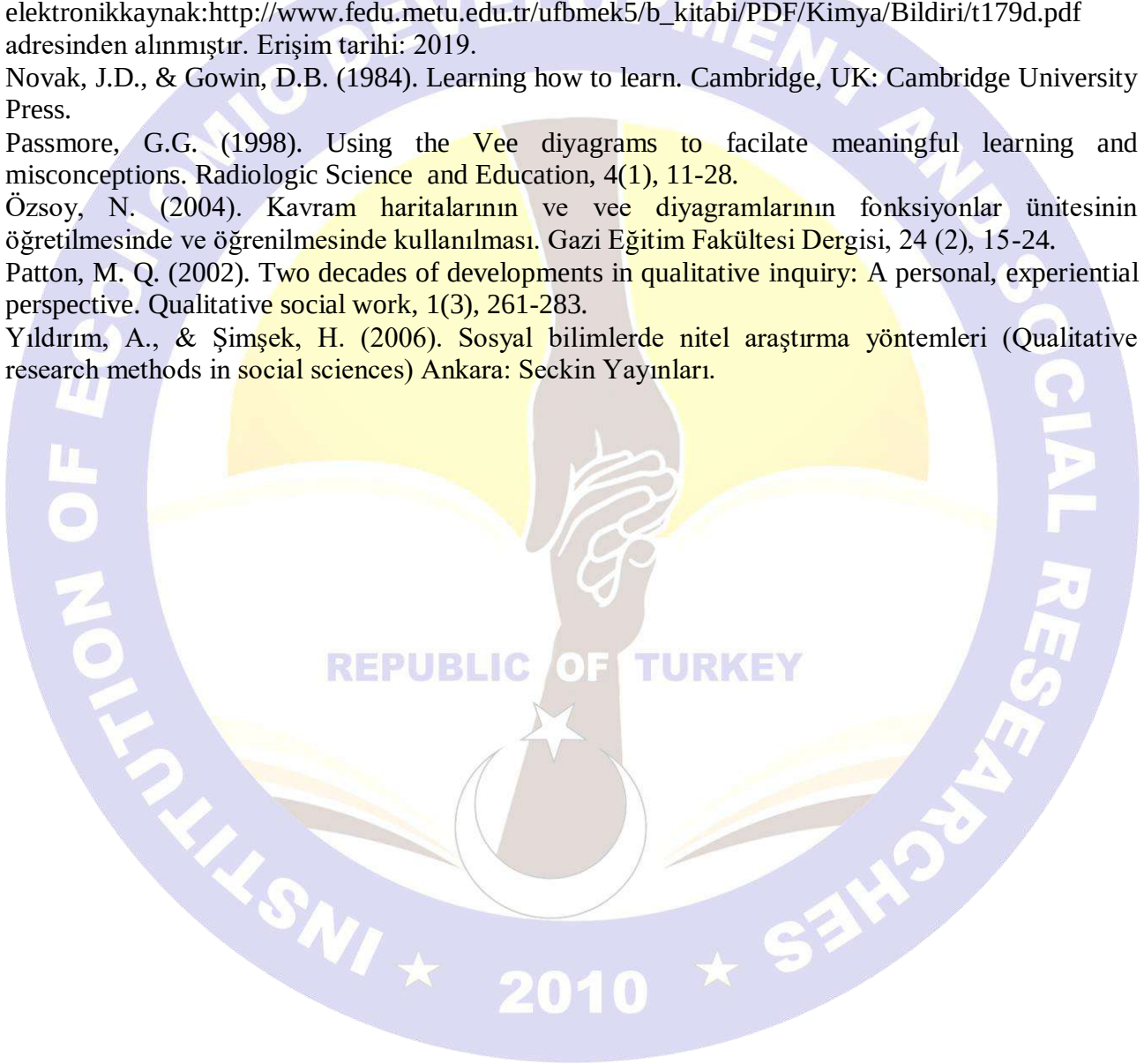
4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kimya öğretmen adaylarının suların sertliğine yönelik anlamalarının V-diyagramları ile belirlenmesine yönelik olarak yürütülen çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- V-diyagramı ile öğretmen adaylarının suların sertliği konusunda anlama durumları belirlenmiştir.
 - Örneklemde yer alan adaylar odak sorusunun doğru cevabını verememişlerdir.
 - Öğretmen adayları görüşlerini belirtirken bilimsel bir dil kullanmamışlardır.
 - Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu su sertliğine yönelik hesaplamaları tam olarak doğru olacak şekilde hesaplayamamışlardır.
 - Öğretmen adayları su örneklerinde gerçekleşen kimyasal tepkime denklemlerini kısmen doğru olarak yazmışlardır.
- Elde edilen sonuçlar doğrultusunda Öğretmen adaylarının su sertliğine yönelik anlamalarının V-diyagramı ile belirlenmesine yönelik tespitler ışığında aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur.
- V-diyagramlarının kullanılmasıyla öğrencilerin konuları anlama durumları etkili bir şekilde belirlendiği için öğretmen adaylarının eksikliklerine yönelik öğrenme öğretme faaliyetleri düzenlenebilir.
 - Öğretmen adaylarının kendi bilgilerini ifade etme konusunda eğitimler almaları sağlanmalıdır.
 - Öğretmen adaylarının deney sonuçlarından elde ettikleri verileri matematiksel hesaplamalarda kullanırken işlem hataları yapmamaları için bu konuda pratikler yapmaları sağlanmalıdır.
 - Öğretmen adaylarının eleştirel düşünce becerilerinin geliştirilmesi konusunda farkındalık sağlanmalıdır.

5.KAYNAKÇA

- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2009). Bilimsel araştırma yöntemleri (21. Baskı). Pegem Akademi: Ankara
- Durak, H., & Genel, Y.(2018) Kimyasal Kinetik Deneylerinde V-diyagramı Kullanımının İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 15(1), 444-467.
- Nakiboglu, C., Meriç, G. (2000). Genel kimya laboratuvarlarında v-diyagramı kullanımı ve uygulamaları. BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2 (1), 58-75.
- Nakiboglu, C., Benlikaya, R., Karakoç, Ö. (2001). Ortaöğretim kimya derslerinde v-diyagramı uygulamaları. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 21(1) 97-104.
- Nakiboğlu, C., Benlikaya, R., Kalın, S. (2002). Kimya öğretmen adaylarının kimyasal kinetik ile ilgili yanlış kavramlarının belirlenmesinde v-diyagramının kullanılması. Elde edilebilecek elektronik kaynak: http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek5/b_kitabi/PDF/Kimya/Bildiri/t179d.pdf adresinden alınmıştır. Erişim tarihi: 2019.
- Novak, J.D., & Gowin, D.B. (1984). Learning how to learn. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Passmore, G.G. (1998). Using the Vee diyagrams to facilitate meaningful learning and misconceptions. Radiologic Science and Education, 4(1), 11-28.
- Özsoy, N. (2004). Kavram haritalarının ve vee diyagramlarının fonksiyonlar ünitesinin öğretilmesinde ve öğrenilmesinde kullanılması. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24 (2), 15-24.
- Patton, M. Q. (2002). Two decades of developments in qualitative inquiry: A personal, experiential perspective. Qualitative social work, 1(3), 261-283.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2006). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (Qualitative research methods in social sciences) Ankara: Seckin Yayınları.





TÜRKİYE'DE SOĞAN ÜRETİMİ, SOĞAN FİYATI, DOLAR KURU VE FAİZ ORANI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ARDL TESTİ İLE BELİRLENMESİ

DETERMINING THE RELATIONSHIP AMONG ONION PRODUCTION, ONION PRICE, DOLLAR RATE AND INTEREST RATE IN TURKEY WITH ARDL TEST

Şenol Çelik

Dr. Öğr. Üyesi, Bingöl Üniversitesi

Özet

Bu çalışmada, Türkiye’de, 1983-2018 döneminde, soğan üretimi, soğan fiyatı, dolar kuru ve faiz oranı arasındaki nedensellik ilişkisi incelenmiştir. Bu amaçla ARDL yani gecikmesi dağıtılmış otoregresif sınır testi analiz edilmiştir. Yapılan analizde, soğan fiyatı düzeyde durağan olurken, soğan üretim miktarı, dolar kuru ve faiz oranı birinci dereceden durağan olmuşlardır. Yani seriler farklı dereceden durağan olduklarından dolayı Sınır testinin araştırılması gerekli olmuştur. Çalışmada gecikme uzunluğu 4 olarak seçilmiştir.

Uzun dönem tahmin edilen model ARDL(1,2,1,1) olarak belirlenmiştir. Sınır testi sonuçlarına göre, soğan üretim miktarı ile soğan fiyatı, dolar kuru ve faiz oranı arasında uzun dönemli bir ilişki saptanmıştır.

Hata düzeltme değişkeninin katsayısı -1.48 olarak tahmin edilmiştir. Hata düzeltme değişkeninin katsayısının 1’den büyük olması sistemin dalgalanarak dengeye geldiğini ifade etmektedir. Bu dalgalanma her seferinde azalarak uzun dönemde dengeye dönüşü sağlayacaktır. Fiyat, dolar ve faiz oranı değişkenlerinin uzun dönem tahmin sonuçları -0.0396, 0.129 ve 6074.633’dür. Fiyat, dolar ve faiz oranında meydana gelecek %1’lik değişim soğan üretiminde sırasıyla % 0.04, %0.129 ve % 6075’lik bir değişime neden olmaktadır.

Tanısal (diagnostics) testler sonucunda belirleme katsayısı (R^2) 0.817, düzeltilmiş belirleme (adjusted determination) katsayısı (Adj. R^2) 0.759 ve Akaike bilgi kriteri (AIC) 27.914 olarak hesaplanmıştır. Heteroskedasticity testi sonucunda nR^2 test istatistiği 18.151 ve $p=0.379>0.05$ bulunduğundan modelde değişen varyans sorununun bulunmadığı ve modelin doğru kurulduğu anlaşılmıştır. Ayrıca CUSUM testi yapılarak yapısal kırılma durumu kontrol edilmiş olup yapısal kırılmanın olmadığı ve dolayısıyla sınır testi ile hesaplanan uzun dönem katsayıların istikrarlı olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Soğan, Fiyat, Dolar kuru, Faiz, Sınır testi

Abstract

The causality relationship among onion production, onion price, dollar rate and interest rate in Turkey during the period 1983-2018 was examined in this study. For this purpose, ARDL, in other words, autoregressive distributed lag boundary test was analyzed. In the analysis, while onion price level was stable, onion production amount, dollar rate and interest rate became first degree stable. In other words, due to the fact that the series are stable of different degrees, boundary testing was found to be necessary. In the study, the lag period has been decided as 4. The long-term estimated model has been determined as ARDL (1,2,1,1). According to the boundary test results, a long-term relationship between onion production amount and onion price, dollar rate and interest rate was found.

The coefficient of error correction variable was estimated as -1.48. The fact that coefficient of error correction variable is greater than 1 indicates that the system fluctuates to equilibrium. This fluctuation will provide a return to equilibrium in the long run by decreasing each time. The long-term estimated results of price, dollar and interest rate variables are -0.0396, 0.129 and 6074.633.

1% change in price, dollar and interest rate in onion production is 0.04%, 0.129% and 6075%, respectively.

As a result of diagnostic tests, the coefficient of determination (R^2) was found as 0.817, the adjusted determination coefficient (Adj. R^2) was 0.759 and the Akaike information criterion (AIC) was 27.914. As a result of heteroskedasticity test, since nR^2 test statistic was found to be 18.151 and $p = 0.379 > 0.05$, it was understood that there was no variance problem in the model and that the model was correctly established. In addition, the structural breakage status was checked by CUSUM test and it was seen that there was no structural breakage and therefore the long-term coefficients calculated by the boundary test were found to be stable.

Keywords: Onion, Price, Dollar exchange rate, Interest, Bound test.

Giriş

Kuru soğan, dünyada tüm ülkelerde olduğu gibi, Türkiye'de de tüketicilerin gelir düzeyine bağlı olmaksızın her evde tüketilen sebzelerin başında yer almaktadır. TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) verilerine göre Türkiye'de 2017 yılında 2 131 513 ton kuru soğan üretimi vardı. Bunun yaklaşık 1.7-1.8 milyon tonu iç piyasada tüketilmekteydi. Bir önceki yıl geçen yıl soğan üreticisi zarar etmiş ve birçoğu ürününü tarlada bırakmıştı. Bu nedenle 2018 yılı soğan ekim alanı 527 133 dekara, üretim ise 1 930 695 milyon tona düşmüştür.

Kuru soğan üretiminde 2018 yılında Adana ve Hatay başta olmak üzere birçok ilde doğal afetler ve hastalıklar nedeniyle rekolte düşüşü yaşandı. Girdi maliyetleri, doğal afetler, soğan hastalıklarının yanı sıra soğan üreten çiftçilerin örgütlü yapılarının olmaması, üretim planlaması yapılmaması, nüfusun artması nedenleri ile bu fiyat dalgalanmaları her dönem yaşanacak gibi görülmektedir. Türkiye'de kuru soğanın yıllık kişi başına tüketim ortalaması 22 kilogram'dır. Araştırmalara göre 2018 yılında soğan tüketim miktarı 16-17 kg'a kadar düşecektir (Anonim, 2018).

Türkiye'de son 5 yılda (2014-2018) kuru soğanın ekim alanı ve üretim miktarı Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Türkiye'de kuru soğanın ekim alanı ve üretimi

Yıllar	Ekim Alanı (da)	Üretim miktarı (ton)
2014	600 441	1 790 000
2015	577 040	1 879 189
2016	604 026	2 120 581
2017	576 918	2 131 513
2018	527 133	1 930 695

Türkiye'de 2018 yılında en fazla soğan üretimi yapılan iller sırasıyla Ankara (510 414 ton), Amasya (248 599 ton), Çorum (166 460 ton), Adana (153 307 ton) ve Tokat' (112 232 ton) dır.

FAO (Uluslararası Gıda ve Tarım Organizasyon) 2017 yılı verilerine göre kuru soğan üretiminde dünya ülkeler sıralamasında Çin 24 344 543 ton üretimi ile 1. sırada, Hindistan 22 427 000 ton ile 2. sırada ve ABD 3 731 940 ton ile 3. sırada yer almaktadır. Bu ülkeleri sırasıyla İran (2 379 096 ton), Mısır (2 379 035 ton) ve Rusya Federasyonu (2 135 974 ton) izlemektedir. Türkiye ise 2 131 513 ton üretim ile dünyada 7. sıradadır.

Literatür taraması sonucu kuru soğan üretimine ait yapılmış bazı çalışmalara rastlanmaktadır (Dağdevir, 1998; Erdal ve Erdal, 2008; Şimşek, 2016).

Bu çalışmada soğan üretimi ile soğan fiyatı, faiz oranı ve dolar kuru arasındaki ilişkinin sınır testi ile analiz edilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışmada kullanılan veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'nin web sitesinde (www.tuik.gov.tr) bulunan "Bitkisel Üretim İstatistikleri" kısmında yer alan Türkiye'de 1983-2018

dönemi soğan üretim miktarı verileri derlenmiştir. Dolar kuru verileri ve faiz oranı Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası (TCMB)'nın internet adresinden alınmıştır.

Yöntem

ARDL (Autoregressive Distribution Lag) modeli

Uygulamada farklı dereceden bütünleşik değişkenler arasındaki ilişki Pesaran ve ark. (2001) tarafından önerilen ARDL yaklaşımı (sınır testi) incelenmektedir. Modelde kullanılacak değişkenlerin düzeyde durağan $I(0)$ veya birinci farkta durağan $I(1)$ olması sınır testi ile analiz edilir.

ARDL sınır testi yaklaşımı için kısıtsız hata düzeltme modeli (UECM) aşağıdaki gibidir.

$$\Delta SOG_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_{1i} \Delta SOG_{t-i} + \sum_{i=0}^n \beta_{2i} \Delta FI_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_{3i} \Delta DOLAR_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_{4i} \Delta FA_{t-i} + \delta_{1i} SOG_{t-i} + \delta_{2i} FI_{t-i} + \delta_{3i} DOLAR_{t-i} + \delta_{4i} FA_{t-i} + \varepsilon_i$$

Bu eşitlikte Δ : fark operatörü, β_0 : sabit terim ve ε_i ise hata terimidir. Bu eşitlikteki regresyon modeli tahmin edildikten sonra uzun dönemli bir ilişkinin tespiti Wald testi (F istatistiği) ile yapılır. Bu testle ilgili hipotezler aşağıdaki gibi kurulur.

$$H_0: \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = 0 \text{ (Eşbütünleşme yoktur)}$$

$$H_0: \delta_1 \neq \delta_2 \neq \delta_3 \neq \delta_4 \neq 0 \text{ (Eşbütünleşme vardır)}$$

Hesaplanan F istatistiği, Pesaran ve ark. (2001) tarafından asimptotik olarak belirlenen anlamlılık düzeyleri ile karşılaştırılır.

Eğer hesaplanan F istatistiği alt sınırdan küçükse sıfır hipotezi kabul edilir ve eşbütünleşmenin olmadığı kararı verilecektir. Eğer hesaplanan F istatistik değeri kritik değerlerin üst sınırından daha büyükse değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olmadığını belirten sıfır hipotezi reddedilir. Bu durumda eşbütünleşmenin olduğuna karar verilir. Eğer hesaplanan F istatistik değeri alt ve üst kritik değer arasında kalırsa, eşbütünleşmenin olup olmadığı hususunda kararsız bir durum oluşacaktır. Eğer sınır testi ile değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki tespit edilmişse sonraki aşamada uzun dönem katsayılarının tahminine geçilir. Uzun dönem katsayıları tahmin etmek amacıyla aşağıdaki eşitlikte yer alan ARDL(m, n, p, r) modeli oluşturulur.

$$SOG_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_{1i} SOG_{t-i} + \sum_{i=0}^n \beta_{2i} FI_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_{3i} DOLAR_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_{4i} FA_{t-i} + \varepsilon_i$$

Uzun dönemli ilişkiye ait katsayılar belirlendikten sonra modelin diagnostik testlerine bakılır ve modelin uygun olup olmadığına karar verilir. Bunun yanı sıra ARDL modelindeki değişkenlerin istikrarı için CUSUM testlerinden yararlanılabilir (Brown, 1975).

Değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişkinin araştırılması için ARDL modeline dayalı hata düzeltme modeli aşağıdaki gibi kurulmuştur.

$$\Delta SOG_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 ECMT_{t-1} + \sum_{i=1}^n \beta_{3i} \Delta SOG_{t-i} + \sum_{i=0}^n \beta_{4i} \Delta FI_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_{5i} \Delta DOLAR_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_{6i} \Delta FA_{t-i} + \varepsilon_i$$

Kısa dönem ilişkisinde $ECMT_{t-1}$ değişkeni uzun dönem ilişkisinden elde edilen hata terimleri serisinin bir dönem gecikmeli değeridir. Yani hata düzeltme terimidir. Bu değişkenin katsayısı kısa dönemdeki dengesizliğin ne kadarının uzun dönemde düzeltileceğini gösterir. Hata düzeltme teriminin negatif ve anlamlı olması beklenir.

Bulgular ve Tartışma

Serilerin durağanlığını test etmek için Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi uygulanmıştır ve sonuçlar Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Augmented Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi sonuçları

Değişkenler	t istatistiği (Düzye)	t istatistiği (Birinci farkı)
SOG	-3.130	-6.836*
FI	-6.679*	
DOLAR	1.804	-3.732**
FA	-1.758	-5.166***
Anlamlılık düzeyi	Kritik değerler	
%1	-4.244	-4.263
%5	-3.544	-3.553
%10	-3.205	-3.210

SOG: Soğan üretim miktarı, FI: Soğan fiyatı, DOLAR: Dolar kuru, FA: Faiz oranı (%). MacKinnon (1996) one-sided p-values. *: %1'de anlamlılık, **: %5'de anlamlılık, ***: %10'da anlamlılık

Tablo 2'de görüldüğü gibi FI (fiyat) değişkeni düzeyde durağan iken, SOG, DOLAR ve FA serileri birinci farkta durağan haline gelmiştir. Kısaca FI serisi $I(0)$, SOG, DOLAR ve FA serileri $I(1)$ 'dir. Seriler farklı derecelerde durağan olduklarından sınır testinin uygulanması uygun görülmüştür. Sınır testi yöntemiyle seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi araştırılmıştır ve elde edilen sonuçlar Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Sınır testi sonuçları

Test istatistiği	Değer	k
F- istatistiği	20.071	3
Kritik değer sınırları		
Önemlilik (p)	Alt sınır	Üst sınır
% 10	2.37	3.2
%5	2.79	3.67
% 1	3.65	4.66

Tablo 3 incelendiğinde k, bağımsız değişken sayısı, kritik değerler Pesaran ve ark. (2001)'deki tablodan elde edilmiştir. F istatistiği değeri 20.071 bulunmuştur ve % 1 önemlilik düzeylerindeki üst sınır değeri 4.66'dan daha büyüktür. Bu yüzden değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır. Eşbütünleşme ilişkisi elde edildikten sonra ARDL modelinde değişkenler arasında uzun ve kısa dönem ilişkisi incelenmiştir. Çalışmada gecikme uzunluğu belirlemek için AIC (Akaike Bilgi kriteri) bilgi kriteri kullanılmıştır ve uzun dönem tahmin edilen model ARDL (1,2,1,1) şeklinde olmuştur. Tablo 4'te belirlenen modelden elde edilen katsayılar ve tanısal testler bulunmaktadır.

Tablo 4. ARDL (1,2,1,1) Modeli Tahmini ve tanısal testler

Değişken	Katsayı	Standart hata	t-istatistiği	P*
D(SOG(-1))	-0.479988	0.163411	-2.937307	0.0070
FI	-0.410287	0.409352	-1.002284	0.3258
FI(-1)	1.093888	0.480659	2.275810	0.0317
FI(-2)	-0.742239	0.418328	-1.774299	0.0882

D(DOLAR)	0.122826	0.176257	0.696855	0.4923
D(DOLAR(-1))	-0.313176	0.216248	-1.448226	0.1600
D(FA)	-10402.82	8412.089	-1.236652	0.2277
D(FA(-1))	19393.21	8081.684	2.399650	0.0242
C	82668.95	62478.19	1.323165	0.1978
R ²	0.538213	nR ²		3.878316
Adj. R ²	0.474292	S.D. dependent var		302092.4
Log likelihood	-465.5314	Akaike bilgi kriteri		27.91361
F-istatistiği	2.926079	Schwarz kriteri		28.31765
P (F-istatistiği)	0.018852	Durbin-Watson		2.299004

Tablo 4'te görüldüğü gibi FI(-1) ve D(FA(-1)) değişkenlerinin istatistiksel olarak önemli oldukları görülmüştür. Buradan soğanın bir önceki dönem fiyatı yani FI(-1) ile bir önceki dönem faiz oranı yani D(FA(-1)) arttıkça soğan üretiminin (SOG) artacağı anlaşılmaktadır. Değişen varyanslılığı test etmek için White nR² testi yapılmıştır ve nR²=3.878 ve p=0.9085>0.05 olduğundan modelde değişen varyans sorunu bulunmamaktadır. Bu da modelin uygunluğu açısından gereklidir ve önemlidir. Modelde uzun dönem ilişkisini incelemek amacıyla hata düzeltme terimi tahmini diğer sonuçlar Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. ARDL (1,2,1,1) Hata Düzeltme Modeli Tahmin Sonuçları

Değişken	Katsayı	Std. hata	t-istatistiği	P
D(FI)	-0.410287	0.332367	-1.234440	0.2285
D(FI(-1))	0.742239	0.365919	2.028425	0.0533
D(DOLAR, 2)	0.122826	0.124322	0.987966	0.3326
D(FA, 2)	-10402.823660	4985.112714	-2.086778	0.0473
ECMT(-1)	-1.479988	0.137169	-10.789521	0.0001
Cointeq = D(SOG) - (-0.0396*FI -0.1286*D(DOLAR) +				
6074.6328*D(FA) + 55857.8332)				
Uzun dönem katsayıları				
Değişken	Katsayı	Std. hata	t-istatistiği	P
FI	-0.039620	0.124728	-0.317655	0.7534
D(DOLAR)	-0.128616	0.186082	-0.691182	0.4958
D(FA)	6074.632825	8571.150080	0.708730	0.4850
C	55857.833235	41836.499020	1.335146	0.1939

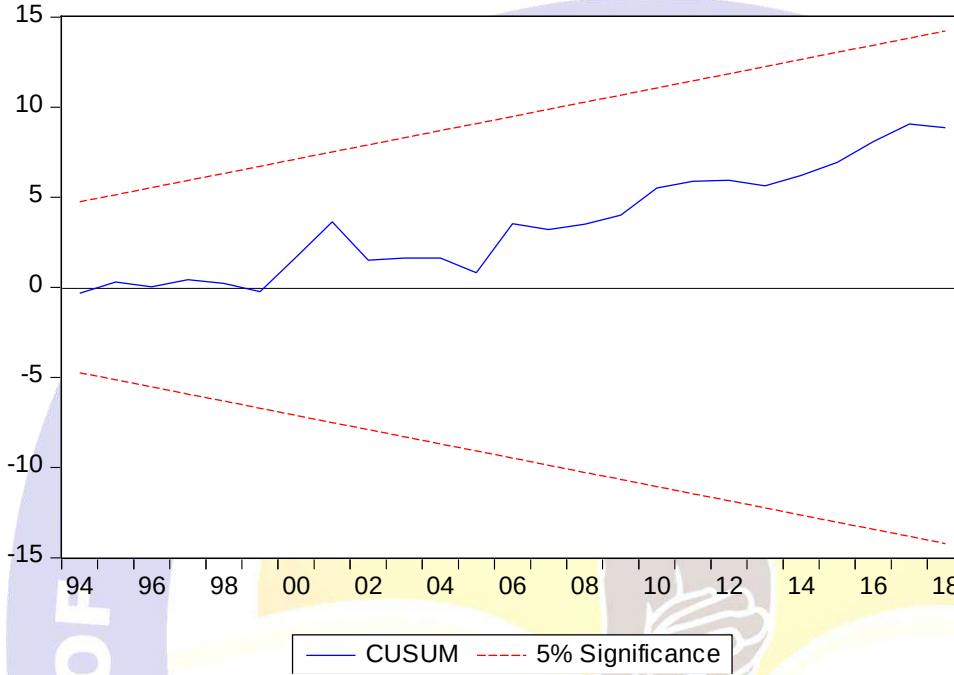
Tablo 5'te gösterilen ECMT(-1) değişkeni uzun dönem ilişkisinden elde edilen hata terimleri serisinin bir dönem gecikmeli değeridir. ECMT(-1) değişkeninin katsayısı kısa dönemdeki dengesizliğin ne kadarının uzun dönemde düzeltileceğini ifade eder.

Hata düzeltme değişkeninin katsayısı -1.48 olarak hesaplanmıştır. Hata düzeltme değişkeninin katsayısının 1'den büyük olması sistemin dalgalanarak dengeye geldiğini gösterir ve bu dalgalanma her defasında azalarak uzun dönemde dengeye gelecektir (Narayan ve Smyth, 2006). Narayan ve Smith (2005)'e göre hata düzeltme katsayısının -1 ve -2 arasında bir değer alması, sistemin dalgalanarak dengeye geldiğini ortaya koymaktadır. Modelin sonraki dönem için uyarlanma derecesini gösteren bu katsayının negatif ve istatistiksel olarak anlamlı çıkması, uyarılma sürecinin hızlı gerçekleştiğini ve dalgalanmanın modeli dengeye getirirken doğrudan monoton olarak yakınsamak yerine her seferinde azalarak uzun dönemde dengeye geleceğini göstermektedir. Bu yaklaşıma göre kısa dönemde meydana gelecek herhangi bir şok ya da beklenmeyen etkinin uzun dönemde her yıl % 1,48 oranında düzeltilerek dengeye ulaşılacağı ifade edilebilir.

Hata düzeltme değişkeninin katsayısı negatif ve istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.0001).

Soğan üretim miktarı ile soğan fiyatı ve dolar kuru arasında uzun dönemde negatif ve istatistiksel olarak önemsiz bir ilişki varken, soğan üretim miktarı ile faiz oranı arasında pozitif ve istatistiksel olarak önemsiz bir ilişki görülmüştür. Uzun dönemde soğan fiyatı % 1 arttığında soğan üretimi yaklaşık % 0.04 azalmaktadır. Dolar kuru % 1 arttığında soğan üretimi yaklaşık % 0.13 azalmaktadır, ancak faiz fiyatı % 1 arttığında ise soğan üretimi % 6074.63 artmaktadır. Ancak bu değişim istatistiksel açıdan önemli değildir.

Bu dönemde yapısal kırılma olup olmadığını belirlemek için CUSUM testi yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. CUSUM testi

Şekil 1'de CUSUM testi grafiğinden görüldüğü gibi bu dönemde serilerin aldığı değere göre oluşan çizgiler güven sınırları içindedir. Bundan dolayı yapısal kırılma bulunmamaktadır. Yani istikrarsız bir durum söz konusu değildir.

CUSUM istatistikleri %5 anlamlılık düzeyinde kritik sınırlar içerisinde (iki çizgi arasında) kalıyorsa, ARDL modelindeki katsayıların istikrarlı olduğunu ifade eden H_0 hipotezi kabul edilecektir (Bahmani-Oskooee, Ng, 2002). Eğer, CUSUM grafikleri sınırların dışında kalırsa, katsayıların durağanlığını savunan H_0 hipotezinin reddedilmesi gerekir. Altıntaş (2008)'ın çalışmasında 1985–2006 döneminde Türkiye’de M2 para talebi modeli ARDL yaklaşımıyla tahmin edilmiş uzun dönemde modelin istikrarlı olup olmadığı CUSUM ve CUSUMQ testleriyle araştırılmıştır. Model sonucunda M2’nin gelir, faiz oranı ve döviz kuruyla eşbütünlük ilişkisi gösterdiği ortaya konmuştur.

Sonuç

Türkiye’de 1983-2018 dönemi soğan üretimi ile soğan fiyatı, dolar kuru ve faiz oranı (%) arasındaki ilişkinin incelendiği bu çalışmada ARDL sınır testi kullanılmıştır.

Uzun dönemde soğan üretimi üzerinde faiz oranındaki artışlar pozitif yönde, fiyat ve dolar kurundaki artışlar ise negatif yönde etki oluşturmaktadır. Ancak bu etkiler istatistik olarak önemsizdir.

Değişen varyans testi sonucunda nR^2 test istatistiği 3.878 olarak hesaplanmış ve modelde değişen varyans sorununun olmadığı ve verilerin modele uygun olduğu görülmüştür. CUSUM testi ile yapısal kırılmanın olmadığı anlaşılmıştır.

Sonuç olarak soğan üretimi ile soğan fiyatı, dolar kuru ve faiz oranı arasındaki uzun dönemin araştırılmasında seriler farklı dereceden durağan olduklarından ARDL sınır testinin uygulanması

gerekli olmuştur. Uzun dönemde fiyat ve dolar kurundaki artışla soğan üretimini negatif yönde etkilese de bu etkinin istatistik anlamda önemsiz olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durum Türkiye ekonomisinin olumsuz etkilenmemesi bakımından istenilen bir durumdur.

Kaynaklar

- Altıntaş, H. 2008. The stability of money demand in Turkey and predicting with bound testing approach: 1985-2006. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 30: 15-46
- Anonim, 2018. Ülkemizde kuru soğan ve patatesin durumu-2018.
http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=30544&tipi=5&sube=0
- Bahmani-Oskooee, M., NG, R. C. W. 2002. Long run demand for money in Hong Kong: An application of the ARDL model. International Journal of Business and Economics, 1(2): 147-155.
- Brown, R. L., Durbin, J., Evans, J. M. 1975. Techniques for testing the constancy of regression relations over time. Journal of Royal Statistical Society, Series B, 37: 149- 163.
- Dağdevir, V. 1998. Türkiye soğan piyasasının ekonomik analizi. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 12(1-2): 99-113.
- Erdal, G., Erdal, H. 2008. The interaction between production and prices for dry onion. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 25 (1): 33-39.
- FAO, 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Production statistics. Crops. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Narayan, P. K., Smyth, R. 2006. What determines migration flows from low income to high-income countries? An empirical investigation of Fiji-US Migration 1972-2001. Contemporary Economic Policy, 24(2): 332-342.
- Pesaran, M. H, Shin, Y., Smith, R. 2001. Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. Journal of Applied Econometrics, 16: 289-326.
- Şimşek, E. 2016. Analysis of Production and Price Relation of Growing Onion with the Almon Approach: Amasya Case. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 3(2): 118- 125.
- TCMB, 2019. Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası,
https://www.tcmb.gov.tr/kurlar/kurlar_tr.html (Erişim tarihi: 15.04.2019).
- TÜİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu. Yumru ve kök sebzeler, 1988-2018.
http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001
- TÜİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu. Tarımsal fiyat istatistikleri, Tarımsal fiyatlar.
<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=110&locale=tr>

TÜRKİYE'DE İLLERİN TARIMDA GELİŞMİŞLİK DURUMUNUN TEMEL BİLEŞENLER ANALİZİ İLE ARAŞTIRILMASI

THE EXAMINATION OF THE AGRICULTURAL DEVELOPMENT OF PROVINCES IN TURKEY WITH BASIC COMPONENTS ANALYSIS

Şenol Çelik

Dr. Öğr. Üyesi, Bingöl Üniversitesi

Özet

Bu çalışmada, Türkiye'de illerin tarım bakımından gelişmişliği incelenerek sıralaması yapılmıştır. En iyi ve en kötü durumda olan iller tespit edilmiştir. Bu amaçla 2018 yılına ait Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'nden bitkisel üretim istatistikleri ve hayvancılık istatistikleri konularından veriler alınmıştır. Bu 2 ayrı veri seti Temel Bileşenler Analizi yöntemi ayrı ayrı analiz edilmiştir. Bitkisel üretimde dekar başına verim dikkate alınmıştır. Bitkisel üretimde buğday, arpa, mısır, nohut, patates, şekerpancarı, yonca, mısır silajı, fasulye, marul, karpuz, kavun, biber, hıyar, patlıcan, domates, kabuk, havuç, sarımsak, taze soğan, kuru soğan, turp, üzüm, çilek, elma, armut, ayva, kayısı, kiraz, vişne, şeftali ve erik olmak üzere toplam 33 değişken üzerinden Temel Bileşenler Analizi uygulanmıştır. Yapılan analizle, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ölçüsünün istatistiği 0.651 bulunmuştur. $0.651 > 0.60$ olduğundan ve Bartlett's küresellik testi sonucu $p < 0.001$ olduğundan yöntem uygundur. Yöntemin sonuçlarına göre, değişkenlerin tümü için 10 tane önemli ana bileşen elde edilmiştir. Bu önemli bileşenlerin toplam varyansı açıklama oranı ise % 81.541 olarak bulunmuş olup bu değer 2/3 değerinden büyük olduğundan iyi sonuçtur. 10 bileşenden göre elde edilen faktör skorlarına göre illerin bitkisel üretimi ve verimi yönünden sıralaması yapılmıştır. Bitkisel üretimde verim bakımından en iyi durumda olan ilk 10 sıradaki iller sırasıyla Gaziantep, Osmaniye, Konya, Kahramanmaraş, Bursa, Amasya, Iğdır, Hatay, Şanlıurfa ve Balıkesir'dir. En kötü durumdaki 10 il ise sırasıyla Adana, Ordu, Zonguldak, Karabük, Hakkari, Gümüşhane, Sinop, Düzce, Bartın ve Kilis'tir.

Hayvancılık istatistiklerinde ise sığır sayısı (kültür, melez, yerli ve düve), boğa sayısı (kültür, melez ve yerli), tosun sayısı, buzağı sayısı (kültür, melez ve yerli), dana sayısı (kültür, melez ve yerli), koç sayısı, koyun sayısı, kuzu sayısı, toklu sayısı ve şişek sayısı değişkenleri gibi 23 değişken incelenmiştir. Temel Bileşenler Analizi uygulanmış olup KMO istatistiği 0.807 olup bu analiz için iyi uyum göstermektedir. 4 bileşen önemli bulunmuş ve toplam varyansı açıklama oranı ise % 88.467'dir. Bu durumda hayvancılıkta ilk 10 sırada bulunan iller sırasıyla Konya, İzmir, Balıkesir, Aydın, Diyarbakır, Ağrı, Afyonkarahisar, Denizli, Şanlıurfa ve Muş olmuştur.

Genel olarak hem bitkisel üretimde hem de hayvancılıkta en iyi durumda bulunan iller ise Konya, Balıkesir ve Şanlıurfa olmuştur. Tarımda plan ve program yapılırken bu hususlar göz önünde bulundurulmalıdır. Tarımda en kötü durumda bulunan iller için gelecek için tarım planı ve reformu yapılmasında yarar vardır. Tarımda illerin gelişmişlik sıralamasını yapan Temel Bileşenler Analizinin iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Temel Bileşenler Analizi, İller, Bitkisel üretim, Hayvancılık .

Abstract

In this study, the development of provinces in terms of agriculture in Turkey has been examined and they were ranked accordingly. The best and the worst provinces were identified. For this purpose, the data from Turkey Statistical Institute (TUIK) for the year 2018 were obtained regarding crop production statistics and livestock statistics. These 2 separate data sets were analyzed separately by Principal Component Analysis. Yield per decare was considered in crop production.

Principal Component Analysis was applied on a total of 33 variables in crop production including wheat, barley, corn, chickpeas, potatoes, sugar beet, clover, corn silage, beans, lettuce, watermelon,

melon, pepper, cucumber, eggplant, tomato, shell, carrot, garlic, spring onion, onion, nectarine, radish, grape, strawberry, apple, pear, quince, apricot, cherry, cherry, peach and plum. The statistic of Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) was found to be 0.651 with the analysis. The method is appropriate since it is $0.651 > 0.60$ and the Bartlett's sphericity test result is $p < 0.001$. According to the results of the method, 10 important main components were obtained for all variables. Total variance explanation ratio of these important components was found as 81.541% and this value was greater than 2/3 being a good result. According to the factor scores obtained with respect to 10 components, provinces were ranked in terms of crop production and yield. Top 10 provinces with best yield in crop production are, Gaziantep, Osmaniye, Konya, Kahramanmaraş, Bursa, Amasya, Iğdır, Hatay, Şanlıurfa and Balıkesir, respectively. The worst 10 provinces are Adana, Ordu, Zonguldak, Karabük, Hakkari, Gümüşhane, Sinop, Düzce, Bartın and Kilis respectively.

23 variables were examined in livestock statistics such as number of cattle (culture, crossbred, domestic and heifer), number of bulls (culture, hybrid and native), bullock number, number of calves (culture, hybrid and native), beef steer number (culture, hybrid and native), number of rams, number of sheep, number of lambs, yearling lamb number and yearling number variables. Basic Component Analysis was applied and KMO statistic was found to be 0.807. It has shown a good compliance with the analysis. 4 components were found to be significant and total variance explanation rate was found as 88.467%. In this case, top 10 provinces in husbandry are Konya, İzmir, Balıkesir, Aydın, Diyarbakır, Ağrı, Afyonkarahisar, Denizli, Şanlıurfa and Muş, respectively. Generally, the provinces in the best condition both in plant production and husbandry are Konya, Balıkesir and Şanlıurfa. While making plans and programs in agriculture, these issues should be taken into consideration. It is useful to make an agricultural plan and reform for the future for the provinces in the worst condition in agriculture. It is seen that Basic Components Analysis of provinces in agriculture has revealed good results.

Keywords: Principal Component Analysis, Provinces, Crop production, Animal husbandry.

Giriş

Tarım sektörü, diğer sektörlerle hem hammadde ve girdi sağlamak hem de istihdam ve beslenme açısından milli ekonomi için stratejik bir öneme sahiptir. Bu nedenle tarım sektörü için ilk kez 2004/92 Sayılı Yüksek Planlama Kurulu Kararı ile Tarım Stratejisi Belgesi hazırlanmıştır. Daha sonra bu belge çerçevesinde tarım sektörünün ve kırsal alanın, kalkınma plân ve stratejileri doğrultusunda geliştirilmesi ve desteklenmesi için gerekli politikaların tespit edilmesi için 2006 yılında 5488 sayılı Tarım Kanunu çıkartılmıştır (RG, 2006). Sonraki dönemde ise “2008-2012 Tarım Vizyonu”, “2006-2010 Stratejik Eylem Planı”, “2010-2014 Stratejik Plan” ve “2013-2017 Stratejik Plan” çalışmaları yapılmıştır. Son hazırlanan Stratejik Plan ile güvenilir gıdaya erişilebilirlik, tarımsal sürdürülebilirlik, özellikle kırsal alanlarda yaşam standardını yükseltmek, dünya genelinde küresel bir aktör olarak Türkiye’yi yapılandırmak başlıca hedef olarak gösterilmektedir. Bu hedeflerin gerçekleştirilmesi için tarım sektörünün, hükümet tarafından uygulanan tarımsal politika araçlarıyla desteklenmesinin hem bitkisel üretim hem de hayvancılık faaliyetine katkısının istatistiksel olarak araştırılması önemlidir (Karaman, 2018).

FAO (Uluslararası Gıda ve Tarım Organizasyon) 2017 yılı verilerine göre Türkiye dünyada buğday üretiminde 11. (21 500 000 ton), arpa üretiminde 8. (7 100 000 ton), mısır üretiminde 21. (5 900 000 ton), şekerpancarında 5. (20 828 316 ton), nohutta 5. (470 000 ton), patatesten 14. (4 800 000 ton), ayçiçeği üretiminde 7. (1 964 385 ton), elma üretiminde 4. (3 032 164 ton), kiraz üretiminde 1. (627 132 ton), fındık üretiminde 1. (675 000 ton), kayısı üretiminde 1. (985 000 ton) ve domates üretiminde 3. (12 750 000) sırada yer almaktadır. Hayvancılık istatistiklerinde ise 2017 yılı FAO kayıtlarına göre Türkiye dünya sıralamasında sığır sayısında 23. (14 080 155 baş), manda sayısında 19. (142 073 baş), koyun sayısında 9. (30 983 933 baş), keçi sayısında 21. (10 345 299 baş), tavuk sayısında 10. (342 801 000 baş) ve hindi sayısında (3 872 000 baş) 13. sırada yer almaktadır. Bu bilgiler Türkiye'nin bitkisel üretim ve hayvancılık bakımından dünyada önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de illerin bitkisel üretimde verim ve hayvan sayısı bakımından gelişmişlik durumunun temel bileşenler analizi ile incelenmesidir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışmada kullanılan veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'nin www.tuik.gov.tr sitesindeki 2018 yılına ait bitkisel üretim verimi ve hayvancılık istatistikleri bölümünden derlenmiştir. Bitkisel üretim verileri; buğday, arpa, mısır, nohut, patates, şekerpancarı, yonca, mısır silajı, fasulye, marul, karpuz, kavun, biber, hıyar, patlıcan, domates, kabak, havuç, sarımsak, taze soğan, kuru soğan, turp, üzüm, çilek, elma, armut, ayva, kayısı, kiraz, vişne, şeftali ve erik. Bu bitkilerden buğday, arpa, mısır, nohut, patates, şekerpancarı, yonca, mısır silajı, çilek, elma, armut, ayva, kayısı, kiraz, vişne, şeftali ve erik üretimine ait verim (kg) iken diğer bitkiler illere göre üretim miktarı (ton) olmaktadır. Türkiye'de bazı illerin bu bitkilerde 2018 yılına ait hiç üretimi yapılmadığından araştırma kapsamı dışında tutulmuştur. Araştırma dışı tutulan bu iller Ağrı, Artvin, Bitlis, Giresun, Kars, Muş, Rize, Siirt, Trabzon, Tunceli, Bayburt, Batman, Şırnak, Ardahan ve Yalova'dır. Geriye kalan 66 il üzerinden çalışmaya devam edilmiştir.

Hayvancılık verilerinde ise tüm iller (81 il) araştırma kapsamındadır. Hayvancılık verileri ise; kültür sığır, kültür sığırı düve, kültür melezi sığır, kültür melezi düve, yerli sığır, yerli düve, kültür sığırı boğa, tosun, melez sığırı boğa, yerli boğa, melez sığır tosun, yerli sığır tosun, kültür sığır buzağı, saf kültür buzağı, kültür melez buzağı, kültür melez dana, yerli dana, yerli dişi dana, kuzu, toklu, şişek, koyun ve koç sayılarıdır.

Yöntem

Temel Bileşenler Analizi ilk kez 1900'lü yılların başında Karl Pearson tarafından tanıtılmıştır. Daha sonra 1933 yılında Hotelling ve 1964 yılında Rao tarafından uygulama alanları geliştirilmiştir (Timm, 2002).

Temel Bileşenler Analizi çok sayıda değişken seti arasındaki ilişkilerden yararlanarak en az bilgi kaybı ile bu değişkenlerden daha az sayıda ve birbirinden bağımsız değişkenlerin elde etme yöntemidir. Ayrıca bu yöntem orijinal değişkenler arasındaki korelasyona bağlı olarak bu değişkenler arasındaki varyansı maksimum açıklayabilecek yeni değişkenlerin oluşturulmasını amaçlar. Burada elde edilebilecek maksimum yeni değişken sayısı orijinal değişken sayısı kadar olur (Everitt ve Dunn, 1991).

Temel Bileşenler Analizi orijinal p değişkenin varyans yapısını daha az sayıda ve bu değişkenlerin doğrusal bileşenleri ile ifade etmeyi amaçlar. Bu yöntem aralarında korelasyon bulunan p sayıda değişkenin açıkladığı yapıyı aralarında korelasyon bulunmayan ve sayıca orijinal değişken sayısından daha az sayıda orijinal değişken doğrusal bileşenleri olan değişkenler ile açıklama yöntemidir (Johnson ve Wichern, 2007; Özdamar, 2013).

Temel bileşenler analizinde bağımlı değişken bulunmaz. Veri setindeki tüm değişkenler teknik içerisinde aynı amaca hizmet ederler. Herhangi bir tanesi diğerlerini açıklamak için seçilmez. Temel bileşenler analizi veri setini yeniden ifade etmeye yarayan bir teknikten ziyade bir boyut indirgeme metodu olarak bilinir (Jackson, 2004).

Temel Bileşenler Analizi istatistikte yaygın olarak kullanılan boyut küçültme tekniğidir. Ding ve He'nin 2004 yılında yaptığı çalışma sonucu, büyük veri setlerini kümelemekte temel bileşenler analizi yöntemi yardımıyla daha iyi sonuçlar alınabilmektedir. Boyut indirgeme yöntemlerinden biri olan temel bileşenler analizinde orijinal değişkenlere basit dönüşümler uygulanarak yeni doğrusal bileşenler (temel bileşenler) elde edilir (Stevens, 2002).

Orijinal değişkenlerin hepsi aynı birime sahip olduğundan temel bileşenler analizinde varyans-kovaryans matrisinden yararlanılmıştır. Orijinal verilerin oluşturduğu matrisi $n \times p$ boyutunda X matrisi olup aşağıda verilmiştir.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{ip} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nj} & \dots & x_{np} \end{bmatrix} \quad (1)$$

p tane rasgele değişkeni,

$$X_1 = \begin{bmatrix} x_{11} \\ x_{21} \\ \vdots \\ x_{i1} \\ \vdots \\ x_{n1} \end{bmatrix}, X_2 = \begin{bmatrix} x_{12} \\ x_{22} \\ \vdots \\ x_{i2} \\ \vdots \\ x_{n2} \end{bmatrix}, \dots, X_j = \begin{bmatrix} x_{1j} \\ x_{2j} \\ \vdots \\ x_{ij} \\ \vdots \\ x_{nj} \end{bmatrix}, \dots, X_p = \begin{bmatrix} x_{1p} \\ x_{2p} \\ \vdots \\ x_{ip} \\ \vdots \\ x_{np} \end{bmatrix} \quad (2)$$

şeklinde. Matematiksel olarak temel bileşenler $X_1, X_2, \dots, X_p$ değişkenlerinin doğrusal kombinasyonlarıdır. Geometrik olarak bu doğrusal bileşenler birbiri ile ilişkili koordinat eksenleri $X_1, X_2, \dots, X_p$ olan orijinal sistemi döndürerek, birbirinden bağımsız yeni koordinat sistemini oluşturur. X gözlem matrisinin birinci temel bileşenine ait denklem,

$$Y_1 = t_{11}X_1 + t_{21}X_2 + \dots + t_{p1}X_p \\ Y_1 = t'_{11}X \quad (3)$$

olur. Burada,

$$t'_{11} = (t_{11}, t_{21}, \dots, t_{p1}) \text{ ve } X' = (X_1, X_2, \dots, X_p)$$

$$t'X = (t_{11}, t_{21}, \dots, t_{p1}) \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_p \end{pmatrix} = t_{11}X_1 + t_{21}X_2 + \dots + t_{p1}X_p$$

şeklinde. X matrisinde yer alan p değişkenin doğrusal bileşenlerini bulmak için varyans-kovaryans matrisinin özdeğerleri ve özvektörleri kullanılır (Alpar, 2017). Varyans-kovaryans matrisini oluşturmak için gerekli olan ortalamalar, varyans ve kovaryanslar aşağıda verilen denklemler yardımı ile hesaplanır (Shanmugan ve Johanson, 2007).

$$\bar{x}_{.j} = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}}{n}, j = 1, 2, 3, \dots, p \quad (4)$$

$$s_{jj'} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_{.j})(x_{ij'} - \bar{x}_{.j'})}{n-1}, j = 1, 2, 3, \dots, p; j' = 1, 2, 3, \dots, p \quad (5)$$

Hesaplanan bu değerler ile oluşturulan varyans-kovaryans matrisi $p \times p$ boyutunda olup aşağıda verilmiştir.

$$S = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1p} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{p1} & s_{p2} & \dots & s_{pp} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Temel bileşenlerin doğrusal denklemlerini oluşturmak için Eşitlik (3)'de verilen birinci temel bileşenin varyansı $t'_1 t_1 = 1$ kısıtlaması altında Eşitlik (7)'de olduğu gibi hesaplanır (Morrison, 1967).

$$E\{(t'_1 X)(t'_1 X)'\} = E(t'_1 X X' t_1) = t'_1 S t_1 \quad (7)$$

ve $t'_1 t_1 = 1$ kısıtlaması altında $t'_1 t_1 - 1 = 0$ olur. Lagrange fonksiyonu,

$$\varphi(t_1, \lambda_1) = t'_1 S t_1 - \lambda(t'_1 t_1 - 1)$$

olur. Burada λ_1 lagrange çarpanıdır. t_1 e göre kısmi türevi alınıp sıfıra eşitlendiğinde,

$$2S t_1 - 2\lambda_1 t_1 = 0$$

elde edilir ve buradan

$$(S - \lambda_1 I) t_1 = 0$$

olup, λ_1 değeri S matrisinin birinci bileşenine ait özdeğer, t_1 ise S matrisinin birinci özdeğerinden elde edilen özvektördür.

$$|S - \lambda_1 I| = 0$$

Bu eşitliği p özdeğer için genelleştirir ve λ_1 yerine λ konulduğunda,

$$|S - \lambda I| = 0$$

elde edilir. Bu eşitlik çözüldüğünde λ 'nın p. dereceden bir polinom elde edilir. Bu polinomun

$\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \lambda_p \geq 0$ olmak üzere toplam p tane kökü, yani özdeğeri vardır. Bileşenlerin varyansı özdeğerlere eşit olduklarından ve özdeğerleri büyükten küçüğe doğru sıralanır. Birinci bileşenin varyansı en yüksektir ve bu nedenle birinci bileşenin varyansının toplam varyasyondaki payı en yüksek olur (Skrbic ve Onjia, 2007). Elde edilen p tane özdeğerin her birine karşılık p tane özvektör hesaplanır (Shrestha ve Kazama, 2007; Widodo ve ark., 2007).

Temel bileşenler analizinde bileşen sayısına karar vermek için geliştirilen yöntemlerden biri, toplam varyasyonun 2/3'ünü geçinceye kadar λ değerleri toplanarak bileşen sayısına karar verme yöntemidir (Pierce ve ark., 2006).

Temel bileşenler analizinde örneklem yeterliliği için geliştirilen yöntemler arasında, en yaygın olarak kullanılan ölçütlerden biri Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ölçütüdür. KMO değeri, herhangi bir değişkenin diğer değişkenler tarafından hatasız tahmin edilmesi durumunda 1'e eşit olur. KMO ölçütünün büyük olması istenir. $KMO \geq 0.90$ mükemmel, $0.80 \leq KMO < 0.90$ çok iyi, $0.70 \leq KMO < 0.80$ iyi, $0.60 \leq KMO < 0.70$ orta, $0.50 \leq KMO < 0.60$ zayıf ve $KMO < 0.50$ kabul edilemez (Sharma, 1996).

Bulgular ve Tartışma

Çalışma Türkiye'de illere göre bitkisel üretim ve hayvansal üretim olmak üzere iki aşamada incelenmiştir. Her iki aşamada da temel bileşenler analizi yapılarak illerin bitkisel üretimi ve

hayvancılık verileri bakımından ayrı ayrı sıralaması yapılmıştır. En iyi ve en kötü durumda olan iller belirlenmiştir. Bitkisel üretim bakımından Türkiye'de illerin değerlendirmesine ait bulgular aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

Temel bileşen analizinde önce Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ölçüsü hesaplanmıştır ve bu değer 0.651 bulunmuştur. $0.651 > 0.60$ olduğundan temel bileşenler analizinin uygun olduğu görüşmüştür. Bartlett küresellik testine ait ki-kare değeri 1841.975 ve $p < 0.001$ olduğundan analizin yapılması için gerekli varsayımlar sağlanmıştır. Analizde öz değerleri 1'den büyük 10 faktör bulunmuştur. Bu 10 faktörün toplam varyansı açıklama oranı % 81.541 olarak bulunmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Açıklanan Toplam Varyans Tablosu (32 Değişkenli)

Değişkenler	Başlangıç Özdeğerleri			Döndürülmüş kareli yüklerin toplamı		
	Toplam	Açıklanan varyans (%)	Birikimli varyans (%)	Toplam	Varyans %	Birikimli %
1	8.246	25.768	25.768	8.246	25.768	25.768
2	4.359	13.623	39.391	4.359	13.623	39.391
3	3.368	10.524	49.915	3.368	10.524	49.915
4	2.112	6.599	56.514	2.112	6.599	56.514
5	1.912	5.976	62.490	1.912	5.976	62.490
6	1.395	4.358	66.848	1.395	4.358	66.848
7	1.338	4.181	71.029	1.338	4.181	71.029
8	1.200	3.749	74.778	1.200	3.749	74.778
9	1.163	3.634	78.412	1.163	3.634	78.412
10	1.001	3.129	81.541	1.001	3.129	81.541
11	0.784	2.451	83.992			
12	0.748	2.339	86.331			
13	0.648	2.024	88.355			
14	0.546	1.705	90.060			
15	0.454	1.420	91.481			
16	0.404	1.262	92.743			
17	0.374	1.168	93.911			
18	0.334	1.043	94.954			
19	0.317	0.990	95.944			
20	0.286	0.895	96.839			
21	0.219	0.685	97.524			
22	0.179	0.560	98.084			
23	0.148	0.461	98.545			
24	0.103	0.323	98.867			
25	0.088	0.275	99.143			
26	0.076	0.239	99.381			
27	0.057	0.178	99.560			
28	0.053	0.165	99.725			
29	0.030	0.093	99.818			
30	0.027	0.085	99.903			
31	0.021	0.066	99.970			
32	0.010	0.030	100.000			

Açıklanan toplam varyans elde edilerek 32 değişken cümlesine göre çalışmanın 10 boyuttan oluştuğu anlaşılmıştır. İlk faktör toplam varyansın % 25.768'ini, ikinci faktör % 13.623, üçüncü faktör % 10.524'ünü ve 10. Faktör ise % 3.129'unu açıklamaktadır.

Yüksel ve ark. (2004)'ün Tokat ilinde belediyenin sunmuş olduğu hizmet kalitesinden memnuniyet düzeyini belirlemek amacıyla 516 yetişkin bireye uygulanan ankette temel bileşenler analizi sonucunda öz değeri 1'den büyük olan 10 adet faktör bulunmuştur. Bu çalışmadaki önemli faktör sayısına eşittir.

Elde edilen önemli 10 faktöre göre sıralama yapıldığında bitkisel ürünler bakımından en iyi durumda olan iller sıralaması Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. En iyi bitkisel üretim verimine sahip 10 il

Sıra no	İller
1	Gaziantep
2	Osmaniye
3	Konya
4	Kahramanmaraş
5	Bursa
6	Amasya
7	Iğdır
8	Hatay
9	Şanlıurfa
10	Balıkesir

Tablo 2'de görüldüğü gibi bitkisel üretim verimi yönünden en iyi durumdaki 10 ilden sırasıyla Gaziantep, Osmaniye ve Konya ilk 3 sıraya yerleşmiştir.

Hayvancılık verileri üzerinde yapılan Temel Bileşen Analiz sonuçları aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir.

Verilere temel bileşenler analizi uygulamanın gerekli olup olmadığını görmek için KMO testi, eğer değişkenler arasında ilişki varsa bunların önemli olup olmadığını anlamak için Barlett testi uygulanır. KMO ve Barlett testi sonuçları Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. KMO ve Barlett Testi Sonuçları

Kaiser-Meyer-Olkin ölçek geçerliliği		0.807
Bartlett's küresellik testi	Ki-kare	3875.610
	sd	253
	p	0.001

Tablo 3'e bakıldığında Kaiser-Meyer-Olkin değeri 0.807 olarak bulunmuş olup, değişkenlerin temel bileşenler analizine uygunluğu çok iyi düzeydedir.

Ölçek geçerliliğinin değerlerinin analize uygunluğu incelendikten sonra açıklanan toplam varyans tablosu elde edilerek 23 değişken kümesine göre verilerin 4 boyuttan oluştuğu belirlenmiştir (Tablo 4). Açıklanan toplam varyans çalışmanın ilk aşamada 4 alt boyuttan oluştuğu ve bu 4 alt boyutun toplam varyansın % 88.467'sini açıkladığı görülmektedir. Elde edilen 1. Faktör toplam varyansın % 47.993'ünü, 2. Faktör % 21.369'unu, 3. Faktör % 11.905'ini ve 4. Faktör % 7.2'sini açıklamaktadır.

Tablo 4. Açıklanan Toplam Varyans Tablosu (23 Değişkenli)

Değişken	Başlangıç özdeğerleri			Döndürülmüş Kareli Yüklerin Toplamı		
	Toplam	% of Varyans	Birikimli %	Toplam	% of Varyans	Birikimli %
1	11.038	47.993	47.993	11.038	47.993	47.993
2	4.915	21.369	69.362	4.915	21.369	69.362
3	2.738	11.905	81.267	2.738	11.905	81.267
4	1.656	7.200	88.467	1.656	7.200	88.467
5	0.752	3.268	91.735			
6	0.586	2.547	94.282			
7	0.359	1.559	95.841			
8	0.302	1.313	97.154			
9	0.182	0.793	97.947			
10	0.097	0.420	98.367			
11	0.090	0.390	98.757			
12	0.054	0.233	98.990			
13	0.053	0.230	99.221			
14	0.045	0.194	99.415			
15	0.038	0.164	99.579			
16	0.028	0.120	99.699			
17	0.023	0.100	99.799			
18	0.016	0.070	99.869			
19	0.012	0.050	99.919			
20	0.009	0.040	99.959			
21	0.004	0.017	99.976			
22	0.003	0.013	99.989			
23	0.003	0.011	100.000			

Bu aşamadan sonra faktör skorları oluşturulmuştur ve bu skorlara göre illerin hayvancılık verilerine göre sıralaması yapılmıştır (Tablo 5).

Tablo 5. Hayvancılığın en iyi olduğu ilk 10 il

Sıra no	İller
1	Konya
2	İzmir
3	Balıkesir
4	Aydın
5	Diyarbakır
6	Ağrı
7	Afyonkarahisar
8	Denizli
9	Şanlıurfa
10	Muş

Tablo 5'de görüldüğü gibi hayvan sayıları bakımından Konya birinci, İzmir ikinci ve Balıkesir üçüncü sırada yer almaktadır.

Sonuç

Bu çalışmada, 2018 yılında Türkiye'de illerin bitkisel üretim verimi ve hayvancılık istatistikleri bakımından gelişmişlik durumu temel bileşenler analizi ile incelenmiştir. Temel bileşenler yönteminin amacına uygun olarak bileşen sayısı bitkisel üretim verimi çalışmasında 32 boyutlu değişkenden 10 boyutlu değişkene indirgenmiş, hayvancılık verilerinde ise 23 değişkenden 4 boyutlu değişkene indirgenmiştir ve değişkenler arası bağımlılık yapıları yok edilmiştir. Önemli

bileşenler toplam varyansın bitkisel ve hayvansal üretim verilerinde sırasıyla %81.541 ve %88.467'ini açıklamaktadır. Bu sonuçlar çalışmanın amacına uygunluğu açısından yeterlidir. Sonuç olarak, temel bileşenler analizi değişkenler arası bağımlılığın olduğu ve boyutunun fazla olması durumunda iyi sonuçlar vermektedir.

Kaynaklar

- Alpar, R. 2017. Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler. Detay Yayıncılık, Ankara, s815.
- Ding, C., He, X. 2004. K-means Clustering via Principal Component Analysis. Proceedings of the 21st International Conference on Machine Learning, Banff, Canada.
- Everit, B. S., Dunn, G. 1991. Applied Multivariate Analysis, J. Wiley and Sons, Inc., Newyork.
- FAO, 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Production statistics. Crops. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>
- FAO, 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Production statistics. Live animals. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>
- Jackson, B. B. 2004. Multivariate Data Analysis an Introduction. Illinois, Richard, D. Irwin, Inc., p225.
- Johnson, R. A., Wichern, D. W. 2007. Applied Multivariate Statistical Analysis. Library of Congress Cataloging in Publication Data. Pearson Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey, p773.
- Karaman, S. 2018. Türkiye Bitkisel ve Hayvansal Üretim Değerlerinin Bölgesel Düzeyde Panel Endeks ile Karşılaştırmalı Analizi. YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi, 28(2): 168- 174.
- Morrison, D. F. 1967. Multivariate Statistical Methods, McGraw-Hill Book Company, 338p., New York.
- Özdamar, K. 2013. Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi (Çok Değişkenli Analizler). Nisan Kitabevi, s.250, Eskişehir.
- Pierce, K. M., Hope, J. L., Hoggard, J. C., Synovec, R. E. 2006. A Principal Component Analysis Based Method to Discover Chemical Differences in Comprehensive Two-Dimensional Gas Chromatography With Time-of-Flight Mass Spectrometry (GCXGC-TOFMS) Separation of Metabolites in Plant samples. J. Talanta. 70: 797- 804.
- Shanmugam, R., Johnson, C. 2007. At a crossroad of data envelopment and principal component analyses. The International Journal of management Science, 35: 351-364.
- Shrestha, S., Kazama, F. 2007. Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A Case Study of The Fuji River Basin, Japan. Environmental Modelling and Software. 22: 464-475.
- Skirbic, B., Onjic, A. 2007. Multivariate analysis of microelement content in wheat cultivate in Serbia. Food Control. 18: 338-345.
- Stevens, J. 2002. Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences, Fourth Edition, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, p.699.
- TÜİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>
- TÜİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu. Hayvancılık İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr>
- Widodo, A., Yang, B. S., Han, T. 2007. Combination of Independent Analysis and Support Vector Machines for Intelligent Faults Diagnosis of Induction Motors, Expert Systems with applications, 32: 299-312.
- Yüksel, F., Çevik, O., Ardıç, K. 2004. Belediyelerde Hizmet Kalitesinin (Vatandaş Tatmininin) Ölçülmesi: Tokat İlinde Bir Uygulama. Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi, 13(3): 63-81.

TÜRKİYE'DE SOYA ÜRETİMİNDE MEKANİZASYON GİDERLERİ

MECHANIZATION COSTS OF SOYBEAN PRODUCTION IN TURKEY

Şinasi AKDEMİR

Prof.Dr. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü

Cahit GÜNGÖR

Dr. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü

V. Ersin VULKAN

Dr, Türk Traktör A.Ş.

Ufuk GÜLTEKİN

Dr. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü

H. Hüseyin ÖZTÜRK

Prof.Dr., Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü

Özet

Bu çalışmada, ülkemizde soya üretiminin önemli bir oranının gerçekleştirildiği; Adana, Mersin ve Samsun illerinde, soya üretim maliyetinde önemli bir paya sahip olan mekanizasyon giderlerinin maliyetlerdeki payının belirlenmesi amaçlanmıştır. Soya üretiminde birim üretim alanı (da) başına sabit, değişken ve toplam giderler sırasıyla 169,3 TL/da, 298 TL/da ve 467,3 TL/da olarak hesaplanmıştır. Toplam mekanizasyon giderleri 145,2 TL/da olup, bu giderler toplam üretim giderlerinin % 31,1'sine, değişken giderlerin ise % 48,7'sine karşılık gelmektedir. Tane soya üretimi başına toplam giderler 0,967 TL/kg, mekanizasyon giderleri ise 0,300 TL/kg olarak belirlenmiştir. Toprak işleme, sulama ve hasat işlemleri için mekanizasyon giderlerinin, toplam mekanizasyon giderlerine oranı sırasıyla, % 35,3, % 21,5 ve % 9,9 olarak hesaplanmıştır.

253

Anahtar Kelimeler: Türkiye, Soya, Üretim giderleri, Mekanizasyon giderleri.

Abstract

In this study, it is aimed to determine the share of the costs of mechanization costs which have a significant share in the soybean production costs in the provinces of Adana, Mersin and Samsun. In the cotton production, fixed, variable and total expenses per unit production area were calculated as 169.3 TL/da, 298 TL/da and 467.3 TL/da, respectively. Total mechanization expenses are 145.2 TL/da and these expenses correspond to 31.1% of total production expenses and 48.7% of variable expenses. Total expenses per production of corn seed were 0.967 TL/kg and mechanization expenses were determined as 0.300 TL/kg. The ratio of the mechanization expenses to total mechanization expenses in the tillage, irrigation and harvesting processes was calculated as 35.3%, 21.5% and 9.9%, respectively.

Keywords: Turkey, Soybean, Production costs, Mechanization costs.

1. GİRİŞ

1.1. Dünyada Soya Üretimi, Ticareti ve Kullanımı

Soya, dünyada ekim alanı, üretim miktarı ve uluslararası ticaret açısından en önemli yağlı tohumlu bitkiler arasında yer almaktadır. Dünyada üretilen toplam yağlı tohumlu bitkilerin %

50'den fazlasını oluşturan soya, aynı zamanda insan beslenmesinde yağ ve protein kaynağı olarak, küspesindeki ham protein içeriği ile de tavukçuluk, et ve süt hayvancılığında önemli bir yem kaynağı olarak kullanıldığından dolayı katma değeri yüksek bir üründür. Dünya üzerinde soya tarımı ABD, Brezilya, Arjantin, Hindistan ve Çin'de yoğunlaşmıştır. Yıllara göre değişmekle birlikte bu beş ülke küresel soya ekiliş alanları, üretim ve ihrac miktarının %80-90'ını karşılamaktadır. Dünya soya verim ortalaması 2016/17 sezonunda 292 kg/da iken 2017/18 sezonunda 276 kg/da olmuştur. Soya verimi 2017/18 sezonunda ABD'de 330 kg/da, Brezilya'da 320 kg/da ve Arjantin'de 315 kg/da olarak gerçekleşmiştir (GTHB, 2018).

Günümüzde soya, ekim alanları, üretim hacmi ve uluslararası ticaret açısından en önemli bitkiler arasında yer almaktadır. Soya tarımı coğrafi olarak ABD, Brezilya, Çin ve Arjantin'de yoğunlaşmıştır. Bu ülkeler yıllara göre değişmekle birlikte, dünya toplam soya üretiminin yaklaşık % 90'ını karşılamaktadır. Çin hariç olmak üzere, Asya ve Afrika kıtası ülkeleri ise dünya soya üretiminin % 5'ini karşılamaktadırlar. ABD, dünya soya üretim ve ihracatında lider ülke konumundadır. Soya bu ülkede yağlı tohumlar üretiminin % 90'ını oluşturmaktadır. ABD'de soya üretiminin büyük bir kısmı, küresel rakipleri karşısında nispeten düşük üretim maliyet avantajına sahip olan Orta Batı Bölgesi'nde meydana gelmektedir. ABD, ürettiği soyanın büyük çoğunluğunu Asya Bölgesi'ne ihrac etmektedir (Zhu, 2012).

Küresel soya ithalatında lider olan Çin'in tarımsal ithalat değerinin neredeyse yarısını soya ve diğer yağlı tohumlar ile yağlar oluşturmaktadır. Soya ve diğer yağlı tohumlar yağ üretim amacı ile işlenmekte ve işleme sonucu ortaya çıkan yüksek protein içerikli küspe, hayvan yemi katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. ABD, Brezilya, Arjantin, Hindistan ve Çin'in dünya soya üretim alanlarının büyük çoğunluğuna hâkim olduğu, soya üretim ve ticaretini bu beş ülkenin yönlendirdiği ifade edilebilir.

Dünya soya üretiminde önemli bir paya sahip olmayan Türkiye'nin ise soya veriminde dördüncü ülke konumunda olması dikkat çekici bir özelliktir. FAO verilerine göre 2015/16 üretim ve pazarlama sezonunda dünya soya verimi ortalaması 176 kg/da olurken, Türkiye 432 kg/da, Gürcistan 375 kg/da, İtalya 375 kg/da, ABD 350 kg/da ve Mısır 350 kg/da. verim ile ilk beş sırayı alan ülkeler olmuştur (Taşçı ve Uçum, 2018).

Soya ticareti son yıllarda sürekli bir artış göstermektedir. Ekonomisi gelişmekte olan özellikle Asya ve Afrika ülkelerinin bu artışta önemli katkıları bulunmaktadır. Çin'de özellikle iç talebin, üretimden daha fazla olması dünya soya ithalat dengelerini etkileyen en önemli faktörlerden birisi olacağı tahmin edilmektedir. 2015/16 üretim ve pazarlama sezonunda dünya soya ihracatı 132,5 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Brezilya 54,3 milyon ton ile 2015/16 sezonunda ihracatta ilk sırada yer alırken, ABD 52,8 milyon ton ile ikinci sırada yer almıştır. Arjantin, Paraguay ve Kanada ise ihracatta ilk beş sırada yer alan diğer önemli ülkeler olmuşlardır. Dünya soya ihracatının % 41,03'ünü Brezilya karşılarken, ABD'nin oranı ise % 39,88 olmuştur. İhracatta ilk beş sırada yer alan ülkelerin soya ihracatı toplam ihracatın % 95,66'sını oluşturduğu görülmektedir. 2015/16 üretim ve pazarlama sezonunda dünya soya ithalatı 133,33 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Çin 83,23 milyon ton ile 2015/16 sezonunda ithalatta ilk sırada yer alırken, AB 15,12 milyon ton ile ikinci sırada yer almıştır. Meksika, Japonya ve Tayland ise ithalatta ilk beş sırada yer alan diğer önemli ülkeler olmuşlardır. Dünya soya ithalatının % 62,42'sini tek başına Çin karşılarken, AB'nin oranı ise %11,34 olmuştur. İthalatta ilk beş sırada yer alan ülkelerin soya ithalatı toplam ithalatın %81,35'ini oluşturduğu görülmektedir (Taşçı ve Uçum, 2018).

Soya tüketiminde lider konumunda olan Doğu Asya ülkeleri son yıllarda soya tüketiminin %65'ini oluşturmuşlardır. Dünyada toplam soya üretiminin yalnızca % 6'sı soya, soya peyniri ve diğer mayalı soya ürünler şeklinde tüketilmektedir. Geriye kalan % 94'ü ise işlenerek soya yağı ve soya küspesine dönüştürülmektedir. Soyanın büyük bir bölümü ABD, Brezilya ve Arjantin gibi üretici ülkelerde kırılarak işlenmektedir. İşlenen soyanın %79'u soya küspesi ve %18,5'i soya yağ olup % 2,5'i ise atıklardan oluşmaktadır. Doğrudan çiftlik ve kümes hayvanlarının yeminde kullanılan soya küspesi içeriğindeki yüksek protein oranı nedeni ile tercih edilmektedir. Protein oranı %50 olan soya küspesi ayrıca, çiftlik ve kümes hayvanlarında kas ve ağırlık artışı

sağlamaktadır (Taşçı ve Uçum, 2018). Soya yağının % 95'i rafine yağ olarak işlenmektedir. Geriye kalanı ise, biyodizel üretimi ve endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır (Soyatech, 2014).

1.2. Türkiye'de Soya Üretimi

Soya bitkisi, Türkiye'de ilk kez 1930'lu yıllarda üretilmeye başlanmış ve o yıllarda sadece Karadeniz Bölgesi'nde tarımı yapılmıştır. Daha sonra uygulamaya konulan ikinci ürün projesi ile soya tarımı bugün ağırlıklı olarak Akdeniz Bölgesi'nde yapılmaktadır. Soya dünya genelinde birçok ülke için yağlı tohumlar arasında öncelikli ürün olmasına ve toplam yağlı tohum üretiminin yaklaşık % 50'sini oluşturmaya karşın, Türkiye'de bu oran sadece % 4'tür. Soyanın en önemli özelliği, diğer bitki ve hayvan yem kaynaklarına göre, birim alandan daha fazla ve ucuz protein sağlamasıdır. Soya protein, hayvansal proteine en yakın protein olup, biyolojik değeri çok yüksektir. Bu nedenle, soya yağsız unu özellikle kümes ve küçükbaş hayvanları, süt ve besi sığırları rasyonlarında protein kaynağı olarak kullanılmaktadır. Günümüzde, ekim alanı ve üretim bakımından Akdeniz Bölgesi'nde önemli bir yere sahip olan soya, özellikle Çukurova'da tahıl üretiminden sonra ikinci ürün olarak ön plana çıkmaktadır. Soyanın sulama ile kolayca üretilmesi bu bölgedeki gelişmesini desteklemiştir (Bayer ve Yılmaz, 2004).

Türkiye'de soya en çok hayvan yemi olarak tüketilmektedir. Soya ve soya ürünlerinin nerede ise tamamını bugün için ithal etmek durumunda olan Türkiye'de bu ürünlere ihtiyaç, kanatlı yemi üretiminin artışı oranında artmaktadır. Yem sanayi için yapılan ithalatın önemli nedenlerinden biri ithal küspelerinin protein oranlarının yerli üretime göre yüksek oluşudur. Türkiye soya üretimi açısından yeterli iklim koşullarına sahip olmasına rağmen, üreticilerin daha düşük maliyetli ürünleri tercih etmesi nedeniyle üretimde istenilen düzeye ulaşamamıştır. Ayrıca, özellikle dünya soya fiyatlarının yurtiçi fiyatlardan düşük gerçekleştiği yıllarda, üreticiler pazarlama problemi yaşadığından, daha kolay pazarlayacağı ürünleri tercih etmektedirler. Türkiye'de başlıca üretim bölgesi olan Çukurova, bölgesinde soya, pamuk ve mısıra karşı maliyet avantajına sahiptir (Sirtoğlu, 2014).

Türkiye'de soya üretim alanları azalan bir seyir göstermektedir. Türkiye'de soya üretim alanlarındaki azalmaya bağlı olarak, soya üretim miktarlarının da azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Türkiye'de soya üretimi daha çok güney illerimizde yoğunlaşmış olup, bu bölgelerden farklı olarak Samsun ili üretimde önemli pay sahibi olarak dikkat çekmektedir. 2016 yılında ortalama 1,15 TL/kg olan soya üretici fiyatları 2017 yılı ortalamasına göre % 12 oranında artış göstererek 1,32 TL/kg'a yükselmiştir. 2017 yılı Aralık ayında 1,50 TL/kg olan soya üretici fiyatı bir önceki aya göre % 2,67 oranında artarken 2016 yılı Aralık ayına göre % 26,05 oranında artmıştır. Borsa fiyatlarında Adana Ticaret Borsasının satış verileri dikkate alınmıştır. 2016 yılında 1,25 TL/kg olan soya satış fiyatı 2017 yılında % 13 oranında artarak, 1,44 TL/kg olmuştur. 2017 yılı Aralık ayında 1,70 TL/kg olan soya satış fiyatı bir önceki aya göre % 2 oranında artarken 2016 yılı Aralık ayına göre % 38 oranında artış göstermiştir (GTHB, 2018). Türkiye'de 2017 üretim sezonunda soya fiyatları bir önceki yıla göre % 14,8 oranında artarak 1,32 TL/kg'a yükselmiştir. Türkiye'de soyanın borsa alış fiyatları 2016 yılında 1,25 TL/kg iken 2017 yılında %15,2 oranında artarak 1,44 TL/kg olmuştur (Taşçı ve Uçum, 2018).

TÜİK verilerine göre Türkiye'de 2016 yılında toplam 381.804 da alanda soya üretimi gerçekleştirilerek bir önceki yıla göre soya üretim alanlarında %3,79 oranında artış sağlanmıştır. Türkiye'de 2016 yılında en fazla soya üretim alanı 222 607 da ile Adana iline aittir. Daha sonra sırasıyla Mersin, Samsun, Osmaniye ve Şanlıurfa illeri gelmektedir. Adana ili tek başına Türkiye soya üretim alanlarının % 58'ini karşılarken, Mersin ili % 22 oranıyla ikinci sırada gelmektedir. Üretim alanları sıralamasında ilk beş sıraya giren illerin Türkiye soya üretim alanlarının % 95'ine sahiptir. Adana ili Türkiye'de üretilen toplam soya miktarının % 61'ini tek başına üretirken, Mersin ise % 23'ünü üretmiştir. Adana ve Mersin illeri 2016 yılında Türkiye'de üretilen toplam soya miktarının %8 4'ünü karşılamıştır (Taşçı ve Uçum, 2018).

Biyogüvenlik Yasası gereği GDO'lu soyadan üretilen soyanın yalnızca yem ve sanayide kullanımına (çoğunlukla boya ve mürekkep üretimi) izin verilmektedir. GDO'lu soyanın gıda

amaçlı kullanımı yasaktır. Bu nedenle soya yağı yalnızca yerli üretimden elde edilmektedir. GDO'lu olmayan soyanın gıda amaçlı kullanımına izin verilmektedir. Soya yağının büyük bir kısmı margarin üretiminde kullanılmaktadır.

Türkiye dünya soya üretim alanları ve üretim miktarında önemli bir ülke durumunda olmamasına rağmen, soya verimleri bakımından dünya verim ortalamalarının üzerinde verim ortalamasına sahiptir. USDA verilerine göre dünya 2016 yılı soya verim ortalaması 292 kg/da iken TÜİK verilerine göre Türkiye 2016 yılı soya verim ortalaması 354 kg/da'dır. Mersin ili soya verim ortalaması 462 kg/da ile Türkiye'de ilk sırada yer alırken, Adana ili ise 451 kg/da ile ikinci sırada yer almıştır (Taşçı ve Uçum, 2018).

Türkiye 2016 yılında 93 ton tohumluk soya fasulyesi ihracatı yapmış ve bu ihracattan 103.419 \$ gelir elde etmiştir. Türkiye, en fazla Irak'a tohumluk soya fasulyesi ihraç ederken, (55 ton) Azerbaycan, Tacikistan, Türkmenistan ve Kazakistan ise diğer ihracat yapılan ülkeler arasındadır. Türkiye'nin 2016 yılında ham soya ihracatı toplamı ise 34 milyon ton olurken, bu ihracatların karşılığı ise 25 milyon \$ olmuştur. Türkiye'nin ham soya yağı ihracatının 1/3'ü Irak'a gerçekleşirken, Çin, Cezayir, KKTC ve Ürdün ise ham soya yağı ihracatımızın yapıldığı diğer ülkeler olmuştur. (Taşçı ve Uçum, 2018). Türkiye'nin soya türevleri içinde dış ticarete konu olan en önemli ürünü soya fasulyesi yağından arta kalan küspe ve katı atıklarıdır.

Türkiye'de 2010-2018 yılları arasında soya üretim alanları ile üretim ve verim değerlerinin değişimi Çizelge 1'de verilmiştir. TÜİK (2019) verilerine göre, Türkiye'de 2018 yılında 328 483 da alanda soya ekimi yapılmıştır. 2018 yılında, 140 000 ton soya üretimi gerçekleştirilmiştir. Türkiye'de soya verimi ortalama 426 kg/da düzeyindedir.

Çizelge 1. Türkiye'de Soya Üretim Alanları İle Üretim Ve Verim Değerleri (TÜİK, 2019)

Yıllar	Alan (da)		Verim (kg/da)	Üretim (ton)
	Ekilen	Hasat Edilen		
2010	234727	234716	369	86540
2011	264209	264209	387	102260
2012	315990	315990	386	122114
2013	432600	432600	416	180000
2014	343178	343168	437	150000
2015	367323	365923	440	161000
2016	381804	381782	432	165000
2017	316695	316695	442	140000
2018	328483	328483	426	140000

1.3. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Tarımsal üretimde insan ve hayvan işgücüne bağımlılığın azaltılması gereksinimi, tarihsel süreçte tarımsal mekanizasyonun tarımsal üretim içerisindeki yerinin önem kazanmasına neden olmuştur. Tarımda mekanizasyon ve ileri teknoloji kullanımı ile üretimdeki verimlilik, diğer bir deyişle, üretim girdileri başına çıktılarının daha fazla olmasını sağlamakta, ayrıca ürün kalitesinde artış olmaktadır (Akdemir ve Ark., 2019).

Tarımda üretim tekniği ve ürün çeşidine bağlı üretim giderlerinin % 30–60'ını traktör ve mekanizasyon araçlarına yapılan yatırımlardan kaynaklanan mekanizasyon giderleri oluşturmaktadır (Işık, 1988). Tarımsal işletmelerin etkin ve karlı bir üretim yapabilmesi, traktör ve mekanizasyon araçlarının işletme özelliklerine uygunluğuna ve ekonomik kullanımına bağlıdır. Bu nedenle, bir tarım işletmesinde üretim giderleri içinde önemli bir paya sahip olan mekanizasyon yatırımlarının doğru seçimi ve kullanımı önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır (Işık, 1988).

Tarımsal üretimin bütün kollarında (bitkisel ve hayvansal üretim), verim ve işletmenin finansal geleceği üzerinde, zamanlılık üzerindeki etkisi ve oluşturduğu giderlerin yükü nedeniyle önemli üretim unsurlarından birisi, tarımsal mekanizasyon uygulamalarıdır. Tarımsal üretim verimliliği belirlenirken, üretim unsurlarının tümü dikkate alınarak, işletme ve ürün özelliklerine

göre, kabul görmüş genel etkinlik ölçüm yöntemlerinin kullanımıyla hedeflenen çıktı üzerinden karşılaştırması yapılmaktadır (Şehri, 2012).

Bu çalışmada, ülkemizde soya üretiminin önemli bir bölümünün gerçekleştirildiği Adana, Mersin ve Samsun illerinde soya üretim maliyetlerinde önemli bir paya sahip olan mekanizasyon giderlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın verileri 2014 yılına ait olup, veriler sahada çalışan uzman görüşlerinden elde edilmiştir.

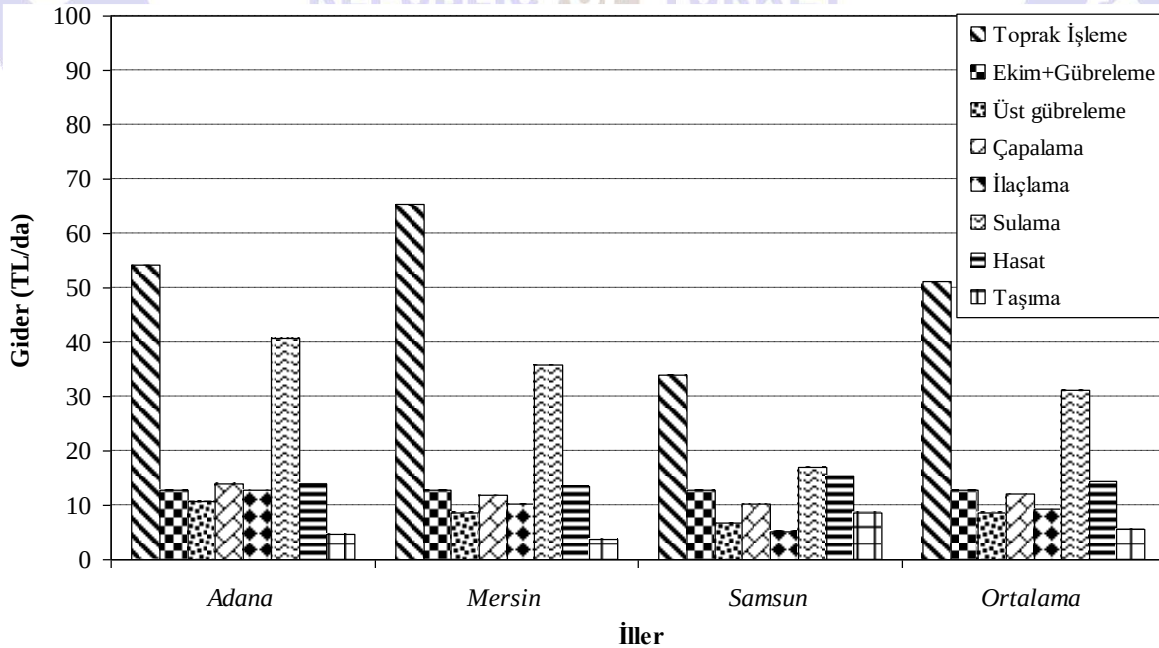
2. BULGULAR VE TARTIŞMA

2.1. Soya Üretiminde Mekanizasyon Giderleri

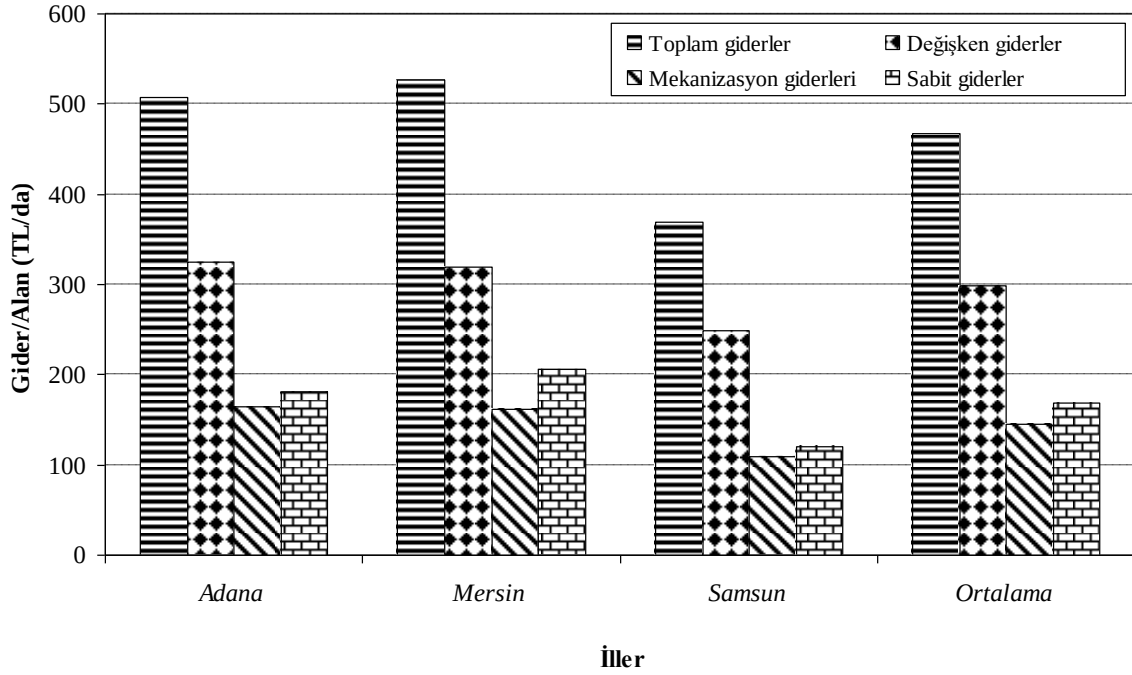
Türkiye’de soya üretiminde alan başına mekanizasyon giderlerinin değişimi Şekil 1 ve Çizelge 2’de verilmiştir. Türkiye’de soya üretiminde mekanizasyon giderlerinin en yüksek bölümü toprak işleme uygulamalarında gerçekleşmektedir. Toprak işleme uygulamalarının toplam mekanizasyon giderleri içindeki payı % 35,29 düzeyinde olup, 51,23 TL/da değerindedir. Toplam mekanizasyon giderleri arasında ikinci sırada yer alan sulama uygulamalarının toplam mekanizasyon giderleri içindeki payı % 21,47 düzeyinde olup, 31,17 TL/da değerindedir.

Çizelge 2. Soya Üretiminde Mekanizasyon Giderleri

Üretim İşlemleri	Mekanizasyon Giderleri (TL/da)				Oran (%)
	Adana	Mersin	Samsun	Ortalama	
Toprak işleme	54.25	65.45	34	51.23	35.29
Ekim+Gübreleme	12.75	12.75	12.75	12.75	8.78
Üst gübreleme	10.63	8.5	6.8	8.64	5.95
Çapalama	14.03	11.9	10.2	12.04	8.30
İlaçlama	12.75	10.2	5.1	9.35	6.44
Sulama	40.8	35.7	17	31.17	21.47
Hasat	14.03	13.6	15.3	14.31	9.86
Taşıma	4.68	3.83	8.5	5.67	3.90
TOPLAM	163.9	161.93	109.65	145.16	100



Şekil 1. Soya Üretiminde Mekanizasyon Giderlerinin Değişimi

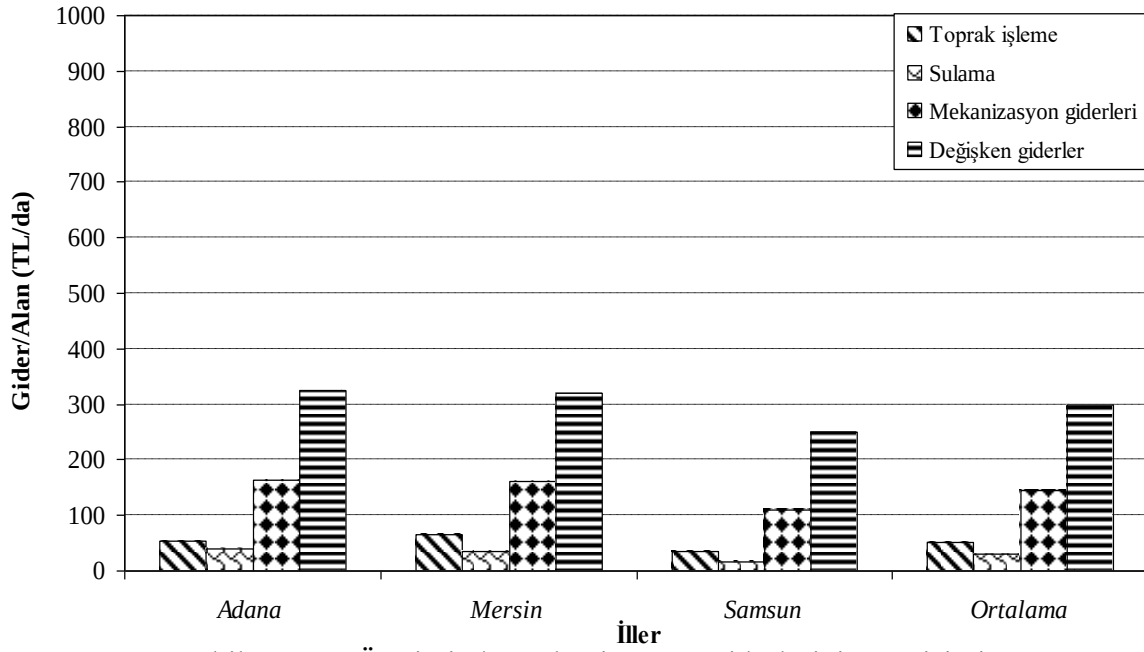


Şekil 2. Soya Üretiminde Mekanizasyon Giderlerinin Değişimi

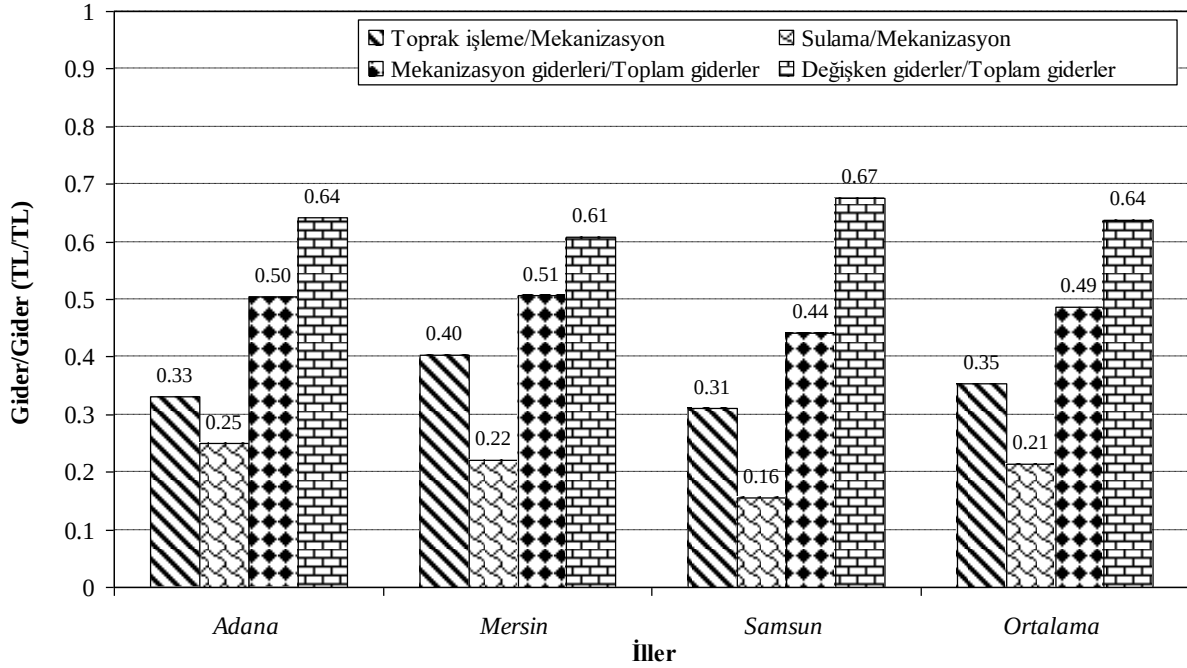
Çizelge 3. Soya Üretiminde Giderlerin Değişimi

Giderler	Gider (TL/da)				Oran (%)
	Adana	Mersin	Samsun	Ortalama	
Toplam giderler	506,90	526,17	368,83	467,30	
Değişken giderler	325,48	319,78	248,85	298,04	63,78
Mekanizasyon giderleri	163,9	161,93	109,65	145,16	31,06
Sabit giderler	181,42	206,40	119,98	169,26	36,22

Soya üretiminde mekanizasyon giderlerinin, sabit, değişken ve toplam üretim giderleri içindeki değişimi Şekil 2 ve Çizelge 3’de verilmiştir. Soya üretiminde toplam giderler ortalama 467,30 TL/da değerindedir. Toplam giderlerin % 63,78’ini değişken giderler oluşturmaktadır ve değeri dekar başına 298,04 TL’dir. Mekanizasyon giderleri ise toplam üretim giderlerinin % 31,06’sı düzeyinde olup, değeri dekara 145,16 TL’dir. Soya üretiminde toprak işleme ve sulama uygulamaları için mekanizasyon giderlerinin, üretim giderleri içindeki değişimi Şekil 3 ve 4’de verilmiştir.

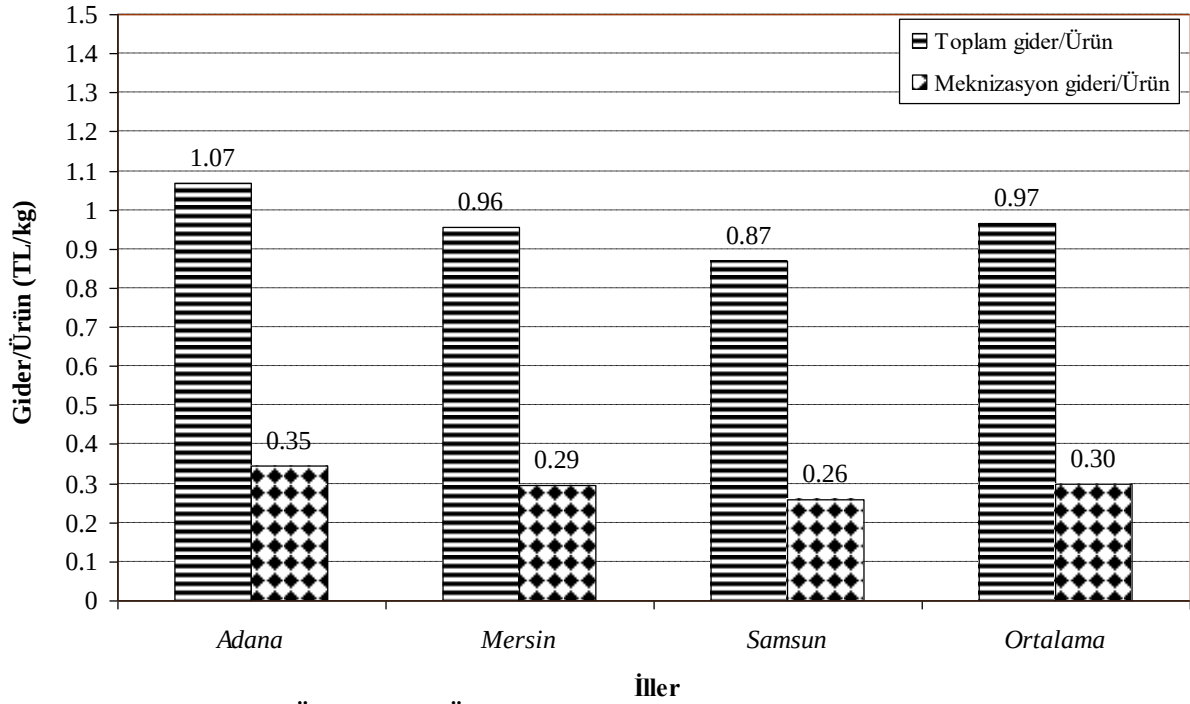


Şekil 3. Soya Üretiminde Mekanizasyon Giderlerinin Değişimi



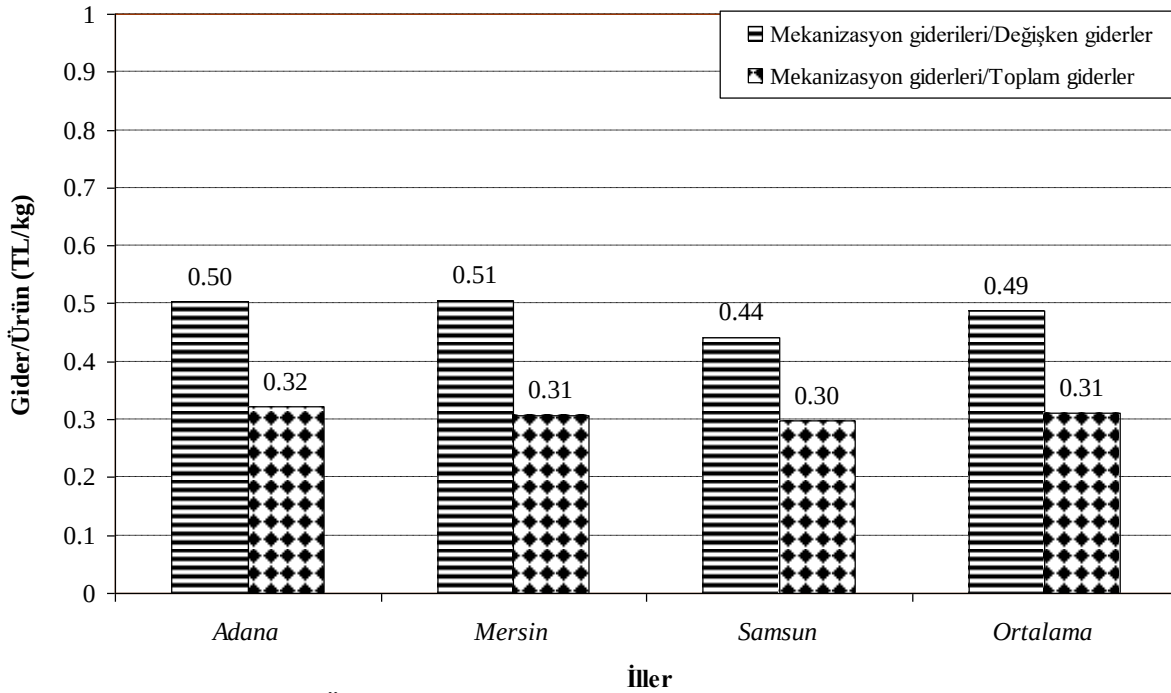
Şekil 4. Soya Üretiminde Mekanizasyon Giderlerinin Değişimi

Türkiye’de soya verimi, araştırmada incelenen illere bağlı olarak değişmekle birlikte, ortalama 483,33 kg/da düzeyindedir. Soya üretiminde ürün başına toplam giderler ve mekanizasyon giderlerinin değişimi Şekil 5’de verilmiştir. Soya üretiminde ürün başına toplam giderler 0,97 TL/kg, mekanizasyon giderleri ise 0.30 TL/kg düzeyindedir.



Şekil 5. Soya Üretiminde Ürün Başına Mekanizasyon Giderlerinin Değişimi

Türkiye’de soya üretiminde mekanizasyon giderlerinin diğer giderlere oranları Şekil 6’da verilmiştir. Türkiye’de soya üretiminde mekanizasyon giderlerinin değişken giderler içindeki payı ortalama % 49, toplam giderler içindeki payı ise ortalama % 31 düzeyindedir (Şekil 6).



Şekil 6. Soya Üretiminde Mekanizasyon Giderlerinin Diğer Giderlere Oranları

3.SONUÇ VE ÖNERİLER

Toprak işleme uygulamalarının toplam mekanizasyon giderleri içindeki payı % 35,29 düzeyinde olup, 51,23 TL/da değerindedir. Toplam mekanizasyon giderleri arasında ikinci sırada yer alan sulama uygulamalarının toplam mekanizasyon giderleri içindeki payı % 21,47 düzeyinde

olup, 31,17 TL/da değerindedir. Soya üretiminde toplam giderler ortalama 467,30 TL/da değerindedir. Toplam giderlerin % 63,78'ini değişken giderler oluşturmaktadır ve değeri dekar başına 298,04 TL'dir. Mekanizasyon giderleri ise toplam üretim giderlerinin % 31,06'sı düzeyinde olup, değeri dekar başına 145,16 TL'dir. Soya üretiminde ürün başına toplam giderler 0,97 TL/kg, mekanizasyon giderleri ise 0.30 TL/kg düzeyindedir. Türkiye'de soya üretiminde mekanizasyon giderlerinin değişken giderler içindeki payı ortalama % 49, toplam giderler içindeki payı ise ortalama % 31 düzeyindedir.

Geniş bir kullanım alanına sahip olan soya, gıda olarak kullanımının dışında hayvan yemi ve sanayi hammadde olarak değerlendirilmektedir. Soya proteini, hayvansal proteine en yakın protein olmasından dolayı ve biyolojik değeri çok yüksek olduğu için, soya yağsız unu özellikle kanatlı ve küçükbaş hayvanları, süt ve besi sığırları rasyonlarında protein kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte son yıllarda soyanın, biyodizel hammadde olarak kullanılmaya başlamasının da etkisiyle soyaya olan talep sürekli artmaktadır.

Türkiye'de verilen desteklerle soya üretimi artış gösterse de, hem gıda sanayi hem de karma yem sanayinin çok önemli bir hammadde olan soya talebi, yurt içinden karşılanamamasından dolayı ithalat yoluyla giderilmektedir. Türkiye'de soya üretilmesi için gerekli ekolojik ve iklimsel şartlar mevcut olmasına rağmen, aynı şartlarda yetiştirilen diğer alternatif ürünler ile ekonomik olarak rekabet edemediği için üreticiler tarafından istenilen düzeyde rağbet görmemektedir. Bunun için gümrük vergileri ve fiyat politikalarının üreticiler için avantajlı hale getirilmesinin yanında, soyanın desteklenmesine devam edilmesi ve desteklerin artan girdi maliyetleri göz önünde bulundurularak güncellenmesi gerekmektedir. Türkiye'de soya ana ürün ve ikinci ürün olarak yetiştirilebilmektedir. Sıcaklığın soyayı ana ürün olarak yetiştirmeye imkan sağladığı Karadeniz ve Marmara Bölgelerinde ana ürün, ikinci ürün olarak yetiştirmeye imkan sağladığı Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde ise ikinci ürün olarak yetiştirilmesi, geliştirilen çeşitlerin uygun ekolojik bölgelerde ekim alanları bularak yayılmasının sağlanması ve baklagil bitkisi olarak soyanın, ekim nöbeti sistemlerinin içine alınması hem bitkisel yağ açığımızın kapatılmasına destek olmak hem de ithalatın azaltılmasına katkıda bulunmak açısından çözüme yönelik hedefler olabilecektir.

KAYNAKLAR

- Akdemir, Ş., Küsek, G., Vulkan, V.E., Öztürk, H.H. (2019). Türkiye'de Pamuk Üretiminde Mekanizasyon Giderleri. HASAT International Agriculture and Forest Congress, 21-23 June 2019, Ankara, Turkey, First Edition, pp. 809-818, ISBN: 978-605-7602-92-3.
- Bayer, R., Yılmaz, M. (2004). Türkiye'de Soya Fasulyesi ve Önemi. Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi.
- GTHB. (2018). Tarım Ürünleri Piyasaları: Soya. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Ocak 2018, Ürün No:17
- Işık, A. (1988). Sulu Tarımda Kullanılan Mekanizasyon araçlarının Optimum Makine ve Güç Seçimine Yönelik İşletme Değerlerinin Belirlenmesi ve Uygun Seçim Modellerinin Oluşturulması Üzerine Bir araştırma. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Mekanizasyon Anabilim Dalı, Adana.
- Sirtoğlu, İ. (2014). 2014 Turkey Oilseeds and Products Annual. GAIN Report Number: TR5013.
- Soyatech, (2014). Soy facts. At: http://www.soyatech.com/soy_facts.htm
- Şehri, M., (2012). Adana Yöresi Pamuk Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliği ve Maliyet Analizi. Çukurova Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Taşcı, R., Uçum, İ. (2018). Soya 2017 / 2018: Durum ve Tahmin. T.C. Gıda, Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE), Yenimahalle/ANKARA, TEPGE Yayın No: 304, ISBN: 978-605-2207-15-4.
- TÜİK. (2019). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim Veri Tabanı, Ankara.
- Zhu, Y. (2012). Analysis of Chinese and U.S. Soy Markets and Trade Dynamics, Department of Agricultural and Resource Economics.



TÜRKİYE’DE TANE MISIR ÜRETİMİNDE MEKANİZASYON GİDERLERİ

MECHANIZATION COSTS OF CORN SEED PRODUCTION IN TURKEY

Şinasi AKDEMİR

Prof.Dr. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü

Ufuk GÜLTEKİN

Dr. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü

V. Ersin VULKAN

Dr., Türk Traktör A.Ş.

Cahit GÜNGÖR

Dr. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü

H. Hüseyin ÖZTÜRK

Prof.Dr., Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü

Özet

Bu çalışmada, ülkemizde tane mısır üretiminin önemli bir oranının gerçekleştirildiği; Adana, Diyarbakır, Konya, Manisa, Mardin ve Şanlıurfa illerinde tane mısır üretiminde mekanizasyon giderlerinin maliyetlerdeki payının belirlenmesi amaçlanmıştır. Mısır üretiminde birim üretim alanı (da) başına sabit, değişken ve toplam giderler sırasıyla 160 TL/da, 458 TL/da ve 618 TL/da olarak hesaplanmıştır. Toplam mekanizasyon giderleri 212 TL/da olup, bu giderler toplam üretim giderlerinin % 34,2’sine, değişken giderlerin ise % 46,2’sine karşılık gelmektedir. Tane mısır üretimi başına toplam giderler 0,405 TL/kg, mekanizasyon giderleri ise 0,139 TL/kg olarak belirlenmiştir. Toprak işleme, sulama ve hasat işlemleri için mekanizasyon giderlerinin toplam mekanizasyon giderlerine oranı sırasıyla, % 25,5, % 52,5 ve % 8,24 olarak hesaplanmıştır.

263

Anahtar Kelimeler: Türkiye, Mısır, Üretim giderleri, Mekanizasyon giderleri

Abstract

In this study, it is aimed to determine the share of the costs of mechanization costs in the corn seed production costs in the provinces of Adana, Adana, Diyarbakır, Konya, Manisa, Mardin and Sanliurfa. In the corn production, fixed, variable and total expenses per unit production area were calculated as 160 TL/da, 458 TL/da and 618 TL/da, respectively. Total mechanization expenses are 212 TL/da and these expenses correspond to 34.2% of total production expenses and 46.2% of variable expenses. Total expenses per production of corn seed were 0.405 TL/kg and mechanization expenses were determined as 0.139 TL/kg. The ratio of the mechanization expenses to total mechanization expenses in the tillage, irrigation and harvesting processes was calculated as 22.5%, 52.5% and 8.24%, respectively.

Keywords: Turkey, Corn, Production costs, Mechanization costs .

1. GİRİŞ

1.1. Dünyada Mısır Üretimi

Buğdaygiller familyası içerisinde yer alan mısır, tek yıllık bir sıcak iklim tahıl bitkisidir. Tropik ve subtropik ılıman iklim kuşağında yetiştirilebildiği gibi, dünyanın hemen her yerinde

tarımı yapılabilmektedir. Dünyada toplam 1,5 milyar hektar tarım alanının yaklaşık 712 milyon hektarında tahıl ekimi yapılırken, bu alanın 183 milyon hektarında mısır yetiştirilmektedir. Mısırın tahıl ekiliş alanı içindeki payı % 25,7'dir (FAO, 2014).

Dünyada 2,7 milyar ton tahıl üretimi içinde, mısır üretim miktarı 1 038 281 bin tondur. Mısırın toplam tahıl üretimi içindeki payı % 38,1'dir (FAO, 2014). Dünya'da ekiliş alanı bakımından buğday ve çeltikten sonra üçüncü sırada gelen mısır, üretim miktarı açısından birinci sıradadır. En fazla mısır üreten ülkeler ABD, Çin, Brezilya, Arjantin, Meksika, Hindistan, Ukrayna, Endonezya'dır. Türkiye üretici ülkeler arasında 24. sırada gelmektedir. Son 10 yıllık süreçte Dünya'da mısır ekim alanları % 24 oranında artarken, üretim % 42,3 oranında artmıştır (ZMO, 2016).

Dünyada genel olarak mısır bitkisi, insan gıdası ve hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Sanayide birçok ürünün ham maddesidir. Gelişmiş ülkelerde üretilen mısırın büyük bir kısmı hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir. Az gelişmiş ve geri kalmış ülkelerde ise insan beslenmesinde özel bir öneme sahiptir. Mısırın tanesinden elde edilen nişasta, glikoz ve mısırozü yağı ekonomide değerli bir hammadde. Özellikle ABD'de etanol üretiminde mısır hammadde olarak kullanılmaktadır.

1.2. Türkiye'de Mısır Üretimi

Ülkemizde mısır üretimi, 1950'li yıllarda ağırlıklı olarak Karadeniz ve Marmara Bölgeleri'nde yapılırken, 1980'li yıllardan sonra mısır üretimim Akdeniz ve Ege Bölgeleri'nde yoğunlaşmıştır. Son yıllarda ise Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde mısır üretiminde önemli miktarda artış kaydedilmiştir. Türkiye'de tahıllar içinde buğday ve arpadan sonra en geniş ekim alanına sahip sıcak iklim tahılı mısırdır. Mısır tarımı Akdeniz Bölgesi, Karadeniz Bölgesi, Marmara, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri içinde yaklaşık 60 ilimizde yapılmaktadır. Üretim özellikle Adana, Mardin, Şanlıurfa, Sakarya, Osmaniye, Manisa, Mersin, Kahramanmaraş, Konya, Bursa, Aydın, İzmir, Samsun, Diyarbakır ve Hatay illerinde yoğunlaşmıştır. Ülkemizdeki mısır ekim alanlarının % 68'ini tanelik, % 32'sini silajlık mısır ekim alanları oluşturmaktadır. Çukurova, Amik Ovası ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yetiştirilen mısır ise pamuk, buğday ve yağlı tohumlarla münavebeli olarak ekilmektedir (ZMO, 2016).

Mısır üretimi özellikle sulanır alanların artmasına bağlı olarak son yıllarda önemli artışlar göstermiştir. Son on yıl içinde ekim alanlarındaki artış oranı % 14,6, üretim miktarındaki artış oranı ise % 52,3'dür. Sulu tarım alanlarında özellikle ikinci ürün olarak mısır ekiminin yapılması süt ve besi hayvanı yetiştiricileri için kaliteli, bol ve ucuz yem kaynağı sağlamaktadır. Ülkemizde yetiştirilen mısır çeşitleri at dişi mısır (*Zea mays intendata*), sert mısır (*Zea mays indurata*), cin mısır veya patlak mısır (*Zea mays everta*) ve şeker mısırdır (*Zea mays saccharata*). Bunlardan at dişi mısır hibrit çeşitlerin tohumlarının kullanılmasının çiftçiler arasında yaygınlaşması ile ekiliş alanı hızla 1980'li yıllardan sonra artmıştır. Sert mısırın ekiliş alanı yoğunluklu olarak Karadeniz Bölgesi'dir. Bu bölgede bu mısır çeşidinin unundan ekmek yapılması yaygındır. Cin mısır ve şeker mısır ise çerezlik olarak yenmek üzere, ülke genelinde küçük tarım alanlarında yetiştirilmektedir. Mısır üretiminde verimin artırılması sulanabilir alanların varlığına bağlıdır. Verimliliği etkileyen bir diğer etmen ise yüksek verimli ve kaliteli tohumluk kullanımıdır. Ülkemizde mısır üretim artışının en önemli nedenleri şunlardır (ZMO, 2016):

- Hibrit tohum kullanımı,
- Bölgeye uygun tohum çeşitlerinin seçimi,
- Yetiştirme tekniklerinin gelişmesi,
- Etlik piliç yemi üretimi başta olmak üzere yem sanayi talebinin artması,
- İkinci ürün mısır üretiminin artması,
- Pamuğa alternatif olarak mısır üretiminin artması,
- GAP alanında ve Ege Bölgesi'nde ekim alanlarının artması,
- Dünya piyasalarında artan mısır fiyatlarının yurtiçi fiyatlara yansması,
- Prim, gübre, mazot gibi desteklerle üretimin özendirilmesi

Türkiye’de 2010-2018 yılları arasında mısır üretim alanları ile üretim ve verim değerlerinin değişimi Çizelge 1’de verilmiştir. TÜİK (2019) verilerine göre, Türkiye’de 2018 yılında 5 919 003 da alanda mısır ekimi yapılmıştır. 2018 yılında, 5 700 000 ton tane mısır üretimi gerçekleştirilmiştir. Türkiye’de tane mısır verimi ortalama 964 kg/da düzeyindedir.

Çizelge 1. Türkiye’de Mısır Üretim Alanları İle Üretim Ve Verim Değerleri (TÜİK, 2019)

Yıllar	Alan (da)		Verim (kg/da)	Üretim (ton)
	Ekilen	Hasat Edilen		
2010	5940000	5935519	726	4310000
2011	5890000	5857130	717	4200000
2012	6226094	6222426	739	4600000
2013	6599980	6592221	895	5900000
2014	6586450	6556627	907	5950000
2015	6881699	6861686	933	6400000
2016	6800192	6795370	942	6400000
2017	6390844	6377264	925	5900000
2018	5919003	5915437	964	5700000

Çukurova Bölgesi, ülkemizin geleneksel mısır üretim bölgesidir ve bu özelliğini korumaktadır. Özellikle Adana’da, mısır üretiminin gelişmesinde, 1980’li yıllarda yürütülen ikinci ürün mısır projesinin katkısı oldukça önemlidir. Diğer yandan, Türkiye’deki 6 adet nişasta bazlı şeker fabrikasından 3’ünün Adana’da bulunması, yüksek kapasiteli mısır özü yağı üretim tesislerinin bulunması, diğer bölgelerde bulunan yem vb. mısır işleme tesisleri için tedarik merkezi olması gibi faktörler, Adana’da üretimi artıran birincil etkenlerdir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, 2000 yılından bu yana mısır üretiminin 48 bin tondan, 1,85 milyon tona yükselerek, en hızlı artışın gerçekleştiği bölge olarak dikkat çekmektedir. Bölgede sulamaya yeni açılan alanların yanı sıra pamuğa alternatif ürün olarak mısır ekimi yapılması tıpkı Adana’da olduğu gibi üretimi etkileyen en önemli faktör olmuştur (ZMO, 2016).

1.2.1. Türkiye’de Mısır Tüketimi

Mısır insan beslenmesi, hayvan yemi ve endüstri hammadde olarak kullanılan bir bitkidir. Türkiye’nin mısır tüketimine ilişkin verileri incelediğimizde karşımıza şu durum çıkmaktadır. Üretilen mısırın % 78’i hayvan beslenmesinde yem maddesi olarak, % 15’i Nişasta sanayinde, % 5’i yerel tüketim, % 3’ü ise endüstriyel alanda değerlendirilmektedir. Toplam tüketim miktarı 6-6,5 milyon ton arasında değişim göstermektedir. Kişi başına yıllık mısır tüketimi 19 kg civarındadır (TMO, 2013).

1.2.2. Türkiye’de Mısır Dış Ticareti

Toprak Mahsülleri Ofisi (TMO) Hububat raporunda yer alan TÜİK verilerine göre 2013/14 dönemi ülkemiz mısır ürünü yeterlilik derecesi % 86,06 oranında olup, bir önceki yıla (2012/2013 dönemi % 77,5) göre % 9 artış göstermiştir. Yurt içi kullanım ve üretim miktarına bağlı olarak oluşan arz-talep dengesizliği ithalat yoluyla giderilmektedir. Ayrıca uygulanan gümrük vergisi oranı ve Dâhilde İşleme Rejimi (DİR) kapsamında kullanılan belge sayısı da ithalat miktarını doğrudan etkilemektedir. Son dönemde en fazla mısır ithalatı 1 818 458 ton ile 2003 yılında, en fazla ihracat ise 325 434 ton ile 2009 yılında gerçekleşmiştir. 2013 yılında mısır ihracatı 210 927 ton iken 2014 yılında 64 618 tona gerilemiştir. Aynı şekilde mısır ithalatı 2013 yılında 1 548 133 tondan 2014 yılında 1 423 595 tona düşmüştür. Mısır ithalatının % 88,38’i DİR kapsamında gerçekleştirilmiştir. Mısır ithalatı ağırlıklı olarak Rusya Federasyonu, Ukrayna, Bulgaristan, Romanya, Fransa ve Macaristan’dan yapılmaktadır.

1.2.3. Türkiye’de Mısır Üretim Alanlarının Sorunları ve Çözüm Önerileri

Ülkemizde mısır üretim alanlarının sorunları ve çözüm önerileri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Türkiye’de Mısır Üretim Alanlarının Sorunları ve Çözüm Önerileri (ZMO, 2016)

Mısır Üretim Alanlarının Sorunları	Çözüm Önerileri
İşletmelerin küçük, çok parçalı ve dağınık olmaları nedeniyle, arazi işlerliği ve verimliliğinin düşük olması ve dolayısıyla üreticilerin yeterli geliri elde edememesi	Arazi toplulaştırma çalışmalarına hız verilmelidir.
Çiftçilerin yatırım olanaklarına ulaşma ve yapısal dönüşümü sağlama olanağından yoksun olmaları	Çiftçiler örgütlenme, kooperatifçilik, yatırım ve tarım danışmanlık hizmetinden yararlandırılmalıdır.
Tarımda vasıfsız işgücünün varlığı	Mesleki eğitim düzenlenmelidir.
Hasat sonrası depolama ve pazarlamada yetersizlik	Lisanslı depoculuğa önem verilmelidir. TMO imkanlarından daha fazla yararlanacak bir altyapı oluşturulmalı ve tekelleşme önlenmelidir.
Mısır tarımı yapılan bölgelerde, gittikçe artan oranda bitki hastalık ve zararlıların görülmesi	Dayanıklı çeşit kullanılmalı, kültürel önlemler ve ekim nöbeti uygulanmalıdır.
Girdi maliyetlerinin yüksek olması	Örgütlenme ve kooperatifçilik geliştirilmeli, gübre ve yakıttaki vergiler düşürülmeli veya destekler arttırılmalıdır.
Aşırı azotlu gübre kullanımı	Toprak ve yaprak analizi birlikte yapılmalıdır.
Fark ödemesi desteğinin düşük olması	Fark ödeme desteği arttırılmalıdır.
Üretimin yetersizliği nedeniyle, ucuz GDO’lu ürünün piyasaya girmesi	Gerek ekim alanı gerekse birim alandan elde edilen verim artırılarak GDO’lu mısır ithalatı engellenmelidir.
Sulama altyapısının yetersizliği	Köylerin (mahalleler) ve sulama birliklerinin sulama altyapısı güçlendirilmelidir.
Hayvancılık sektöründe artan yemlik mısır ve silaj talebinin karşılanamaması	Yüksek verimli silajlık çeşitler geliştirilmelidir.
Yüksek teknoloji kombine makinelerin kullanımının yetersizliği	Ekim, toprak işleme ve gübreleme yapan kombine makinelerin kullanımını arttırmak için gerekli destekleri sağlanmalıdır.

266

1.3. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Tarımsal üretimde insan ve hayvan işgücüne bağımlılığın azaltılması gereksinimi, tarihsel süreçte tarımsal mekanizasyonun tarımsal üretim içerisindeki yerinin önem kazanmasına neden olmuştur. Tarımda mekanizasyon ve ileri teknoloji kullanımı ile üretimdeki verimlilik, diğer bir deyişle, üretim girdileri başına çıktılarının daha fazla olmasını sağlamakta, ayrıca ürün kalitesinde artış olmaktadır (Akdemir ve Ark., 2019).

Tarımda üretim tekniği ve ürün çeşidine bağlı üretim giderlerinin % 30–60’ını traktör ve mekanizasyon araçlarına yapılan yatırımlardan kaynaklanan mekanizasyon giderleri oluşturmaktadır (Işık, 1988). Tarımsal işletmelerin etkin ve karlı bir üretim yapabilmesi, traktör ve mekanizasyon araçlarının işletme özelliklerine uygunluğuna ve ekonomik kullanımına bağlıdır. Bu nedenle, bir tarım işletmesinde üretim giderleri içinde önemli bir paya sahip olan mekanizasyon yatırımlarının doğru seçimi ve kullanımı önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır (Işık, 1988).

Tarımsal üretimin bütün kollarında (bitkisel ve hayvansal üretim), verim ve işletmenin finansal geleceği üzerinde, zamanlılık üzerindeki etkisi ve oluşturduğu giderlerin yükü nedeniyle önemli üretim unsurlarından birisi, tarımsal mekanizasyon uygulamalarıdır. Tarımsal üretim

verimliliği belirlenirken, üretim unsurlarının tümü dikkate alınarak, işletme ve ürün özelliklerine göre, kabul görmüş genel etkinlik ölçüm yöntemlerinin kullanımıyla hedeflenen çıktı üzerinden karşılaştırması yapılmaktadır (Şehri, 2012).

Bu çalışmada, ülkemizde tane mısır üretiminin önemli bir bölümünün gerçekleştirildiği illerde (Adana, Diyarbakır, Konya, Manisa, Mardin ve Şanlıurfa) tane mısır üretim maliyetlerinde önemli bir paya sahip olan mekanizasyon giderlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın verileri 2014 yılına ait olup, veriler sahada çalışan uzman görüşlerinden elde edilmiştir.

2. BULGULAR VE TARTIŞMA

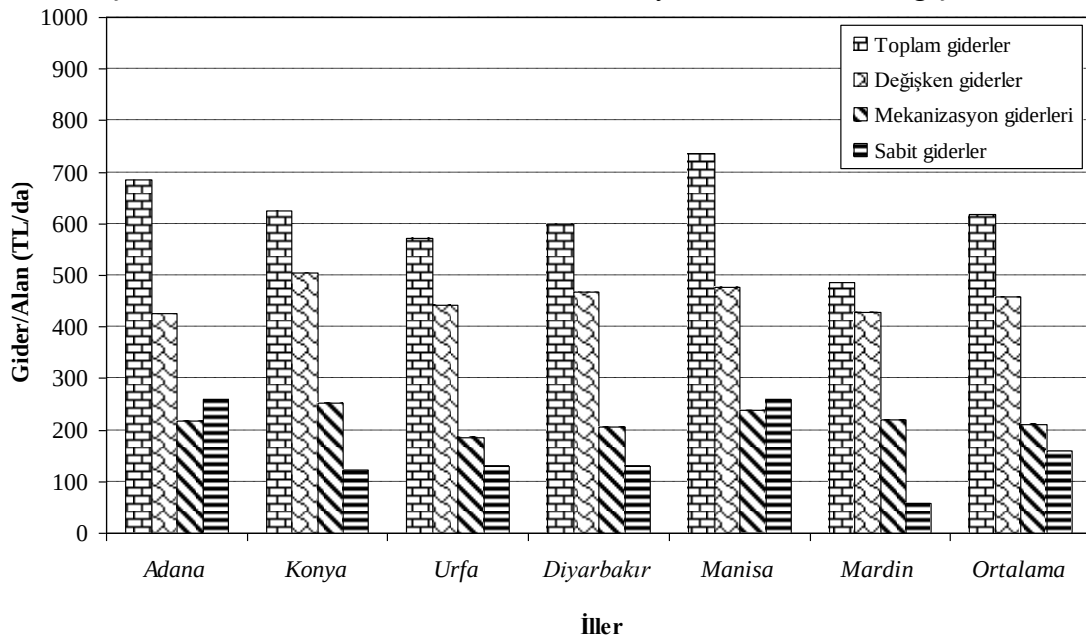
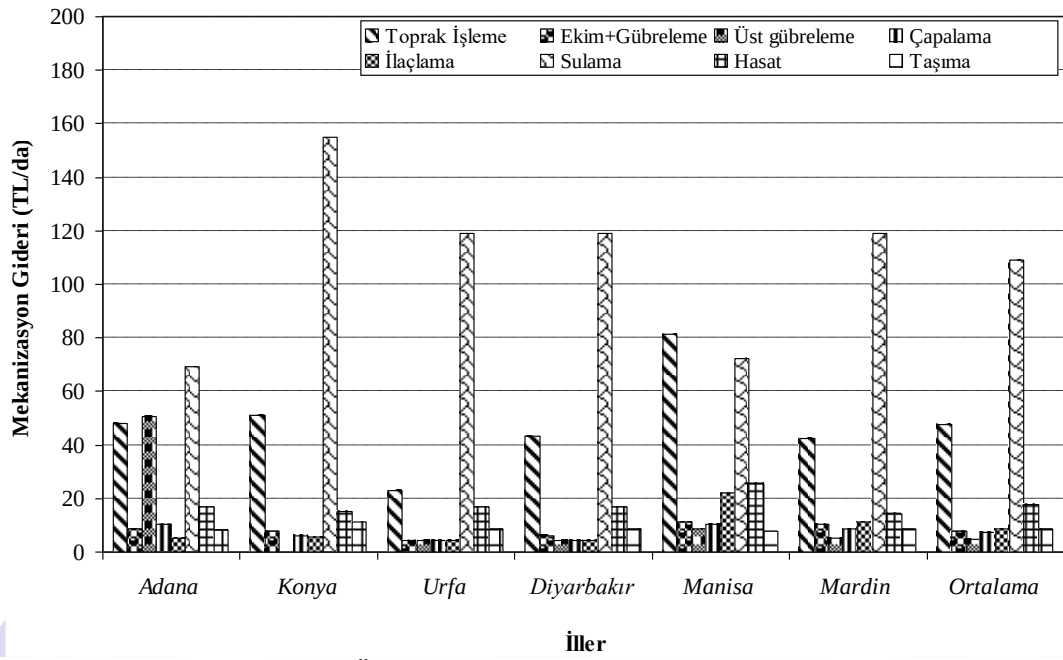
2.1. Tane Mısır Üretiminde Mekanizasyon Giderleri

Türkiye’de tane mısır üretiminde alan başına mekanizasyon giderlerinin değişimi Şekil 1 ve Çizelge 3’de verilmiştir. Türkiye’de tane mısır üretiminde mekanizasyon giderlerinin en yüksek bölümü sulama işlemlerinde gerçekleşmektedir. Sulama uygulamalarının toplam mekanizasyon giderleri içindeki payı % 51,46 düzeyinde olup, 108,97 TL/da değerindedir. Toplam mekanizasyon giderleri arasında ikinci sırada yer alan toprak işleme uygulamalarının toplam mekanizasyon giderleri içindeki payı % 22,48 düzeyinde olup, 47,61 TL/da değerindedir.

Çizelge 3. Tane Mısır Üretiminde Mekanizasyon Giderleri

Üretim İşlemleri	Mekanizasyon Giderleri (TL/da)							Oran (%)
	Aydın	Diyarbakır	Konya	Manisa	Mardin	Ş.Urfa	Ortalama	
Toprak işleme	48,02	51,05	22,85	43,25	81,5	42,5	47,61	22,48
Ekim+Gübreleme	8,72	7,65	4,25	5,95	11,05	10,2	7,97	3,76
Üst gübreleme	50,72	0	4,25	4,25	8,5	5,1	4,82	2,27
Çapalama	10,2	5,95	4,25	4,25	10,2	8,5	7,23	3,41
İlaçlama	5,38	5,53	4,25	4,25	22,1	11,05	8,76	4,14
Sulama	69,42	155,13	119	119	72,25	119	108,97	51,46
Hasat	16,72	15,3	17	17	25,5	14,45	17,66	8,34
Taşıma	8,22	11,05	8,5	8,5	7,65	8,5	8,74	4,13
TOPLAM	217,3918	251,65	184,35	206,45	238,75	219,3	211,74	100

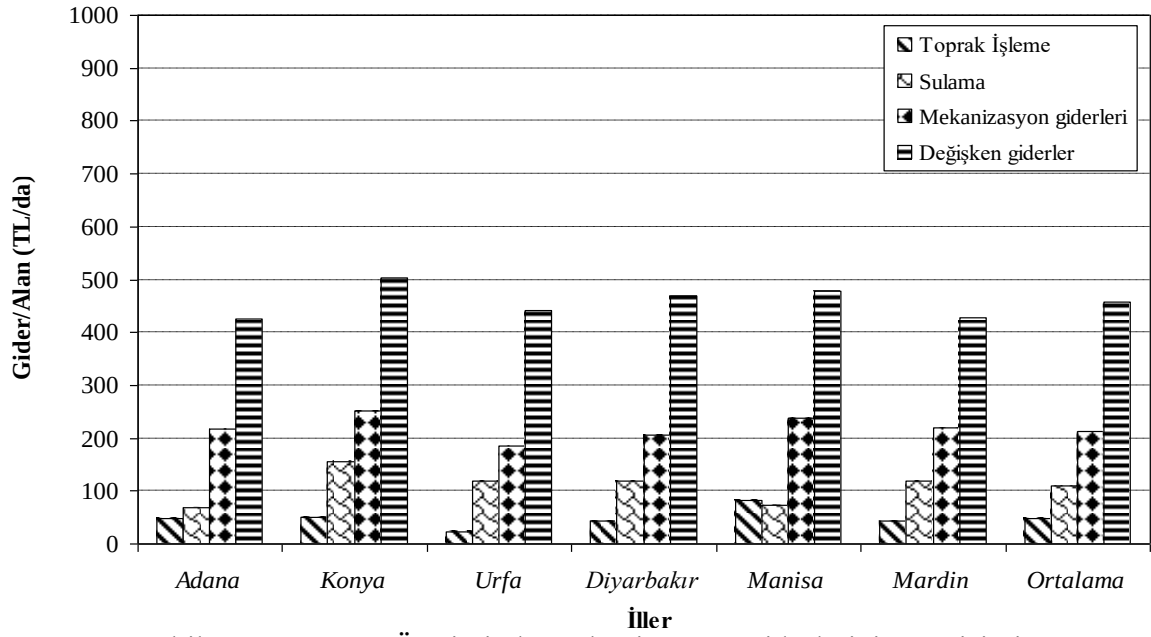
Tane mısır üretiminde mekanizasyon giderlerinin, sabit, değişken ve toplam üretim giderleri içindeki değişimi Şekil 2 ve Çizelge 4’de verilmiştir. Tane mısır üretiminde toplam giderler ortalama 618 TL/da değerindedir. Toplam giderlerin % 74,09’unu değişken giderler oluşturmaktadır ve değeri dekar başına 458 TL’dir. Mekanizasyon giderleri ise toplam üretim giderlerinin % 34,29’u düzeyinde olup, değeri dekar başına 211,74 TL’dir. Tane mısır üretiminde toprak işleme ve sulama uygulamaları için mekanizasyon giderlerinin, üretim giderleri içindeki değişimi Şekil 3 ve 4’de verilmiştir.



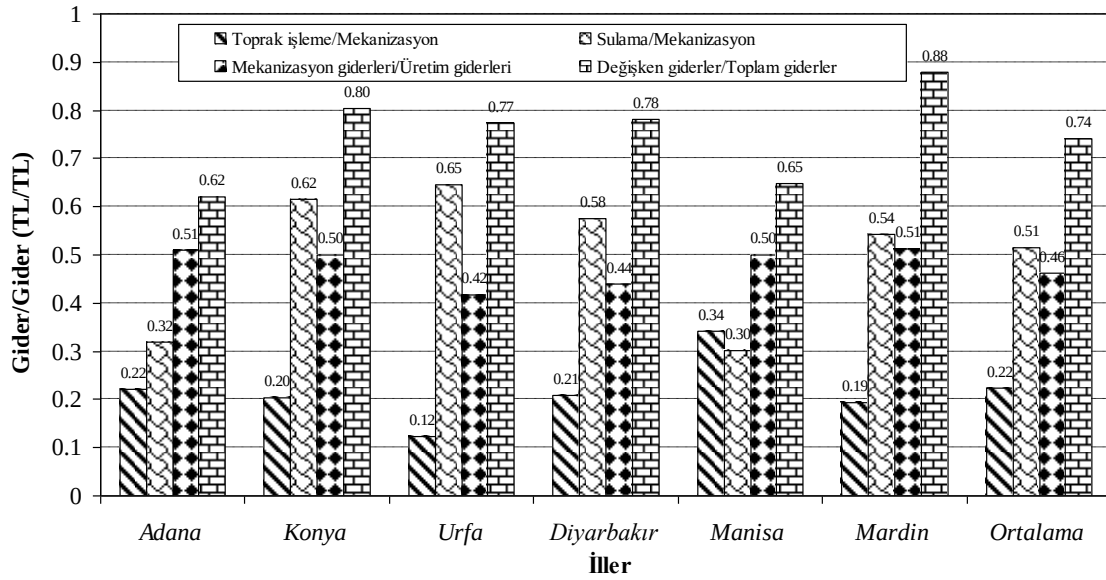
Şekil 2. Tane Mısır Üretiminde Mekanizasyon Giderlerinin Değişimi

Çizelge 4. Tane Mısır Üretiminde Giderlerin Değişimi

Giderler	Gider (TL/da)							Oran (%)
	Aydın	Diyarbakır	Konya	Manisa	Mardin	Ş.Urfa	Ortalama	
Toplam giderler	686	626	571	599	737	486	618	
Değişken giderler	426	504	442	468	477	428	458	74,09
Mekanizasyon giderleri	217,4	251,65	184,35	206,45	238,75	219,3	211,74	34,29
Sabit giderler	260,2	122,57	128,85	130,37	259,55	58,56	160,01	25,91



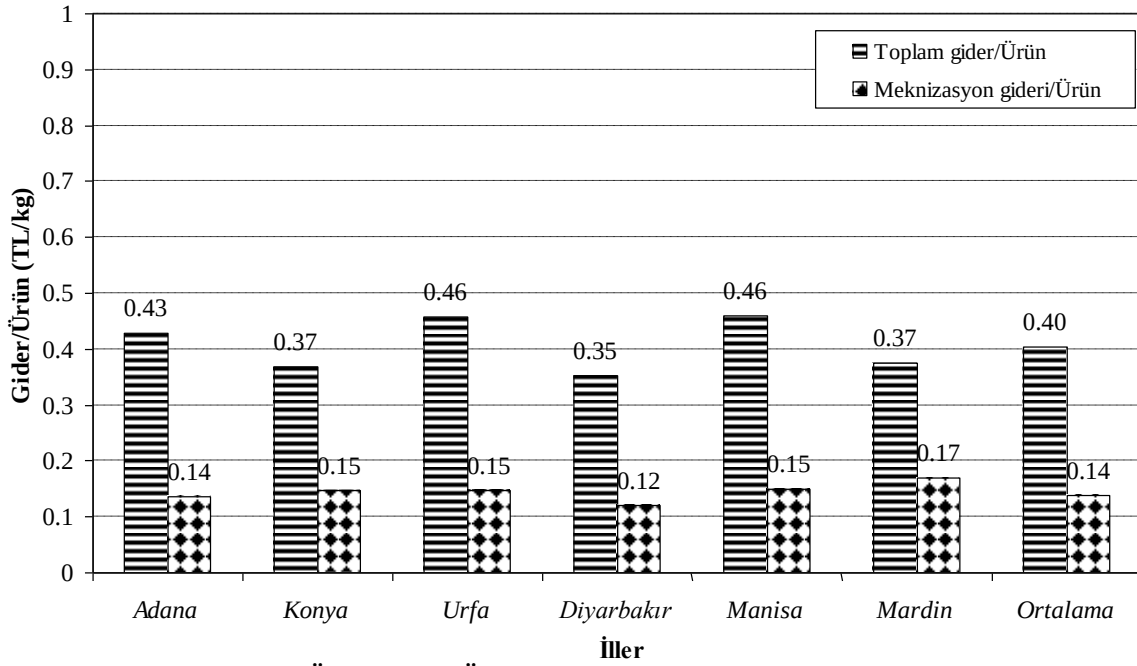
Şekil 3. Tane Mısır Üretiminde Mekanizasyon Giderlerinin Değişimi



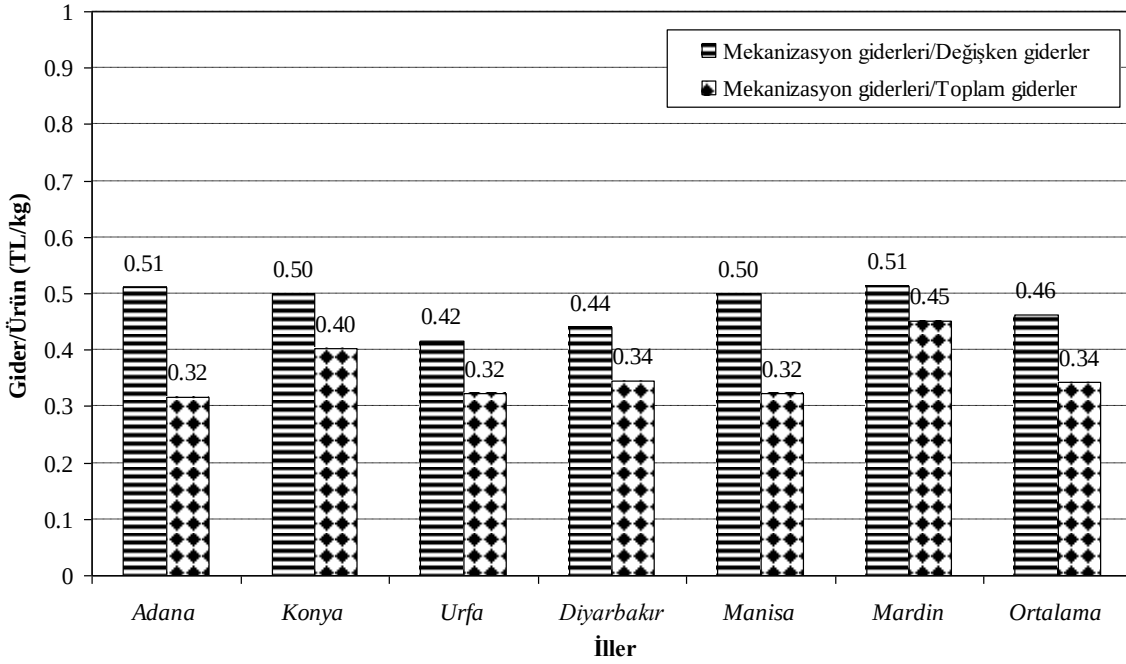
Şekil 4. Tane Mısır Üretiminde Mekanizasyon Giderlerinin Değişimi

Türkiye’de tane mısır verimi, araştırmada incelenen illere bağlı olarak değişmekle birlikte, ortalama 1525 kg/da düzeyindedir. Tane mısır üretiminde ürün başına toplam giderler ve mekanizasyon giderlerinin değişimi Şekil 5’de verilmiştir. Tane mısır üretiminde ürün başına toplam giderler 0,40 TL/kg, mekanizasyon giderleri ise 0,14 TL/kg düzeyindedir.

Türkiye’de tane mısır üretiminde mekanizasyon giderlerinin diğer giderlere oranları Şekil 6’da verilmiştir. Türkiye’de tane mısır üretiminde mekanizasyon giderlerinin değişken giderler içindeki payı ortalama % 46, toplam giderler içindeki payı ise ortalama % 34 düzeyindedir (Şekil 6).



Şekil 5. Tane Mısır Üretiminde Ürün Başına Mekanizasyon Giderlerinin Değişimi



Şekil 6. Tane Mısır Üretiminde Mekanizasyon Giderlerinin Diğer Giderlere Oranları

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye’de tane mısır üretiminde mekanizasyon giderlerinin en yüksek bölümü sulama işlemlerinde gerçekleşmektedir. Sulama uygulamalarının toplam mekanizasyon giderleri içindeki payı % 51,46 düzeyinde olup, 108,97 TL/da değerindedir. Toplam mekanizasyon giderleri arasında ikinci sırada yer alan toprak işleme uygulamalarının toplam mekanizasyon giderleri içindeki payı % 22,48 düzeyinde olup, 47,61 TL/da değerindedir. Tane mısır üretiminde toplam giderler ortalama 618 TL/da değerindedir. Toplam giderlerin % 74,09’unu değişken giderler oluşturmaktadır ve değeri dekar başına 458 TL’dir. Mekanizasyon giderleri ise toplam üretim giderlerinin % 34,29’u düzeyinde olup, değeri dekar başına 211,74 TL’dir. Tane mısır üretiminde ürün başına toplam giderler 0,40 TL/kg, mekanizasyon giderleri ise 0.14 TL/kg düzeyindedir. Türkiye’de tane mısır üretiminde

mekanizasyon giderlerinin değişken giderler içindeki payı ortalama % 46, toplam giderler içindeki payı ise ortalama % 34 düzeyindedir.

Tarım işletmelerinde gereğinden daha fazla güçte traktör ve büyük kapasitede mekanizasyon araçlarının kullanılması, mekanizasyon uygulamaları için sabit ve işletme giderlerini artırmaktadır. Bu durum yapılan tarımsal üretimin karlılığını azaltmaktadır. Gereğinden az güç ve kapasite kullanımı ise üretim tekniği ve üretim alanı açısından kısıtlamalara neden olmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akdemir, Ş., Küsek, G., Vulkan, V.E., Öztürk, H.H. (2019). Türkiye’de Pamuk Üretiminde Mekanizasyon Giderleri. HASAT International Agriculture and Forest Congress, 21-23 June 2019, Ankara, Turkey, First Edition, pp. 809-818, ISBN: 978-605-7602-92-3.
- Işık, A. (1988). Sulu Tarımda Kullanılan Mekanizasyon araçlarının Optimum Makine ve Güç Seçimine Yönelik İşletme Değerlerinin Belirlenmesi ve Uygun Seçim Modellerinin Oluşturulması Üzerine Bir araştırma. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Mekanizasyon Anabilim Dalı, Adana.
- Şehri, M. (2012). Adana Yöresi Pamuk Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliği ve Maliyet Analizi. Çukurova Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- TÜİK. (2019). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim Veri Tabanı, Ankara
- ZMO. (2016). Ziraat Mühendisleri Odası Mısır Raporu, Ankara.



Mera Alanlarında Maden İşletme Faaliyetleri Yapılabilmesi için Öngörülen İzin Süreci

Permission Process for Perform Mining Operation Activities in Pasture Areas

Taşkın Deniz Yıldız

Arş. Gör., Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

Orhan Kural

Prof. Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi

Berfin Esra Çatan

İstanbul Aydın Üniversitesi

Özet

Türkiye'nin toplam ülke yüzölçümünün % 18,6'sını oluşturan mera alanları ile maden alanları çakışabilmektedir. Bu çakışma durumunda, yapılan değerlendirme sonrasında, madencilik faaliyetinde meracılık faaliyetine kıyasla üstün bir kamu yararı olduğuna karar verilirse, mera alanı madencilik faaliyetine tahsis edilmektedir.

Mera arazilerinde madencilik yapılabilmesi için, maden ruhsat sahibinin öncelikle Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü'ne (MAPEG) müracaatını yapması gerekmektedir. Ardından Tarım ve Orman Bakanlığı'nın tetkiki ve bu Bakanlığın İl Müdürlüğünün değerlendirmesi sonucu geri dönüşüm projesi ile Mera Komisyon Raporu hazırlanmaktadır. Bu raporlar Valiliğin onayına sunulmaktadır. Valilik onayı gerçekleşirse ilgili Bakanlığa karar sevk edilmektedir. Bakanlıkta inceleme ve onay süreci devam ettirilmektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'ndan (ETKB) da alınan görüş onayı sonrasında, *mera tahsis amacı* değişikliği onayı Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından verilmekte ve tapuya ilgili alanın tescil işlemleri tamamlanarak saha maden işletmesine teslim edilmektedir. Belirtilen tüm bu izin süreci ortalama yaklaşık 9 ayı bulmaktadır. Özellikle ETKB dışında diğer kurumlara görüş sorulması bu süreci uzatmaktadır. Ayrıca mera tahsis değişikliği konusunda son olarak verilecek kararın Valilik tarafından verilmesi ETKB'nin yaptığı işlemlere ve aldığı kararlara karşı bürokratik bir engel oluşturmaktadır. Herşeyden önemlisi, bir işletme ruhsat sahasının işletme izni aşamasına geçmesine kadar harcanan tüm yatırımların zaman zaman kaybedilmesine sebep olmaktadır.

Mera alanlarında maden işletme faaliyetleri gerçekleştirilebilmesi için gereken mera tahsis değişikliği konusunda daha nesnel kararlar verilebilmesi ve verilecek kararlar nedeniyle maden yatırım kayıplarının yaşanmaması adına, ETKB bünyesinde bir Komisyonun kurulması ve yetkili kılınması gerekmektedir. ETKB değerlendirmelerinde, mera alanı incelemesinin de yapılarak, kamulaştırma işlemlerine benzer şekilde, ETKB'nin alacağı kamu yararı kararıyla mera tahsis amacının değiştirilebilmesi yöntemi uygulanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Arazi, İşletme, Hukuk, Kazanılmış hak, Maden, Mevzuat.

Abstract

Pasture lands comprising of 18.6% of Turkey's total land area of the country with mining areas can overlap. In the event of this overlapping, if it is determined that there is a superior public interest in mining activity compared to pastoral activity, the pasture area is allocated to mining activity.

To be able to mining in pasture lands, the mine license holder must first apply to the General Directorate of Mining and Petroleum Affairs (MAPEG). Then, as a result of the inspection of the Ministry of Agriculture and Forestry and the evaluation of the Provincial Directorate of this Ministry, a Recycling Project and Pasture Commission Report is prepared. These reports are

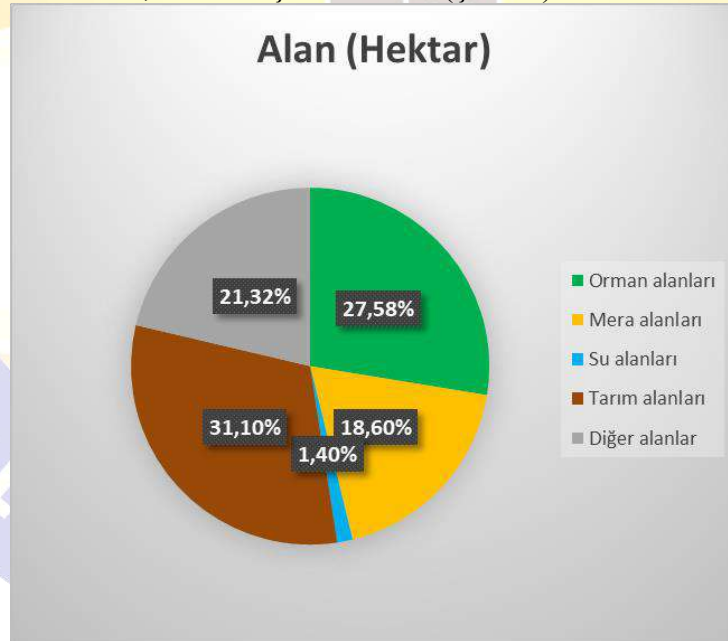
submitted to the approval of the Governorate. If the approval of the Governor's Office takes place, the decision is sent to the relevant Ministry. The inspection and approval process is ongoing in the Ministry. Following the approval of the Ministry of Energy and Natural Resources (MENR), the approval of the change of the purpose of allocation of pasture is given by the Ministry of Agriculture and Forestry, and the registration process of the related area to the land registry is completed, and the pasture lands are delivered to the mining operation. The whole process of permission is approximately nine months. In particular, being asked other institutions other than MENR extends this process. Also, the final decision to be made on pasture allocation changes constitutes a bureaucratic obstacle against the actions and decisions taken by MENR. Most importantly, all the investments that are spent until an operating license stage pass to the operation permit stage are lost from time to time.

It is necessary to establish and authorize a Commission within MENR to make more objective decisions about the change in pasture allocation required for carrying out mining operations in rangelands and to avoid losses in mining investments due to the decisions to be taken. In the MENR assessments, pasture area analysis should be conducted, and, similar to expropriation procedures, the method of changing the purpose of pasture allocation should be applied by the public interest decision of MENR.

Keywords: Land use, Land, Enterprise, Law, Acquired right, Mining, Legislation.

1.GİRİŞ

Madenlerin yer seçme şansının olmayarak bulunduğu yerde üretilmek zorunda oluşu, başka yararlar ile alan kullanım çakışmalarını da beraberinde getirmektedir. Nitekim bunlardan en çok rastlanılanlarından biri mera alanlarıdır. Mera alanları, Türkiye'nin ülke toplam yüzölçümü olan 78 534 470 hektarlık alanının % 18,6'sını oluşturmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Türkiye’de arazi kullanım sınıflarının ülke yüzölçümüne oranı

Mera arazileri; hayvanların köy veya belde sakinlerine, hayvanlarını otlatmaları ve otundan yararlanmaları için tahsis edilen ve alışlagelmiş, geçmişten bu yana bu yönelimle kullanılan yerlerdir. Esasen bir yerin *mera* olarak kabulü için tapu kütüğünden ayrı bir kütük olan kamu orta malları siciline tescil edilir.

Yani mera vasfı değişmedikçe, özel mülkiyete konu olamamakta, zaman aşımı ile mülkiyeti de kazanılamamaktadır (Kavcı, 2014, s.62). Yine otlak, yaylak ve kışlaklar da tarım dışı kullanım için tescilli *mera* ile aynı hukuki değere sahip olup, bunlar hayvan otlatılma amacıyla kullanılan arazileri ifade etmektedir. 4342 sayılı Mera Kanunu’nun 4. maddesinde bunlar hakkında da Mera Kanunu hükümlerinin uygulanacağı öngörülmektedir.

Maden Yönetmeliğinin 114 (8) madde fıkrasına göre; MAPEG tarafından işletme izni düzenlenen ruhsat sahalarında, mera alanları ile çakışan maden işletme faaliyetlerinin, mera tahsis değişikliği yapılmasının ardından, bu değişikliğin öngördüğü alan dahilinde yürütülmesi zorunludur.

Bu çalışmada, mera alanlarında maden işletme faaliyetleri, özellikle yetkili kurumlar ve mevzuat açısından değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede mera alanının maden işletmesine teslimine kadar geçen süreç açıklanmış ve bu sürecin uzamaması, maden yatırımlarının kaybedilmemesi için izin süreci işleyişi konusunda önerilerde bulunulmuştur.

2. MERA ALANLARINDA MADEN İŞLETME FAALİYETLERİ KONUSUNDA YETKİLİ KURUMLAR

“3213 sayılı Maden Kanunu”nun 7/13 madde fıkrasına göre, “*kamu hizmeti veya umumun yararına ayrılmış yerlere ve bu tür tesislere 60 metre mesafe dahilinde madencilik faaliyetlerinin Bakanlığın iznine bağlı olması*” öngörülmüştür. Böylece, kamunun yararına ayrılmış mera alanlarında madencilik faaliyetleri izne tabidir.

Maden Kanununun 05.06.2004 tarihinde yürürlüğe giren 5177 sayılı Kanunla Değişik 7/I madde hükmü uyarınca mera alanlarında madencilik faaliyetlerinin nasıl gerçekleştirileceği “yönetmelikle” düzenlenmektedir. Bu maddede sözü edilen madencilik faaliyetleri izin yönetmeliği çıkarılmış olup; bu yönetmeliğin 39. ila 47. maddelerinde mera alanlarında madencilik faaliyetlerinin nasıl yapılacağı ve maden işletme izinlerinin ne şekilde alınacağı gösterilmiştir. Fakat, Anayasa Mahkemesinin iptal ve Danıştay’ın yürütmenin durdurulması kararı karşısında uygulanma olanağı kalmayan İzin Yönetmeliğinden sonra 2010 tarihli Madencilik Faaliyetleri Yönetmeliğinin 121. maddesinde (Yeni adıyla Maden Yönetmeliğinin 114. maddesinde) mera alanlarında madencilik faaliyetleri özel olarak düzenlenmiştir. Aynı zamanda 12.04.2005 tarihinde değiştirilen Mera Yönetmeliğinin 8. maddesinde madencilik faaliyetleri için mera tahsisine ait hükümler bulunmaktadır. Topaloğlu’nun işaret ettiği üzere, iki yönetmelikteki hükümlerin çakışması halinde sonraki tarihli ve özel nitelikte olan Madencilik Faaliyetleri Uygulama Yönetmeliğindeki (Yeni adıyla Maden Yönetmeliği) hükümlerine öncelik vermek gerekir (Topaloğlu, 2014, s.66).

“4342 sayılı Mera Kanunu”nun 4. maddesine göre; “*mera, yaylak ve kışlakların kullanma hakkı bir veya birden çok köy veya belediyeye aittir*”. Bu yerler “devletin hüküm ve tasarrufu altındadır” kuralı bulunmaktadır. Bu maddedeki meraların “devletin hüküm ve tasarrufu altında olma”sı tabirinin, “devletin hüküm ve tasarrufu altında olan yer” tabiri ile ilgi ve ilişkisi yoktur¹ (Çanga, 2005, s.239). Yani mera alanları, hukuki olarak aynı madenler gibi, devletin hüküm ve tasarrufu altındadır.

2.1 Mera Tahsis Değişikliği Süreci

Mera alanıyla çakışan maden ruhsat alanına işletme izni alabilmek için mera tahsis değişikliği yaptırmak gerekir. Tahsis amacı değiştirilen yerler, Maliye Hazinesi veya ait olduğu vakıf adına tescil edilir. Mera tahsis değişikliği yapılan alanlarda maden ruhsat sahibinin madencilik faaliyetleriyle alakalı her türlü üretim ve geçici tesis yapma hakkı bulunmaktadır (Yargıtay 14. Hukuk Dairesi, 04.10.2001 gün ve E. 5217, K.6255).

“4342 sayılı Mera Kanunu”na göre, mera alanlarında madencilik faaliyetinde bulunabilmesi birtakım koşullara bağlanmıştır. 4342 sayılı Mera Kanununun 4368 sayılı Kanunla değişik 14. maddesi uyarınca; “*mera alanlarında maden arama faaliyetleri ile verimliliği kesinlikle saptanan ön işletme ve işletme faaliyetleri yapılabilir*” (Topaloğlu, 2014, s.66). Mera alanlarında maden işletme faaliyetleri yapılabilmesi için gerekli işlemler sırası aşağıda görülmektedir (Şekil 2).

¹ Çanga, mera alanlarının konumunu eserinde şöyle değerlendirmiştir: “Devletin hüküm ve tasarrufu altındaki mal: Devletin kuru mülkiyetinde olan taşınmazların, tahsis edilenler dışında kalan ve anonim kullanıma açık boş taşınmazlar anlamındadır. Tahsisli yerler ise kesinlikle devletin hüküm ve tasarrufu altındaki mal tanımı kapsamı dışındadır. Mera, mera tahsisli yerdir yani mera tahsisli maldır. Devletin hüküm ve tasarrufu altında kalan yerlerden farklı hukuki yapıdadır.” Bu nedenle yazar, devletin hüküm ve tasarrufu altındaki yerlerin mera olarak tespit edilmekte olması haline katılmadığını belirtmiştir. Aksi halde durum meralarda madencilik yapılamaması halini ortaya çıkaracaktı (Çanga, 2005, s.235).

MERA ARAZİSİ

TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI

TARIM VE ORMAN İL MÜDÜRLÜĞÜ İZİN SÜRECİ

- > Müracaat dosyasının tanzimi
- > MAPEG'e müracaat
- > MAPEG değerlendirmesi ve Tarım ve Orman Bakanlığı'na sevk
- > Tarım ve Orman Bakanlığı tetkiki ve Tarım ve Orman İl Müdürlüğü'ne sevk
- > İl Müdürlüğünün tetkiki ve Mera Komisyon Raporu tanzimi ve Geri Dönüşüm Projesi
- > İl Defterdarlığının görüşünün alınması
- > Raporun Valilik onayına sunulması
- > Valilik Onayının Tarım ve Orman Bakanlığı'na sevk
- > Tarım ve Orman Bakanlığı inceleme ve onay süreci
- > Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı değerlendirmesi
- > Tahsis amacı değişikliği onayı
- > Tapuya tescil işlemleri
- > Saha teslimi

Şekil 2. Mera arazisinde madencilik faaliyetleri için izin süreci (TÜMMER, 2017).

Şekilde görüldüğü üzere, mera arazilerinde madencilik yapılabilmesi için, maden ruhsat sahibinin öncelikle MAPEG'e müracaatını yapması gerekmektedir. Ardından Tarım ve Orman Bakanlığı'nın tetkiki ve bu Bakanlığın İl Müdürlüğünün değerlendirmesi sonucu geri dönüşüm projesi ile Mera Komisyon raporu hazırlanmaktadır. Bu raporlar Valiliğin onayına sunulmakta ve Valilik onayı gerçekleşirse ilgili Bakanlığa karar sevk edilmektedir. Bakanlıkta inceleme ve onay süreci devam etmektedir. 2012 yılında yürürlüğe giren Başbakanlık Genelgesi yürürlükten kalktığı için artık, ETKB'ye görüş sorulmaktadır. Böylece ETKB'den alınan görüş onayı sonrasında, nihayet *mera tahsis amacı* değişikliği onayı Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından verilmekte ve tapuya ilgili alanın tescil işlemleri tamamlanarak saha maden işletmesine teslim edilmektedir. Belirtilen tüm bu izin süreci yaklaşık ortalama 9 ayı bulmaktadır.

Bu izin süreci içerisinde, Maden Kanunu Uygulama Yönetmeliğinin 121. maddesine 07.01.2014 tarihinde (3). madde olarak eklenen, ve devamında Maden Yönetmeliği'nin 114 (2) madde fıkrasına aktarılan hükümle, ETKB'nin, Tarım ve Orman İl Müdürlüğü'ne *mera tahsis amacının* değiştirilmesi talebinde bulunabilmesi için maden ruhsat sahibinin ETKB'ye başvurusu sonrasında, ETKB'nin, başvuru tarihinden itibaren en geç bir ay içerisinde başvuru değerlendirmesini nihayetlendirilmesi hüküm altına alınmıştır.

Mera tahsis değişikliklerinde müracaat süresi uzadığından, Bakanlığa bir aylık süre tanınması son derece yerinde bir düzenleme olmuştur. Gerçekten maden yatırımcısının en büyük sorunlarından biri olan izin sürecinin uzaması sorunu, en azından *mera* açısından iyileştirilmeye çalışılmıştır (Topaloğlu, 2014, s.68). Ancak mera iznini değerlendiren ve sürecin uzamasına sebep olan diğer idari kurumlar da bulunmaktadır. Bu durumu açıklayabilmek için, öncelikle süreç incelenmelidir.

Mera alanlarında durum, orman ve özel arazi için istenen izinlerden biraz farklıdır. Mera tahsis amacının değiştirilmesi² ETKB'den istenmekte, Bakanlığın uygun bulmasının ardından dosya valiliğe gönderilmektedir (Yeşilyurt, 2013, s.98). Şöyle ki; işletme ruhsat alanı *mera vasfında* arazi ise, “mera tahsis değişikliği” için “mera tahsis değişikliği başvuru dosyası” MAPEG'e verilmek üzere hazırlanmaktadır. MAPEG'in ruhsat alanında gereken incelemede bulunmak amacıyla görevlendirdiği heyetin *mera alanında* ekonomik işletmeye elverişli cevher varlığını saptaması durumunda, mera tahsis amacının değiştirilmesi hususunda MAPEG tarafından “Olur”

² Mera tahsis amacının değiştirilmesini 4342 sayılı Mera Kanununun 14. maddesi kural altına almaktadır. Bu maddenin ne şekilde uygulanacağını düzenleyen “Mera Kanunu Uygulama Yönetmeliği”nin 8. maddesinde ise bu husus açıklanmıştır.

verilmektedir. Genel Müdürlük tarafından “Olur” doğrultusunda, konu, ilgili valiliğe bildirilerek, mera vasıf değişikliği işlemlerinin tamamlanması ve sonucu hakkında MAPEG’e bilgi verilmesi istenmektedir (Yeşilyurt, 2011, s.80).

“MAPEG’in yapacağı bildirim; onaylı işletme projesi, işletme ruhsatı, işletme izin alanlarını gösterir 1/1000 veya 1/2000 ölçekli imalat haritaları, rezerv durumu, vaziyet planı ile Komisyonca istenecek diğer bilgi ve belgeler eklenir” (Mera Kanunu Uygulama Yönetmeliği m.8).

MAPEG’de işlemlerin bitmesinden sonra dosya Tarım ve Orman İl Müdürlüğü’ne gönderilmektedir (Kömürder, 2016, s.71).

Mera alanlarında arama izninde olduğu gibi işletme ruhsat aşamasında da tahsis amacının değiştirilebilmesi için “İl Mera Komisyonu”nun ve Defterdarlığın/Vergi Dairesi Başkanlığının uygun görüşü gerekir. Böylece meranın tahsis amacı, ETKB’nin, Tarım ve Orman İl Müdürlüğü’ne yapacağı bildirimden sonra, İl Mera Komisyonunun ve Defterdarlığın/Vergi Dairesi Başkanlığının uygun görüşü üzerine, valilikçe değiştirilebilir.

Söz konusu Komisyonun veya Defterdarlığın haklı ve geçerli bir sebep olmadan uygun görüş vermemesi işlemi -Topaloğlu’na göre- idari yargıda dava konusu yapılabilir. Valilik söz konusu uygun görüşleri aldıktan sonra *mera alanında* işletme izni verilebilmesi için “tahsis amacının değiştirilmesi”ne karar verir. Tahsis amacı değiştirilirken *mera vasfı* kaldırılan araziden elde edilecek otun karşılığı bir bedel alınmaktadır. Ayrıca, arama aşamasında olduğu gibi işletme aşamasında da ruhsat sahibinden teminat alınmakta ve sözleşme imzalanmaktadır (Topaloğlu, 2014, s.68).

Ruhsat sahibinin, tahsis amacı değiştirilen sahanın devlet hazinesi adına tescil edilmesi için ÇED olumlu belgesini faaliyete başlamadan vermesi gerekmektedir. Nitekim madencilik faaliyetleri bitiminde faaliyet alanlarının, çevreyle uyumlu hale getirilmesi zorunludur. Bu hususta Maden Kanununda gerekli hükümler öngörülmüştür. Maden işletme süresi 3213 sayılı Maden Kanununda öngörülen süreyle sınırlıdır. Belirtmek gerekir ki, *mera tahsis amacının değiştirilmesi* gereken alanlarda, genelde bitki örtüsü zayıf bir karakter göstermektedir. Örneğin bir alçıtaşı alanında, alçıtaşı alınıp, yerine verimli toprak örtüsü serildiğinde meranın eski halinden çok daha fazla yararlı olacağı da açıktır. Çevre ile uyumlu hale getirme hususunda Mera Yönetmeliğinde de, “*arama ve işletme ruhsat sahiplerinin, zarar verdiği sahaları eski vasıf ve kapasitesine getirmek için Komisyonca belirlenecek teminatı yatıracığı ve sözleşmeyi imzalayacağı, bir yıl içerisinde söz konusu alanların eski vasıf ve kapasitesine getirilmemesi halinde de Komisyonun alınan bu teminatı kullanarak bu görevi yerine getireceği, yapılan tüm masraflarla birlikte, geçen sürede meydana gelen ot kaybı değerinin de tahsil edileceği*”, düzenlenmiştir (Yeşilyurt, 2011, s.82) ve (Yeşilyurt, 2012, s.81).

Tahsis amacının değiştirilmesinde en önemli zorluk, Bakanlık tarafından gerçekleştirilen tüm işlemler olumlu şekilde tamamlanmasının ardından Valiliğin talebi uygun bulmaması konusunda yaşanmaktadır. Mera Kanunu, *mera tahsis başvurusunu* gerekçesiz de olsa uygun bulmamak hususunda Valiliğe yetki vermektedir. Şüphesiz ki haklı bir neden olmaksızın başvurunun reddedilmeyeceği akla gelebilir. Fakat, gerçekleştirilen uygulamalarda bu durumun bu şekilde yürümediği ortaya çıkmıştır. Bu konudaki değerlendirmeler için bakınız (Yeşilyurt, 2012, s.80-83). Valiliğin, yerel bir kurum olması sebebiyle, bölge halkıyla doğrudan teması bulunduğu şüphesizdir. Dolayısıyla, mera tahsis amacının değiştirilmesi hususunda tek yetkili olarak Valiliğin gösterilmesi ve uygun bulup bulmamak noktasında bu kuruma gerekçesiz olarak yetki verilmesi Maden Kanununa açıkça aykırıdır. Üstelik, Valiliğin bir mera tahsis amacı değişikliğini uygun bulmama konusunda, maden işletmesi için alternatif sahaların bulunduğu, biçimindeki bir gerekçeyi yapabiliyor olması, bu Valiliğin, Maden Kanununa aykırı bir işlemi ve Bakanlığın yetki alanına açık bir müdahalesi anlamına gelir. Bu suretle, mera tahsis amacının değiştirilmesi hususunda ETKB’nin yaptığı tüm işlemlerin yalnızca, Valiliğe bilgi ve belge toplaması dışında bir değer taşımadığını açığa çıkarmaktadır (Yeşilyurt, 2012, s.81).

Mera vasfı değişikliği ile ilgili komisyon raporlarıyla; yıllardır, maalesef kanun ve yönetmelikte dahi olmayan yetkiler ihdas edilerek, madencilik faaliyetlerini kısıtlama, izin verip vermeme gibi,

aslında yasalarla başka mercilere ve idarelere ait yetkileri de kullanma yoluna gidilmektedir (TMD, 2011, s.6).

Halbuki maden ruhsat alanına birçok kez görevlendirilen uzman heyetler, bu heyetlerin ruhsat sahasındaki tespitleri, tespitler sonucu oluşturulan raporlar, sonrasında raporları değerlendirip alınan Bakanlık Olur'larının, Valilik tarafından önemsenmemesi, madencilik açısından dikkate alınması ve acil olarak düzenleme yapılması gereken bir konudur (Yeşilyurt, 2012, s.81).

Görüldüğü üzere, Valilik, talep edilen sahanın tümünün veya bir miktarının tahsis amacının değiştirilip değiştirilmemesi hususunda tek yetkilidir. Valiliğin işlemine esas alınan Komisyonda ise genelde maden/madencilik açısından bir inceleme gerçekleştirilmemektedir. Valilik yerel bir kurum olduğundan bölge halkından etkilenmektedir. Madenlerin bulundukları yerlerdeki halkın bir kısmı, kendilerini yörelerinde bulunan madenin sahibi olarak görmektedir. Bu şahısların “mera tahsis amacı”nın değiştirilmesi hususunda olumlu görüş verilmesini sübjektif olarak engellediği bir gerçektir (Yeşilyurt, 2012, s.82). Halbuki “madenler devletin hüküm ve tasarrufu altında” olup bulunduğu yerde üretilmesi zorunludur.

Ayrıca, Valiliğin “mera tahsis amacı değişikliği”nin reddine ilişkin işlemlerine karşı açılan davalarda da, mahkemelerin belirlediği bilirkişiler çoğunlukla *mera alanında* mera faaliyetini ve madenciligi karşılaştırabilecek meslek alanlarından oluşturulmamaktadır. Bu halde de konunun esasını oluşturan madenler, bilirkişilerin değerlendirme konusu dışında kalmaktadır. Halbuki *mera tahsis amacı değişikliğinin* ilk adımı ETKB tarafından atılmakta ve mera tahsisi talep edilen alanda ekonomik işletilebilir cevher varlığının, yani görünür rezervin bulunması istenmektedir (Yeşilyurt, 2012, s.82).

“Mera tahsis amacı değişikliği” hususunda olumsuz işlem verilen birtakım bölgelerde üretilen madenlerin proje gelirlerine bakıldığında, meradan yararlanacak hayvanların ülke ekonomisine getireceği katkının üzerinde bir değer taşıdığı ortaya çıkmaktadır. Bu gibi durumlarda *mera tahsis amacı değişikliğinin* uygun bulunmaması anlaşılabilir. Bir kez *mera tahsisi* konusunda olumsuz işlem tesis edildiğinde, daha sonra da bu konuda ısrar edilmekte ve böylece *mera alanları* madencilığa kapalı hale getirilmektedir. (Yeşilyurt, 2012, s.81). Bu anda, *meranın tahsis amacının* geçici bir müddetle yapılması ve bu alanların yine “mera” sınıfında kalmakta olduğu göz ardı edilmektedir. Yani, *mera alanlarının* madencilik faaliyetleri sonucu küçültülmesi söz konusu değildir. Yukarıda da gösterildiği üzere, *mera alanlarının* Türkiye'nin ülke yüzölçümüne içerisindeki payı % 18,6 iken, yani bu alanların alternatif alanları bulunmasına rağmen, sınırlı olarak bulunan ve yerinde üretimi zorunlu olan madenlere kıyasla, sıkça daha üstün bir kamu yararı görülmesi ve bu kararı, madencilik konusunda yeterli ve deneyimli teknik kadrosu olmayan Valiliğin belirlemesi hatalı bir yaklaşımdır.

Sonuç olarak, *mera tahsis değişikliği* konusunda son olarak verilecek kararın Valilik tarafından verilmesi, ETKB'nin yaptığı işlemlere karşı bürokratik bir engel oluşturmaktadır.

Bu durum ETKB'nin yaptığı tespit ve işlemleri önemsizleştirmekte ve yaptığı tespitler ve aldığı kararların geçerliliğinin yitirilmesine sebep olmaktadır (Yeşilyurt, 2012, s.82). Herşeyden önemlisi bir işletme ruhsat sahasının işletme izni aşamasına geçmesine kadar harcanan tüm yatırımların kaybedilmesine, böylece de ülke ekonomisinin zararına sebep olmaktadır.

ÇED belgesi alınmış maden alanlarında, “mera tahsis amacının değiştirilmesi” konusunda görevlendirilen bilirkişi heyetlerinin, çevre konusunda değerlendirme yapması öngörülmüştür. Ancak Yeşilyurt'a göre, bu tespitler ÇED belgesini veren kamu kurumunun yetki alanına müdahale anlamına gelmektedir. Maden ruhsat sahibi, ruhsat alanında işletmeye başlama aşamasına kadar *mera alanı* hususunda haberdar değil iken (Yeşilyurt, 2012, s.83), Maden Kanununa göre tüm yükümlülükleri yerine getirdikten sonra, *mera alanı* sorununun sonradan meydana çıkması, madencilik faaliyetini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu noktada madencilik faaliyetinin kazanılmış hakkının bulunduğu dikkatlerden kaçmamalıdır.

Nitekim, 2010 yılında yürürlüğe giren Madencilik Faaliyetleri Uygulama Yönetmeliğinin 121/(7) madde fıkrasında, geçmişteki Madencilik Faaliyetleri İzin Yönetmeliğinde olduğu gibi, işletme ruhsatından sonra *mera alanı* ilan edilen yerlerde kazanılmış hakkın korunmasına uygun hüküm getirilmiştir (Topaloğlu, 2014, s.69). Benzer hükümler Maden Yönetmeliği m.109'da belirtilmiştir.

Buna göre, işletme ruhsatının, yürürlük tarihinden sonra *mera alanı* içerisine alınması durumunda, ÇED kararı dahil gerekli izinlerin alınarak, daha evvelden işletme izni düzenlenen ruhsat sahalarında mevcut izinler kapsamında işletme faaliyetleri sürdürülür (Maden Yönetmeliği m.114 (7)). Yani bu durumlarda, ayrıca *mera tahsis değişikliğine* gerek bulunmamaktadır (Topaloğlu, 2014, s.69).

Elbette, madencilik faaliyetleri sürerken, *mera alanlarında* yapılan bu faaliyetler, Maden Yönetmeliğinin 114 (9) madde fıkrası uyarınca durdurulabilir. Durdurma yetkisi kural olarak MAPEG'e aittir. Danıştayın örnek bir olayda, belediyenin kendi mera sahası içindeki madencilik faaliyetini kendisinin durduramayacağına, bunun için ETKB'ye başvurması gerektiğine karar vermiş (Danıştay 8. Daire, 26.01.1990 gün ve E.1988/1086, K.1990/114) olması dikkatten kaçmamalıdır.

Elbette, 3213 sayılı Maden Kanununun 7. maddesinde işletme izni gereken izinlerden olan *mera tahsis değişikliği* yapılmadan önce maden üretimi yapılması halinde madencilik faaliyetlerinin durdurulacağı öngörülmüştür. Nitekim Maden Kanununa dayalı olarak çıkartılmış bulunan Madencilik Faaliyetleri Uygulama Yönetmeliğinin 121 (8) madde fıkrası hükmünde “*Arama dönemi üretim izni veya işletme izni düzenlenen ruhsat sahalarında, ruhsat sahibince mera tahsis değişikliği yapılmadan faaliyette bulunduğu tespit edilmesi halinde, ilgili kurum tarafından faaliyetin durdurulması için Genel Müdürlüğe bilgi verilir. Genel Müdürlükçe müktesep haklar korunarak faaliyet durdurulur. Genel Müdürlükçe verilen durdurma kararı yükümlülükler yerine getirilmedikçe kaldırılmaz.*” denilmektedir. Buna göre *mera tahsis değişikliği* yapılmadan madencilik faaliyetinde bulunulması halinde özel hüküm olan 3213 sayılı Maden Kanunu ve ilgili Yönetmeliği açıkça faaliyetlerin durdurulması için MAPEG'i yetkili kıldığından, Topaloğlu böyle bir durumda 3091 sayılı Kanun uyarınca Kaymakamlıkların yetkili olmadığı düşüncesindedir (Topaloğlu, 2014, s.69).

Bu durumun yanı sıra, idare mahkemelerinde hatalı olarak *meralık alanda* mera tahsisi değişikliği süreci devam ederken maden işletme ruhsatını iptal eden kararlara da rastlanılmaktadır. İdare mahkemeleri mera dışındaki ÇED veya işletme izni için gereken diğer işlemleri iptal ederken hatalı olarak işletme ruhsatını da iptal etmekte ve işletme izni ile işletme ruhsatı kavramlarını birbirine karıştırmaktadır (Topaloğlu, 2014). Danıştay emsal bir olayda *mera tahsisi* için başvurusu henüz sonuçlanmadan maden işletme ruhsatını iptal eden idare mahkemesi kararını hukuka aykırı bularak bozmuştur (Danıştay 8. Daire, 09.12.1999 gün ve E.1999/3841, K.1999/8197).

Açıklanan tüm bu hususlar; *mera alanlarında* maden işletme faaliyetleri gerçekleştirilebilmesi için gereken *mera tahsis değişikliği* konusunda daha nesnel kararlar verilebilmesi ve verilecek kararlar nedeniyle maden yatırım kayıplarının yaşanmaması adına ETKB bünyesinde bir Komisyonun kurulmasını ve yetkili kılınmasını zorunlu kılmaktadır.

Bu konuda Yeşilyurt, ETKB değerlendirmelerinde, *mera alanı* incelemesinin de yapılarak, aynen Maden Kanununun 46. maddesindeki kamulaştırma işlemlerine benzer şekilde, ETKB'nin alacağı kamu yararı kararıyla *mera tahsis amacının* değiştirilebilmesinin mevcut en uygun yöntem olacağını önermektedir. Aksi halde, madencilik ruhsat alanları içerisinde bulunan “devletin hüküm ve tasarrufu altındaki yerler”in hızla “*mera*” ilan edilip madencilik faaliyetine kapalı bir duruma getirilmesinin önüne geçilemeyecektir (Yeşilyurt, 2012, s.83).

2.2 Cumhurbaşkanlığı Genelgelerinin Olabilecek Etkisi

Birkaç sene öncesine kadar, diğer izin süreçlerinde olduğu gibi, mera tahsis değişikliğinde de işlem dosyası İl Müdürlüğü'nden sonra 2012/15 sayılı Genelge uyarınca onay için Başbakanlığa gönderilmekte ve Başbakanlık görüşüne sunulmaktaydı. Bu aşamada “tahsis değişikliği”nin süreci uzamakta, sürecin tamamlanması en az 1 yılı bulmaktaydı (Kömürder, 2016, s.71). Söz konusu Başbakanlık Genelgesi 12.09.2018 tarihinde 2018/8 sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi ile yürürlükten kaldırıldı. Bu Yeni Genelgeye göre, Başbakanlık Genelgesi'nin ardından yeni dönemde izin süreçleri; “Bakanlıklar ile bağlı, ilgili ve ilişkili kamu kurum ve kuruluşlarında bakan yardımcısı, diğer kamu kurum ve kuruluşlarında üst yönetici başkanlığında teşkil ettirilen komisyonlar vasıtasıyla yürütülecek. Söz konusu komisyonlarca izin başvuru ve sonuçları her yıl Ocak, Nisan, Temmuz ve Ekim aylarında Cumhurbaşkanlığına bildirilecek”.

Ayrıca, madencilik sektörünü etkileyebilecek bir Cumhurbaşkanlığı Genelgesi (2018/13 sayılı) daha, 11.10.2018 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Buna göre, kamu kurumları mevzuat kapsamında çözmesi gereken bir konuyu sürüncemede bırakamayacaklar. Bu durum, madencilik sektörü için, üst üste görüş sorulmasını engelleyerek olumlu bir katkı sağlayabilir (Topaloğlu, 2018). Tüm şartların sağlandığı ve prosedürlerin tamamlandığı noktada maden üretimine hemen geçilebilmesi madencilik sektörü için çok önem arz etmektedir. Maden yatırımcısı aylarca bekletilmemelidir. Yukarıda belirtilen bu düzenleme uygulanabilirse, şüphesiz ki maden yatırımlarının üretime geçebilmesi için işletme izni sürecinin daha kısa sürede tamamlanması sağlanabilecektir.

3. SONUÇ ve ÖNERİLER

Mera alanlarında maden işletme faaliyetleri gerçekleştirilebilmesi için gerekli mera tahsis değişikliği ve mera alanının maden işletmesine teslimi için tüm izin süreci yaklaşık 9 ay sürmektedir. Mera tahsis değişikliklerinde her ne kadar Bakanlığa müracaat süresi bir ay ile sınırlandırılrsa da bu süreci uzatan diğer etkenler dikkate alınmalıdır. Özellikle ETKB dışında diğer kurumlara görüş sorulması bu süreci uzatmaktadır. Bu noktada 2018/13 sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesinin uygulamaya geçirilmesi madencilik sektörü için üst üste görüş sorulmasını engelleyerek olumlu bir katkı sağlayabilecektir.

Ayrıca *mera tahsis değişikliği* konusunda son olarak verilecek kararın Valilik tarafından verilmesi ETKB'nin yaptığı işlemlere ve aldığı kararlara karşı bürokratik bir engel oluşturmaktadır. Herşeyden önemlisi bir işletme ruhsat sahasının işletme izni aşamasına geçmesine kadar harcanan tüm yatırımların zaman zaman kaybedilmesine, böylece de ülke ekonomisinin zararına sebep olmaktadır.

Maden ruhsat sahibi, ruhsat alanında işletmeye başlama aşamasına kadar *mera alanı* hususunda haberdar değil iken, Maden Kanununa göre tüm yükümlülükleri yerine getirdikten sonra, *mera alanı* sorununun sonradan meydana çıkması, madencilik faaliyetini olumsuz yönde etkilememeli, bu noktada maden mevzuatının öngördüğü kazanılmış haklar gözetilmelidir.

Açıklanan tüm bu hususlar; *mera alanlarında* maden işletme faaliyetleri gerçekleştirilebilmesi için gereken *mera tahsis değişikliği* konusunda daha nesnel kararlar verilebilmesi ve verilecek kararlar nedeniyle maden yatırım kayıplarının yaşanmaması adına ETKB bünyesinde bir Komisyonun kurulmasını ve yetkili kılınmasını zorunlu kılmaktadır.

Bu konuda, ETKB değerlendirmelerinde, *mera alanı* incelemesinin de yapılarak, kamulaştırma işlemlerine benzer şekilde, ETKB'nin alacağı kamu yararı kararıyla *mera tahsis amacının* değiştirilebilmesi önerisinin en uygun yöntem olacağı dikkate alınmalı ve bu yöntem uygulamaya sokulmalıdır.

İzin sürecinde tüm şartların sağlandığı ve prosedürlerin tamamlandığı noktada maden üretimine hemen geçilebilmesi madencilik sektörü için çok önem arz etmektedir. Maden yatırımcısı aylarca bekletilmemelidir. Yukarıda belirtilen değişiklikler yapılabilirse ve uygulanabilirse, şüphesiz ki maden yatırımlarının üretime geçebilmesi için işletme izni sürecinin daha kısa sürede tamamlanması da sağlanabilecektir.

Kaynaklar

- Çanga, H. E.** (2005). 5177 Sayılı Açıklamalı Maden Kanunu ve Yönetmelikleri, YMGV, 1.baskı, 500 s.
- Kavcı, A.** (2014). Madencilikte Kadastro ve Mülkiyet Bilgi Sistemi. Madencilik Türkiye Dergisi, Sayı 37, s.62-64.
- Kömürder,** (2016). Madencilikte Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Kömür Üreticileri Derneği (Kömürder), Şahin Madencilik Müh. Müşav. Nak. ve Tic.Ltd.Şti., 75 s.
- TMD,** (2011), TMD Sektörden Haberler Bülteni, sayı 37, s.
- Topaloğlu, M.** (2014). Mera Alanlarında Madencilik Faaliyetleri. TMD Sektörden Haberler Bülteni Sayı 50, s.66-69.
- Topaloğlu, M.** (2018). Maden Hukuku ve Düzenlemeleri, 06.11.2018 tarihli Maden Dünyası Programı, Bloomberg TV, <http://www.ymgv.org.tr/haberler-2>

TÜMMER, 2017. Madencilik Faaliyetleri İzin Süreçleri (Sunum). TUMMER (Türkiye Mermer Doğaltaş ve Makinaları Üreticileri Birliği).

Yeşilyurt, C. (2011). Mera Tahsis İşlemleri I. Madencilik Türkiye Dergisi, Sayı 19, s.80-82.

Yeşilyurt, C. (2012). Mera Tahsis İşlemleri II. Madencilik Türkiye Dergisi, Sayı 20, s.80-83.

Yeşilyurt, C. (2013). Maden Yasasında Alınması Zorunlu İzinler. Madencilik Türkiye Dergisi, Sayı 28, s.96-98.





YUMURTALARDA SALMONELLA KONTAMİNASYONLARI

EGG SOURCE SALMONELLA CONTAMINATIONS

Yasin AKKEMİK

Öğr. Gör., Selçuk Üniversitesi, Karapınar Aydoğanlar MYO, Gıda İşleme Bölümü

Özet

Yumurtalar; kuşlar, sürüngenler, amfibiler ve balıklar olmak üzere birçok farklı türün dişileri tarafından yumurtlanır ve insanlar tarafından binlerce yıldır tüketilirler. Yumurta; yumurta kabuğu, albümen (yumurta akı) ve vitellus (yumurta sarısı) kısımlarından oluşur. Tavuk yumurtası en çok tüketilen yumurtalardandır. Ülkeden ülkeye yumurta tüketim seviyelerinde büyük farklılıklar vardır. Toplam küresel tüketim son kırk yılda üç katına çıkmıştır. Yumurtalar yüksek kaliteli proteinler, lipitler, değerli mineraller, karbonhidratlar ve vitaminlerce zengindir. Çok işlevli özellikleri nedeniyle gıda endüstrisinde de yaygın olarak kullanılırlar. Yumurtalar yaşamın temel öğelerini içermesine rağmen *Salmonella* gibi patojenik bakteriler tarafından kontamine olabilirler. Özellikle paratifoid *Salmonella* (PT) türleri halk sağlığı açısından oldukça önemlidir.

Tavuklarda PT *Salmonella* enfeksiyonları, bağırsak yolunun ve iç organların asemptomatik ve bazen inatçı kolonizasyonu ile karakterizedir. Ayrıca işlenmiş karkasın kontaminasyonuna da neden olurlar. Bu bakterilerin vertikal kontaminasyonu, yumurtaların içinin veya dışının kontamine olmasına neden olabilir. Yumurta kabukları genellikle yumurtlama sırasında dışkı vasıtasıyla PT *Salmonella* ile kontamine olabilir. *Salmonella*'nın kabuk ve kabuk membranları içine nüfuz etmesi, gelişmekte olan embriyoya enfeksiyonun doğrudan bulaşmasına yol açabilir veya kabuklu yapı yumurtadan çıkma sırasında bozulduğundan embriyonun bulaşıcı *Salmonella* organizmalarına maruz kalmasına yol açabilir. Bazı PT serotipleri, özellikle *Salmonella enteritidis*, yumurtlamadan önce yumurta içeriğine bırakılabilir. İngiltere, çoğu Avrupa ülkesi ve Kuzey Amerika'da yumurta ve yumurta ürünleri ile bağlantılı enfeksiyonlarla ilişkili başlıca *Salmonella* alt türü *S. enteritidis*'tir. Doğal olarak enfekte olmuş yumurta sürüleri üzerine yapılan çalışmalar çoğunlukla %3'ün altında bir yaygınlık göstermektedir. Kanatlı sürülerinde *S. Enteritidis* ve *S. Typhimurium* insidansını sınırlamak için kontrol önlemleri hayati önem taşımaktadır.

Farklı ülkelerde yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen bilgilerle bulaşma kaynakları analiz edilerek kontaminasyonu azaltma programları geliştirilmektedir. Bu amaçla Türkiye'de de uygulanan "Ulusal *Salmonella* Kontrol Programları"nın temel hedefi üretim aşamasında *Salmonella* sıklığının belirlenmesi ve üretim şekline göre azaltma programının uygulanmasıdır. Elde edilen veriler incelendiğinde yumurtacı tavuklarda en önemli bulaşma faktörünün çevresel kaynaklar olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca yem ve su kaynakları ile gübre yönetiminin çok önemli olduğu, uygun yöntemlerle işlenmesi ve uzaklaştırılması gerektiği bildirilmiştir. *Salmonella*'nın azaltılması için önerilen uygulamalar şöyle özetlenebilir;

1. Kümes girişinin ve çevresinin dezenfeksiyona uygun hale getirilmesi,
2. Kümes girişi ve gübre çıkışının ayrılması veya ayrı kapılardan yapılması,
3. Epidemiyolojik birim içinde serbest halde kedi, köpek gibi evcil hayvan barındırılmaması,

Salmonella'nın pozitif olması halinde dezenfeksiyon işleminden sonra kümeden alınan materyallerin *S. enteritidis* ve *S. Typhimurium* yönünden negatif olması sağlandıktan sonra yeni sürü girişi yapılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: *Salmonella*, Yumurta, Kontrol önlemleri, Halk sağlığı

ABSTRACT

Eggs; they are produced by female creature of a wide scope of creature gatherings, including flying animals, reptiles, animals of land and water and fish, and have been eaten up by individuals for

countless years. Eggs incorporate eggshell, egg whites (egg white) and vitellus (egg yolk). Chicken eggs are one of the most devoured eggs. There are huge contrasts in egg utilization levels from nation to nation. Complete worldwide utilization has significantly increased over the most recent four decades. Eggs are wealthy in astounding proteins, lipids, valuable minerals, starches and nutrients. They are generally utilized in the nourishment business due to their multifunctional properties. In spite of the fact that eggs contain basic components of life, they can be polluted by pathogenic microscopic organisms, for example, *Salmonella*. Particularly parathyroid *Salmonella* (PT) species are significant for public health.

PT *Salmonella* contaminations in chickens are portrayed by asymptomatic and once in a while difficult colonization of the intestinal tract and inner organs. They likewise cause defilement of the completed carcas. Vertical defilement of these microscopic organisms may pollute within or outside of the eggs. Egg shells can regularly be tainted with PT *Salmonella* through excrement during laying. Infiltration of *Salmonella* into the shell and shell layers may prompt direct disease of the creating incipient organism, or the fetus might be presented to irresistible *Salmonella* living beings as the shell construction is upset during bring forth. Some PT serotypes, especially *Salmonella enteritidis*, might be kept into the egg content before laying. *S. enteritidis* is the significant *Salmonella* subtype related with contaminations related with eggs and egg items in the UK, most European nations and North America. Concentrates on herds of normally contaminated eggs regularly demonstrate a pervasiveness of under 3%. Control measures are significant to restrain the frequency of *S. Enteritidis* and *S. Typhimurium* in poultry rushes.

Contamination reduction programs are developed by analyzing the sources of contamination with the information obtained as a result of the studies conducted in different countries. To this end, Turkey also applied the "National *Salmonella* Control Programs" The main goal is the implementation of the manufacture duration and to determine the frequency of *Salmonella* reduction program according to the mode of production. When the data obtained is examined, it is stated that the most important transmission factor in laying hens is environmental sources. In addition, feed and water resources and fertilizer management is very important, it is reported that the appropriate methods should be treated and removed. Recommended practices for reducing salmonella can be summarized as follows;

1. Making the entrance of the hen coops and its environment suitable for disinfection,
2. Separation of poultry inlet and fertilizer outlet or through separate doors,
3. In the epidemiological unit, pets such as cats and dogs should not be accommodated freely.

If *Salmonella* is positive, new flock entry should be made after the disinfection process is made negative for *S. enteritidis* and *S. Typhimurium*.

Keywords: *Salmonella*, Eggs, Control measures, Public health

INTRODUCTION

Egg is an organic structure that must be for multiplication and continuation of the age. It contains the nutrients needed by the developing embryo and meets the nutritional needs of the hatchlings for several days. Eggs also have a very important place in human nutrition. The eggs offered for consumption are mostly obtained from duck, quail, chicken, and fish. But the most preferred egg by humans is chicken eggs (Abanikannda & Leigh, 2007).

The egg generally has a weight between 34-92.1 g. (Soria et al., 2013). 9.5% of the egg is composed of shell (including the membrane), 63% is albumen (egg white) and 27.5% is egg yolk (Kovacs-Nolan, Phillips, & Mine, 2005). Egg yolk is located in the middle of the albumen. On the opposite sides of the egg yolk there are two twisted, whitish cord-like formations known as chalaz. The task of shalazes is to support the yolk in the middle of the album. The yolk of the oversized egg is almost 2.7 g. protein, 210 mg. cholesterol, 0.61 g. carbohydrate and 4.51 g. contains total fat. All fat-dissolvable nutrients (A, D, E and K) are found in egg yolk.. With this feature, the egg naturally has the property of being a special food containing vitamin D (Procura & Bueno, 2016).

Egg whites are located around the yolk. The primary organic undertaking of egg whites is to secure the yolk and give extra nourishment to incipient organism improvement if the egg is prepared. Egg whites consist of 10% and 90% water. Unlike egg yolk, egg white contains almost no fat and its carbohydrate substance is under 1% (Hosen, Paul, & Saha, 2013). It is alkaline and contains about 40 different proteins. On the other hand, the egg membrane is a transparent film covering the egg shell. This membrane is made out of fibroid proteins, for example, collagen type I. Provides protection against bacterial contamination (Procura & Bueno, 2016).

The egg shell is the furthest piece of the egg and is rigid.. There are approximately 17,000 small pores in an egg shell. Chicken eggshell comprises of 95-97% calcium carbonate gems balanced out by a protein network (Yves Nys, Gautron, Garcia-Ruiz, & Hincke, 2004). The egg shell secures the egg content against mechanical effects, drying out and microorganism sullyng. Simultaneously, the eggshell is penetrable to gas and water essential for the improvement of the incipient organism. (Maxwell T. Hincke, Yves Nys, Joel Gautron, Karlheinz Mann, Alejandro B. Rodriguez-Navarro, 2012; Y. Nys, Hincke, Arias, Garcia-Ruiz, & Solomon, 1999).

Increased egg production and consumption in the developing world can significantly improve food and nutrition safety, especially for growing brains. Egg consumption amounts vary from country to country. This difference is related to the wealth levels of countries. Annual egg consumption is 300 g per capita in African countries such as Burundi, Rwanda, Chad and Niger. In Japan, the amount of egg consumption is approximately 19.1 kg. Only 9 out of 43 countries in sub-Saharan Africa have an average egg consumption of more than 2 kg. In Asia and America, consumption is at least twice that amount (Procura & Bueno, 2016).

Eggs might be defiled with various microbes, for example, *Salmonella spp.*. Contaminations of poultry with *salmonella* can be gathered into three classifications. One of these is infection with two nonmotile biovars, *S. Gallinarum* biovar pullorum and *S. Gallinarum* biovar gallinarum, which are generally host-specific for non-avian species. Another is infection with a large number of mobile and non-host adapted *Salmonella* serotypes / serovars, collectively referred to as paratfoid *salmonella*. This diverse group of serotypes, which are found almost everywhere in wild and domestic animals, is mainly concerned as a cause of foodborne diseases in humans. In spite of the fact that parathyroid contaminations of poultry are exceptionally normal, they once in a while cause intense foundational sickness, with the exception of profoundly helpless youthful winged animals presented to unpleasant conditions. All the more regularly, parathyroid *Salmonella* diseases of chickens and turkeys are portrayed by asymptomatic and in some cases changeless colonization of the colon and interior organs, conceivably prompting sullyng of the completed corpse. Some serotypes, especially *S. Enteritidis* (SE), can be saved in the substance of perfect and flawless eggs laid by fundamentally tainted chickens. Another disease is delivered by *S. enterica* subgroups arizonae, a portable serotype recently called Arizona hinshawii. In spite of the fact that this life form is biochemically unique, it causes an intense septicemic illness that is clinically indistinct from other *Salmonella* contaminations (Procura & Bueno, 2016).

EGG AS THE SOURCE OF SALMONELLA INFECTION IN HUMAN

Foodborne diseases constitute an important public health wall worldwide. The transmission of pathogens to humans by food has increased significantly in recent years (Greger, 2007). *Salmonella spp* is one of the most common foodborne pathogens in European countries (Procura & Bueno, 2016). SE and *Salmonella typhimurium* (ST) are the most common serovars. However, in other serovars it causes disease in humans and is important for public health (Procura & Bueno, 2016; Vieira, Pires, Wegener, Karlsrose, & Wong, 2008). The most important source of contamination is feces. It tends to be transmitted to people by direct contact with tainted people or by implication through utilization of polluted sustenance or water. Contamination with contaminated foods is the most common form. The most dangerous nourishments regarding general wellbeing are crude meat, crude or half-cooked poultry meat and their items, including eggs and crude eggs. *Salmonella spp* can also be transmitted by fruits and vegetables. In a risk assessment conducted by FAO and WHO, the incidence of salmonellosis transmitted via egg and poultry meat in humans was linearly related to the prevalence of *Salmonella* in poultry. When this reduces the prevalence of *Salmonella* in

poultry by 50%, the incidence of salmonellosis in humans is estimated to decrease by 50% assuming that all other conditions remain constant (Procura & Bueno, 2016).

Salmonella was associated with approximately 84% of foodborne human diseases in Scotland between 1980-1989 and about 81% of foodborne disease outbreaks in Italy between 1991-1994. The incidence of human *Salmonella* infections (including SE and ST in particular) increased in many countries between 1985 and 1995. Cases of culture-approved human salmonellosis reported to the Centers for Disease Control and Prevention (CDC) in the US increased from 26.326 in 1972 to 39.033 in 1996. According to the CDC, *salmonellae* are responsible for an estimated 1.34 million diseases, 16,430 hospitalizations and 582 deaths each year. In *salmonella* outbreaks, widespread marketing of contaminated foods can affect a large number of consumers. For instance, the SE flare-up related with ice cream in the United States influenced 224,000 individuals in 1994. More than one-third of foodborne salmonellosis outbreaks in humans in the United States between 1983 and 1997 were associated with poultry meat or eggs. Between 1985 and 1996, 79% of SE outbreaks in the United States were associated with eggs (Procura & Bueno, 2016).

Eggs are estimated to be the most important source of *Salmonella spp.* In addition, pork, poultry, beef and poultry and dairy products also play an important role in the spread. *Salmonella* outbreaks caused by egg consumption increased from 56.1% to 61.6% from 2007 to 2008. However, this ratio decreased to 34.5% in 2009. In 2009, this rate was reported to be 10.9% in poultry meat (Pires, de Knecht, & Hald, 2011).

In the United Kingdom, most European countries and North America, the significant *Salmonella* serovar SE is related with contaminations identified with eggs and egg items. The second is ST. Because of effective control measures for poultry and egg creation, SE outbreaks have declined significantly in recent years. In 2012, SE caused 179 outbreaks and 2,177 human cases (37.6% of all cases of *Salmonella* outbreaks). The majority of these SE outbreaks have been associated with eggs and egg items. In the same year, *Salmonella spp.* was detected in 168 of the 763 outbreaks associated with egg and egg products reported at the EU level. Most of these outbreaks were related with SE (66.7%) as in earlier years (Procura & Bueno, 2016).

The Food and Public Health Branch of the Food and Environmental Hygiene Department of the Government of Hong Kong (2004) reported that 252 *Salmonella* food poisoning outbreaks (affecting 1628 people) occurred between 1998 and 2002. Eggs and egg products (including sweets) were identified in 90 (36%) of 252 cases, including 415 subjects. Further analysis revealed that 55 out of 90 (61%) of these cases were caused by sweet consumption. Among 55 cases, tiramisu and pudding were responsible for 21 and 25 outbreaks, respectively. Tiramisu and pudding are non-heat treated pastries that can contain crude egg fixings. The most important contributing factors in these cases are raw food consumption (eggs) and poor personal hygiene of food production workers (Procura & Bueno, 2016).

In general, *Salmonella* can be transmitted to the egg in two ways. Eggs can be transmitted from contaminated feces (horizontal transmission) during or after ovulation. The second possible route may be directly contaminated by egg yolk, albumin, eggshell membranes or eggshells before laying. It isn't yet known which pathway is most significant for SE to pollute egg content (Gantois et al., 2009).

STRATEGIES TO REDUCE SALMONELLA CONTAMINATION IN EGGS

In Sweden, *Salmonella* control arrangement in poultry depends on the rule of homestead to fork control. For instance, if *Salmonella* is found in feed or poultry, nourishes and/or contaminated poultry are expelled from the food chain (Wierup, Engström, Engvall, & Wahlström, 1995).

Significant investments have been made by the public and private sectors around the world to prevent the spread of *Salmonella* through eggs. According to a risk assessment study in the United States, it proposed several steps across the food chain from farm to fork (Hope et al., 2002). Three strategic methods have been adopted to prevent egg contamination by SE. These; the implementation of egg quality assurance programs in farms, protecting the eggs in the cold chain from the farm until they reach the consumer, and educating consumers and food workers about the risks associated with the collection, use and consumption of raw or undercooked eggs. Post-

production cold storage and pasteurization of eggs are highly effective in terms of risk reduction. In most egg quality confirmation programs, the rehased disengagement of SE from a homestead situation brings about the expansion of eggs from that ranch to egg handling plants so that all egg items are warmth treated to diminish bacterial pollution (Braden, 2006).

Instructing nourishment laborers and purchasers on the gathering, preparing and cooking of eggs has additionally helped control the SE disease. Specialists can assume a job in the control of SE by educating patients about the dangers related with utilization of crude or half-cooked eggs, counteracting pollution of different nourishments with crude eggs, and the significance of hand washing in the wake of utilizing eggs. Supervisors of emergency clinics and long haul care offices giving consideration to immunocompromised patients ought to guarantee that sanitized egg items are given to patients. What's more, doctors thinking about patients with conceivable *Salmonella* disease ought to pursue conventions for the introduction of indicative examples, including feces tests (Braden, 2006; Procura & Bueno, 2016).

However, much of the effort and expenditure is focused on controlling SE infections in poultry. In the early years, when SE was recognized as a noteworthy general medical issue, a large portion of the control plans concentrated on back-observing testing and annihilation endeavors. In recent years, the diversity of microbial quality assurance programs for commercial poultry flocks has been proposed and implemented by government agencies and the food industry (Hogue et al., 1997). These programs are more proactive and therefore much more effective. Many of these programs include a set of risk mitigation practices for egg producers and are combined with a test component developed to detect contaminated flocks (sometimes including legal intervention). In the test section, generally, environmental samples are collected and tested for flock infection screening. Egg tests are likewise tried to decide whether there is a danger to general wellbeing. Eggs got from herds with positive outcomes ought to by and large be coordinated for sanitization (Hogue et al., 1997).

Risk mitigation practices common to most quality assurance programs are similar to the National Poultry Development Plan in the United States (Procura & Bueno, 2016). In this plan, breeding flocks are established by using chicks of certified flocks that are not infected as a result of test protocols. It is also part of the plan to take care of cleaning and disinfection processes between the control of rodents and other pests, increasing biosecurity measures for poultry houses, collecting eggs in the house and putting them in the refrigerator. This methodology has been related with noteworthy decreases in the occurrence of SE contaminations in both ovarian groups and people in a few states in the United States (Mumma, Griffin, Meltzer, Braden, & Tauxe, 2004; White, Schlosser, Benson, Maddox, & Hogue, 1997).

Vaccine is another significant apparatus in battling SE and ST disease in poultry. Vaccines are focused for the most ordinarily detailed serovars of human diseases. Be that as it may, immunization isn't a control choice for some different serovars right now accessible on poultry ranches. Contamination of poultry by serovars other than *S. gallinarum* as a rule does not trigger clinical indications other than youthful winged creatures (Procura & Bueno, 2016).

It has been reported that fecal excretion, organ infestation and egg contamination are reduced (but not completely prevented) as a result of vaccination of poultry with dead or live vaccines within the scope of combating SE (Procura & Bueno, 2016; Zhang-Barber, Turner, & Barrow, 1999). Vaccination, however, does not constitute a complete barrier to SE infection. Because the immunity generated by vaccines is sometimes overcome with high doses of SE. Poor vaccine performance has been associated with severe rodent infestation or sanitation problems in poultry houses (Davies & Breslin, 2003). However, vaccination produced significant reductions in egg contamination in commercial herds, even if it did not completely prevent SE infection (Davies & Breslin, 2004). In the UK, the reduction of SE infections in humans has been associated with widespread vaccination of chickens (Cogan & Humphrey, 2003). Vaccination can be the most valuable method in addition to other risk reduction practices, especially when applied to flocks exposed to contamination from environmental sources (Procura & Bueno, 2016).

Another strategy to control *Salmonella* infection in chickens is to prevent intestinal colonization by the use of prebiotics, probiotics, synbiotics and other feed additives (De Buck, Van Immerseel,

Haesebrouck, & Ducatelle, 2004). In addition, administration of *Salmonella*-specific bacteriophage or antibodies may have a beneficial effect on *Salmonella* control (Borie et al., 2011; Gurtler, Methner, Kobilke, & Fehlhaber, 2004).

In Turkey for that purpose by the Ministry of Food Agriculture and Livestock " The National *Salmonella* Control Program " it was published and put into practice (Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, 2018). This program; The area and the environment at the entrance of the hen coops are suitable for disinfection, separation of the entrance of the hen coops and the manure exit or through separate gates, not allowing pets such as cats and dogs to be kept free in the epidemiological unit, and control of human and equipment movements when *salmonella* is positive. In addition, it should be ensured that the materials taken from the hen coops after the disinfection process are negative in terms of *Salmonella enteritidis* and *Salmonella typhimurium*. When poultry are negative for *Salmonella enteritidis* and *Salmonella typhimurium*, new herd entry is allowed (Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, 2018).

CONCLUSION

Eggs are very nutritious food. It is rich in high quality proteins, vitamins, minerals, good fats and various trace elements. However, there is a risk of infection by consuming eggs contaminated with *Salmonella*. Eggs are considered potentially contaminated with *Salmonella*. Therefore, risks must be minimized by handling, storing, processing and cooking before being consumed. Contaminated eggs are a source of contamination for other foods to which they are in direct contact, especially in directly consumable foods (not thermally processed). On the other hand, the egg has a great arms stockpile of antimicrobial defensive instruments, including both vague physical obstructions and exceptional compelling microbicidal particles.

SE can easily migrate to the egg and evolve within it, without creating noticeable symptoms. Thus, it can be consumed unnoticed and can cause foodborne diseases in humans. Tainting of the eggs happens by entering the shell, yet in addition by passing the chicken from the intestinal tract to the regenerative framework, and from that point joining the vitelline film, egg whites or shell layers shaping eggs. It has been accounted for that a wide range of *Salmonella* serotypes can go from the digestive tract to the circulation system. Be that as it may, this serovar is equipped for withstanding the assaults of antimicrobial atoms during egg arrangement in the egg cell of the chicken. In spite of the fact that the inoculation program against SE and ST is an important proportion of counteractive action to decrease poultry contamination and human sickness, improvement and execution of identification and natural controls will likewise be compelling in diminishing egg pollution and therefore in securing public health.

REFERENCES

- Abanikannda, O. T. F., & Leigh, A. O. (2007). Allometric relationships between composition and size of chicken table eggs. *International Journal of Poultry Science*, 6(3), 211–217. <https://doi.org/10.3923/ijps.2007.211.217>
- Borie, C., Hauva, C., Quiroga, J., Bravo, V., Sánchez, M., Morales, M., ... Robeson, J. (2011). Uso de bacteriófagos en gallinas de postura infectadas con *Salmonella enterica* serotipo Enteritidis: prevención de la colonización intestinal y reproductiva. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 43(1), 85–89. <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2011000100012>
- Braden, C. R. (2006). *Salmonella enterica* Serotype Enteritidis and Eggs: A National Epidemic in the United States. *Clinical Infectious Diseases*, 43(4), 512–517. <https://doi.org/10.1086/505973>
- Cogan, T. A., & Humphrey, T. J. (2003). The rise and fall of *Salmonella* Enteritidis in the UK. *Journal of Applied Microbiology*, 94(s1), 114–119. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.94.s1.13.x>
- Davies, R., & Breslin, M. (2003). Effects of vaccination and other preventive methods for *Salmonella enteritidis* on commercial laying chicken farms. *The Veterinary Record*, 153(22), 673–677. <https://doi.org/10.1136/VR.153.22.673>
- Davies, Robert, & Breslin, M. (2004). Observations on *Salmonella* contamination of eggs from infected commercial laying flocks where vaccination for *Salmonella enterica* serovar Enteritidis had been used. *Avian Pathology*, 33(2), 133–144. <https://doi.org/10.1080/03079450310001652040>
- De Buck, J., Van Immerseel, F., Haesebrouck, F., & Ducatelle, R. (2004). Colonization of the chicken

- reproductive tract and egg contamination by Salmonella. *Journal of Applied Microbiology*, 97(2), 233–245. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2004.02294.x>
- Gantois, I., Ducatelle, R., Pasmans, F., Haesebrouck, F., Gast, R., Humphrey, T. J., & Van Immerseel, F. (2009). Mechanisms of egg contamination by *Salmonella* Enteritidis. *FEMS Microbiology Reviews*, 33(4), 718–738. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2008.00161.x>
- Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü. (2018). *Ulusal Salmonella Kontrol Programı*. Retrieved from https://tuyekad.org.tr/wp-content/uploads/2018/09/ULUSAL_SALMONELLA_KONTROL_PROGRAMI_.pdf
- Greger, M. (2007). The Human/Animal Interface: Emergence and Resurgence of Zoonotic Infectious Diseases. *Critical Reviews in Microbiology*, 33(4), 243–299. <https://doi.org/10.1080/10408410701647594>
- Gurtler, M., Methner, U., Kobilke, H., & Fehlhaber, K. (2004). Effect of Orally Administered Egg Yolk Antibodies on Salmonella enteritidis Contamination of Hen's Eggs. *Journal of Veterinary Medicine Series B*, 51(3), 129–134. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0450.2004.00739.x>
- Hogue, A., White, P., Guard-Petter, J., Schlosser, W., Gast, R., Ebel, E., ... Swerdlow, D. (1997). Epidemiology and control of egg-associated Salmonella enteritidis in the United States of America. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, 16(2), 542–553. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9501367>
- Hope, B. K., Baker, A. R., Edel, E. D., Hogue, A. T., Schlosser, W. D., Whiting, R., ... Morales, R. A. (2002). An Overview of the Salmonella Enteritidis Risk Assessment for Shell Eggs and Egg Products. *Risk Analysis*, 22(2), 203–218. <https://doi.org/10.1111/0272-4332.00023>
- Hosen, S. M. Z., Paul, S., & Saha, D. (2013). Artificial and Fake Eggs: Dance of Death. *Advances in Pharmacology and Pharmacy*, 1(1), 13–17. <https://doi.org/10.13189/APP.2013.010103>
- Kovacs-Nolan, J., Phillips, M., & Mine, Y. (2005). Advances in the Value of Eggs and Egg Components for Human Health. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(22), 8421–8431. <https://doi.org/10.1021/jf050964f>
- Maxwell T. Hincke, Yves Nys, Joel Gautron, Karlheinz Mann, Alejandro B. Rodriguez-Navarro, M. D. M. (2012). The eggshell: structure, composition and mineralization. *Front. Biosci. Special Edition on Biomineralization*, 17, 1266–1280. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Alejandro_Rodriguez-Navarro/publication/51895246_The_eggshell_structure_composition_and_mineralization/links/0f31753c39ccb36df2000000/The-eggshell-structure-composition-and-mineralization.pdf
- Mumma, G. A., Griffin, P. M., Meltzer, M. I., Braden, C. R., & Tauxe, R. V. (2004). Egg quality assurance programs and egg-associated Salmonella enteritidis infections, United States. *Emerging Infectious Diseases*, 10(10), 1782–1789. <https://doi.org/10.3201/eid1010.040189>
- Nys, Y., Hincke, M. T., Arias, J. L., Garcia-Ruiz, J. M., & Solomon, S. E. (1999). Avian eggshell mineralization. *Poult. Avian Biol. Rev.*, 10, 143–166. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Yves_Nys2/publication/279562431_Avian_Eggshell_Mineralization/links/5630e38208ae0530378cf614.pdf
- Nys, Yves, Gautron, J., Garcia-Ruiz, J. M., & Hincke, M. T. (2004). Avian eggshell mineralization: biochemical and functional characterization of matrix proteins. *Comptes Rendus Palevol*, 3(6–7), 549–562. <https://doi.org/10.1016/J.CRPV.2004.08.002>
- Pires, S. M., de Knecht, L., & Hald, T. (2011). Estimation of the relative contribution of different food and animal sources to human Salmonella infections in the European Union. *EFSA Supporting Publications*, 8(8). <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2011.EN-184>
- Procura, F., & Bueno, D. J. (2016). Salmonella's Contamination in Egg. In E. Perkins (Ed.), *Food Microbiology: Fundamentals, Challenges and Health Implications* (1st ed., pp. 87–115). New York: Nova Science Publishers, Inc.
- Vieira, A. ; Pires, S. M. ; Wegener, H. C. ; Karlsmose, S. ; & Wong, D. M. A. L. F. (2008). WHO Global Salm-Surv: Worldwide Salmonella distribution, 1995-2006. *Abstract Book of the International Conference of Emerging Infectious Diseases (Iceid) 2008*. Retrieved from <http://www.forskningssdatabasen.dk/en/catalog/2389442539>

- White, P. L., Schlosser, W., Benson, C. E., Maddox, C., & Hogue, A. (1997). Environmental Survey by Manure Drag Sampling for *Salmonella enteritidis* in Chicken Layer Houses. *Journal of Food Protection*, 60(10), 1189–1193. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-60.10.1189>
- Wierup, M., Engström, B., Engvall, A., & Wahlström, H. (1995). Control of *Salmonella enteritidis* in Sweden. *International Journal of Food Microbiology*, 25(3), 219–226. [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(94\)00090-S](https://doi.org/10.1016/0168-1605(94)00090-S)
- Zhang-Barber, Z., Turner, A. K., & Barrow, P. A. (1999). Vaccination for control of *Salmonella* in poultry. *Vaccine*, 17(20–21), 2538–2545. [https://doi.org/10.1016/S0264-410X\(99\)00060-2](https://doi.org/10.1016/S0264-410X(99)00060-2)



ET ÜRETİMİNDE KULLANIMI YASAK OLAN BÜYÜME AJANLARI: CLENBUTEROL VE RACTOPAMINE

ILLEGAL GROWTH AGENTS IN MEAT PRODUCTION: CLENBUTEROL AND RACTOPAMINE

Yasin AKKEMİK

Öğr.Gör., Selçuk Üniversitesi, Karapınar Aydoğanlar MYO, Gıda İşleme Bölümü

Ahmet GÜNER

Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi A.B.D.

Özet

Kasaplık hayvanlarda hastalıkları önlemek, tedavi etmek ve bazı fizyolojik fonksiyonları düzenlemek (örn., sakinleştirme, anestezi) amacıyla çok çeşitli veteriner ilaçları kullanılabilir. Bunlar içerisinde, bakteriyel enfeksiyonları tedavi etmek için antibiyotikler, paraziter enfeksiyonları kontrol etmek için antiparaziter ilaçlar ve kas gelişimini artırmayı teşvik edici ajanlar olarak β -agonistler en sık kullanılanlardır. Günümüzde birçok tüketici, gıdalarda, halk sağlığını önemli ölçüde tehlikeye atan yüksek konsantrasyonlarda ilaç ve / veya hormon kalıntıları olduğunu düşünmektedir. Özellikle de kanatlı hayvan etlerinin, antibakteriyel ilaçlar, antiparaziter ilaçlar ve hormonlarca bulaşık olduğu yönünde bir algı vardır. Bu algı sosyal medyada da karşılık bulmaktadır. Her ne kadar bazı antibiyotiklerin kasaplık hayvanların yetiştiriciliğinde kullanımı yasal olsa da, hormonların ve β -agonistlerin kullanımları yasaktır. Kasaplık hayvanlarda hormon kullanımı tüm dünyadaki hükümetler tarafından yakından takip edilmektedir. Günümüzde yem ve diğer girdi maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle bazı üreticiler, kas gelişimini arttırıp hızlı büyümeyi sağlamak için hileye başvurarak, kullanımı yasak olan hormonlar ve β -agonistler kullanma yoluna gitmektedir. Halk sağlığını tehlikeye sokan hormon ve β -agonistler'in hızlı büyüme ajanı olarak kullanımı birçok ülkede yasaklanmıştır. Ülkemizde de Türk Gıda Kodeksi "Canlı Hayvanlar ve Hayvansal Ürünlerde Belirli Maddeler ile Bunların Kalıntılarının İzlenmesi İçin Alınacak Önlemlere Dair Yönetmelik" gereği β -agonistler'in kullanımı yasaklanmıştır. β -agonistler içerisinde yer alan Clenbuterol ve Ractopamine kas gelişimini teşvik etmek amacıyla halk sağlığını dikkate almayan bazı et üreticileri tarafından kaçak yollarla kullanılabilir. Bu iki kas geliştirici ajan halk sağlığını önemli ölçüde tehlikeye atmaktadır. Bu derlemede Clenbuterol ve Ractopamine hakkında bilgi verilerek, kasaplık hayvanlarda kullanılmasıyla halk sağlığı üzerindeki etkileri anlatılacaktır.

Anahtar Kelimeler: β -agonistler, Clenbuterol, Ractopamine, Halk sağlığı

Abstract

A wide variety of veterinary medicines can be used to prevent, treat and regulate certain physiological functions (eg, sedation, anesthesia) in butchery animals. Of these, antibiotics to treat bacterial infections, antiparasitic drugs to control parasitic infections, and β -agonists as agents to promote muscle growth are among the most commonly used. Nowadays, many consumers think that there are high concentrations of drugs and / or hormone residues in foods that significantly endanger public health. In particular, there is a perception that poultry meat is contaminated with antibacterial drugs, antiparasitic drugs and hormones. This perception is also found in social media. Although some antibiotics are legal for use in butchery farming, the use of hormones and β -agonists is prohibited. Hormone use in butchery animals is closely monitored by governments around the world. Nowadays, due to the high costs of feed and other inputs, some manufacturers resort to fraud to increase muscle growth and achieve rapid growth, and use hormones and β -agonists that are prohibited. Rapid growth agents such as hormones and β -agonists that endanger public health are banned in many countries. In our country, the use of β -agonists is prohibited in accordance with the

Turkish Food Codex Regulation on the Measures to be Taken for Monitoring of Certain Substances and Their Residues in Live Animals and Animal Products. Among the β -agonists, Clenbuterol and Ractopamine can be used illegally by some meat producers who do not consider public health to promote muscle development. These two muscle-enhancing agents significantly compromise public health. The aim of this review is to give information about these two agents and their effects on public health.

Keywords: β -agonists, Clenbuterol, Ractopamine, Public Health

INTRODUCTION

β -agonists are synthetic compounds with some similarities in their chemical structure. It is used in humans and animals (only horses in Turkey) for respiratory diseases and to prevent preterm birth (tocolytic) in animals. In addition, these compounds can be used as muscle enhancers in many animal species for meat production. Due to differences in structure, β -agonists are divided into five different subgroups. The most commonly used agents are phenylethanolamine derivatives, clenbuterol, ractopamine and zilpaterol. These agents promote muscle development by prompting redistribution of fat to muscle tissue in butchery creatures. The most significant effect after oral organization in dairy cattle, pigs and sheep is the expansion in muscle (hindrance of proteolysis). They likewise increment blood stream to specific districts of the body to carry more substrate and energy sources for protein synthesis in order to achieve muscle development. Another important feature of β -agonists is that it reduces the amount of fat in the carcass by more than 40% (lipolysis) (Courtheyn et al., 2002; Meyer, 2001). This effect varies according to species. While this rate is low in poultry, it is medium in pigs and elevated in cattle and sheep (Buhr & Hayenga, 1994; Rehfeldt, Schadereit, Weikard, & Reichel, 1997). On the other hand, these agents may form residues in the muscle tissues of butchered animals cured with β -agonists. Furthermore, these agents cannot be inactivated by processing or cooking strategies. Thus, toxic / negative effects may occur in consumers (Rose, Shearer, & Farrington, 1995). A few researchers and enactment in certain nations have differences about the utilization of β -agonists for meat production. A few contentions propose that the utilization of β -agonists will improve the healthful and tangible properties of meat, while others restrict it in light of the conceivable negative outcomes of utilizing these substances (Moreno & Lanusse, 2017). However, β -adrenergic agonists, when used in illegal amounts, have been reported to cause food poisoning that causes tachycardia, numbness in nerves, muscles tremor and confusions consumers eating this meat (Lin, Hong, & Chen, 2013; Shelper & Smith, 2000).

CLENBUTEROL

Clenbuterol is viewed as a strong bronchodilator, anabolic and lipolytic operator (Peters, 1989; Scott, Berney, Derksen, & Robinson, 1991). It is also known as partitioning agent because it increases the amount of protein and reduces the amount of fat. Clenbuterol has been banned in the United States (USA) since 1991 and in the European Union (EU) since 1996 to increase muscle development in butchery animal breeding. In Turkey, the utilization of β -agonists and therefore clenbuterol is prohibited in accordance with the Turkish Food Codex Regulation on the Measures to be Taken to Monitor Certain Substances and Their Residues in Live Animals and Animal Products (Resmi Gazete, 2011). However, some countries have allowed use for animals other than butchery animals, while others have affirmed for medicinal use in butchery animals. Clenbuterol is administered orally or parenterally (0.8 μ g / kg twice daily for up to 10 days) as a bronchodilator in horses. It is additionally utilized as tocolytic in horses and cattles. (EMEA, 2000). However, it is known to be used illegally in butchery animals as it causes significant increases in carcass yield. Clenbuterol has been reported to cause an increase in blood pressure (Peters, 1989) and an increase in heart disease, metabolic disorders and laminitis rates when administered to cattle at low doses to increase muscle development (Moreno & Lanusse, 2017). The main problem with the illegal utilization of clenbuterol is the public health risks that result from leaving residues in meat and ingesting them by consumers (Kuiper, Noordam, van Dooren-Flipsen, Schilt, & Roos, 1998). This issue does not make a difference to ractopamine or zilpaterol because of low bronchodilator or

cardiovascular potential. Since the cardiovascular action of clenbuterol is around 2000 times higher than that of zilpaterol (Sumano, Ocampo, & Gutiérrez, 2002).

The optimum growth promoting dose of clenbuterol in cattle is 0.8 mg / kg (Moreno & Lanusse, 2017; Peters, 1989; Sauer et al., 1999). However, because it increases carcass yield, it has been reported in manufacturers applying 5 or 10 times the dose (Peters, 1989). In one study, the treatment dose of clenbuterol (10 mg / kg body weight every 10 hours in 21 days) was administered orally 10 times in Holstein calves. Residue amounts were examined at 6 hours and 1, 2, 4, 8 and 16 days. Clenbuterol fixations were higher in liver, kidney, bile and urine two days after administration. In addition, the concentration in the retina is always 10 times higher than that of the liver after treatment (Sauer & Anderson, 1994). Studies and various instances of inebriation in people demonstrate that the utilization of abnormal amounts of β -adrenergic agonists as advertisers of muscle advancement in steers represents a potential hazard to human and animal wellbeing. Long-term cure of animals with Clenbuterol has raised corruption in metabolic activity (Zimmerli & Blum, 1990). Illegal use of Clenbuterol has led to a large number of acute food poisoning in humans as a result of consuming the meats or livers of butchery animals (Moreno & Lanusse, 2017).

RACTOPAMINE

Ractopamine is known to be a β -agonist that increases the rate of feed utilization in butchery animals and consequently increases weight, while increasing the rate of lean meat in carcasses (Wang, Li, Zhang, & Shen, 2006; Wang, Liu, Fang, Zhang, & He, 2009). Ractopamine is used in the treatment of respiratory diseases, especially asthma in humans. The use of ractopamine in animal nutrition is prohibited by many countries due to side effects of the central nervous system and cardiovascular system (Liu, Zhou, Wang, Cheng, & Wu, 2012).

After administration of ractopamine to animals, it is absorbed through the blood into the muscle membranes, where it binds to specific β -receptors in the cell membranes. Thus, a sequence of events is triggered that starts with an increase in protein synthesis and then causes an increase in muscle size. The biochemical basis of the ractopamine effects is based on increasing nitrogen retention and protein synthesis, increasing lipolysis and suppressing lipogenesis (Apple et al., 2007; Mitchell, 2009; Moreno & Lanusse, 2017; Pleadin, Perši, Vulić, Milić, & Vahčić, 2012). Ractopamine accepted to cause an increase in feed utilization, weight gain and the formation of lean carcasses was to be used to determine these effects in pigs (Apple et al., 2007). As a result, pigs who consumed ractopamine in the last weeks of life produced about 10% more meat. Animals quickly process ractopamine and, after ingestion, easily excrete through urine and feces. Approximately 95% of the amount taken is excreted in the first 3 days (EFSA, 2009). However, low degrees of the agent can still be found within one week of animals consuming ractopamine. After the feed of pigs containing 20 mg / kg ractopamine for 30 consecutive days, residues were detected in all internal tissues of the animals even after 11 days. The mean amount of ractopamine residues was highest in the lung, and in decreasing amounts in the kidney, liver and heart. The lowest amount of residues in muscle tissue was determined (Dong et al., 2011).

One of the main problems with the utilization of Ractopamine is that drug residual times have not been reported. Applying a possible waiting time will also reduce the effect of ractopamine on muscle development. In addition, consumers' levels of exposure to ractopamine vary from country to country, depending on their consumption patterns. For instance, Chinese and Taiwanese will in general eat more interior organs than US and European meat buyers (Alemanno & Capodiecì, 2012). Currently, no cases of food poisoning from ractopamine residues have been reported (Moreno & Lanusse, 2017).

Increased heart beat and peripheral catecholamine concentrations were observed in pigs fed with ractopamine. In addition, behavioral disorders such as hyperactivity and increased response that cause difficulties during transport of animals, and consequently increased injuries during transport. The desire of female pigs to attack each other has been attributed to the decrease in serotonergic genes expressed from the brain. While a relative decrease in the weight of thyroid glands was observed, liver glycogen in periportal hepatocytes was increased (Poletto, Meisel, Richert, Cheng,

& Marchant-Forde, 2010). Behavioral disorders associated with ractopamine have not been observed in cattle. While there are no changes in blood gases, blood electrolytes or blood metabolites, there is a decrease in ammonia and amino acid concentrations that are effective in fermentation of ruminal microflora (Catalano et al., 2012).

In some countries (America, Brazil, Venezuela, Colombia, Guatemala, the Dominican Republic and the Philippines), ractopamine is legally used in pigs and cattle to accelerate growth as feed additives. In addition, the FDA (Food and Drug Administration) Center for Veterinary Medicines approved the use of ractopamine and tilosin in pig feeds in order to increase growth and prevent ileitis. The use of all β -agonists used as growth promoters is prohibited in European countries and China (Wang et al., 2006).

CONCLUSION

There are numerous medications accessible for utilization in veterinary prescription. They are utilized in animal husbandry and can in this way be found as buildups in both meat and edible tissues. β -agonists which are used to increase the rate of feed utilization, increase in weight and in lean meats in butchery animals may participate in animal feeds illegally. In countries where the use is permitted, the legal limits should not be exceeded in order to prevent the occurrence of side effects that are harmful to public health. In countries that do not allow the use of β -agonists such as Turkey firmly control measures and supervision of execution are important.

REFERENCES

- Alemanno, A., & Capodiecì, G. (2012). Testing the Limits of Global Food Governance: The Case of Ractopamine. *European Journal of Risk Regulation*, 3(3), 400–407. <https://doi.org/10.1017/S1867299X00002294>
- Apple, J. K., Rincker, P. J., McKeith, F. K., Carr, S. N., Armstrong, T. A., & Matzat, P. D. (2007). Meta-Analysis of the Ractopamine Response in Finishing Swine. *The Professional Animal Scientist*, 23(3), 179–196. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30964-5](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30964-5)
- Buhr, B. L., & Hayenga, M. L. (1994). Ex Ante Evaluation of the Economic Impacts of Growth Promotants in the U.S. Livestock and Meat Sector. *Review of Agricultural Economics*, 16(2), 159. <https://doi.org/10.2307/1349460>
- Catalano, D., Odore, R., Amedeo, S., Bellino, C., Biasibetti, E., Miniscalco, B., Capucchio, M. T. (2012). Physiopathological changes related to the use of ractopamine in swine: Clinical and pathological investigations. *Livestock Science*, 144(1–2), 74–81. <https://doi.org/10.1016/J.LIVSCI.2011.10.016>
- Courtheyn, D., Le Bizec, B., Brambilla, G., De Brabander, H. ., Cobbaert, E., Van de Wiele, M., ... De Wasch, K. (2002). Recent developments in the use and abuse of growth promoters. *Analytica Chimica Acta*, 473(1–2), 71–82. [https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(02\)00753-5](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(02)00753-5)
- Dong, Y., Xia, X., Wang, X., Ding, S., Li, X., Zhang, S., Shen, J. (2011). Validation of an ultra-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry method for determination of ractopamine: Application to residue depletion study in swine. *Food Chemistry*, 127(1), 327–332. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2010.12.138>
- EFSA. (2009). Opinion of safety evaluation of ractopamine. EFSA J. 7 (4), 5–52. EFSA J., 7(4), 5–52.
- EMA. (2000). *Committee For Veterinary Medicinal Products Clenbuterol Summary Report (2)*. Retrieved from <http://www.eudra.org/emea.html>
- Kuiper, H. A., Noordam, M. Y., van Dooren-Flipsen, M. M., Schilt, R., & Roos, A. H. (1998). Illegal use of beta-adrenergic agonists: European Community. *Journal of Animal Science*, 76(1), 195. <https://doi.org/10.2527/1998.761195x>
- Lin, K.-C., Hong, C.-P., & Chen, S.-M. (2013). Simultaneous determination for toxic ractopamine and salbutamol in pork sample using hybrid carbon nanotubes. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 177, 428–436. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2012.11.052>
- Liu, Z., Zhou, Y., Wang, Y., Cheng, Q., & Wu, K. (2012). Enhanced oxidation and detection of toxic ractopamine using carbon nanotube film-modified electrode. *Electrochimica Acta*, 74, 139–144. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2012.04.041>
- Meyer, H. H. D. (2001). Biochemistry and physiology of anabolic hormones used for improvement of meat production. *APMIS*, 109(1), 1–8. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0463.2001.tb00010.x>

- Mitchell, A. D. (2009). Effect of ractopamine on growth and body composition of pigs during compensatory growth. *Animal*, 3(1), 173–180. <https://doi.org/10.1017/S1751731108003285>
- Moreno, L., & Lanusse, C. (2017). Specific Veterinary Drug Residues of Concern in Meat Production. In P. P. Purslow (Ed.), *New Aspects of Meat Quality* (1st ed., pp. 605–627). Duxford.
- Peters, A. R. (1989). Beta-agonists as repartitioning agents: a review. *The Veterinary Record*, 124(16), 417–420. <https://doi.org/10.1136/vr.124.16.417>
- Pleadin, J., Perši, N., Vulić, A., Milić, D., & Vahčić, N. (2012). Determination of residual ractopamine concentrations by enzyme immunoassay in treated pig's tissues on days after withdrawal. *Meat Science*, 90(3), 755–758. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.11.007>
- Poletto, R., Meisel, R. L., Richert, B. T., Cheng, H. W., & Marchant-Forde, J. N. (2010). Behavior and peripheral amine concentrations in relation to ractopamine feeding, sex, and social rank of finishing pigs1. *Journal of Animal Science*, 88(3), 1184–1194. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1576>
- Rehfeldt, C., Schadereit, R., Weikard, R., & Reichel, K. (1997). Effect of clenbuterol on growth, carcass and skeletal muscle characteristics in broiler chickens. *British Poultry Science*, 38(4), 366–373. <https://doi.org/10.1080/00071669708418004>
- Resmi Gazete. (2011). *Canlı Hayvanlar ve Hayvansal Ürünlerde Belirli Maddeler ile Bunların Kalıntılarının İzlenmesi İçin Alınacak Önlemlere Dair Yönetmelik*.
- Rose, M. D., Shearer, G., & Farrington, W. H. H. (1995). The effect of cooking on veterinary drug residues in food: 1. clenbuterol. *Food Additives and Contaminants*, 12(1), 67–76. <https://doi.org/10.1080/02652039509374280>
- Sauer, M. J., Dave, M., Lake, B. G., Manchee, G. R., Howells, L. C., & Coldham, N. G. (1999). Beta2-agonist abuse in food producing animals: use of *in vitro* liver preparations to assess biotransformation and potential target residues for surveillance. *Xenobiotica*, 29(5), 483–497. <https://doi.org/10.1080/004982599238498>
- Sauer, Maurice J., & Anderson, S. P. L. (1994). In vitro and In vivo studies of drug residue accumulation in pigmented tissues. *The Analyst*, 119(12), 2553. <https://doi.org/10.1039/an9941902553>
- Scott, J., Berney, C., Derksen, F., & Robinson, N. (1991). Beta-adrenergic receptor activity in ponies with recurrent obstructive pulmonary disease. - PubMed - NCBI. *Am J Vet Res.*, 52(9), 1416–1422. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1659260>
- Shelver, W. L., & Smith, D. J. (2000). Development of an Immunoassay for the β -Adrenergic Agonist Ractopamine. *Journal of Immunoassay*, 21(1), 1–23. <https://doi.org/10.1080/01971520009349496>
- Sumano, L., Ocampo, L., & Gutiérrez, L. (2002). Clenbuterol and other β -agonists, are they an option for meat production or a threat for public health? *Veterinaria México*, 33(2), 137–159. Retrieved from <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDREVISTA=39&IDARTICULO=5766&IDPUBLICACION=701>
- Wang, J. P., Li, X. W., Zhang, W., & Shen, J. Z. (2006). Development of Immunoaffinity Sample-Purification for GC–MS Analysis of Ractopamine in Swine Tissue. *Chromatographia*, 64(9–10), 613–617. <https://doi.org/10.1365/s10337-006-0076-7>
- Wang, S., Liu, L., Fang, G., Zhang, C., & He, J. (2009). Molecularly imprinted polymer for the determination of trace ractopamine in pork using SPE followed by HPLC with fluorescence detection. *Journal of Separation Science*, 32(9), 1333–1339. <https://doi.org/10.1002/jssc.200800565>
- Zimmerli, U. V., & Blum, J. W. (1990). Acute and longterm metabolic, endocrine, respiratory, cardiac and skeletal muscle activity changes in response to perorally administered β -adrenoceptor agonists in calves. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 63(1–5), 157–172. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.1990.tb00131.x>

EULER MATRIX METHOD BASED ON RESIDUAL FUNCTION FOR SOLVING ABEL-TYPE NONLINEAR DIFFERENTIAL EQUATIONS

Deniz ELMACI

Lecturer, Bergama Vocational School, Dokuz Eylül University

Nurcan BAYKUŞ SAVAŞANERİL

Prof. Dr., Izmir Vocational School, Dokuz Eylül University

Mehmet SEZER

Prof. Dr., Celal Bayar University, Faculty of Science, Department of Mathematics

Abstract

First and second kind Abel differential equations frequently appear in different areas of knowledge, such as big picture modelling in oceanic circulation, in problems of magneto statics, control theory, cosmology, fluids, M-theory and so on. In recent years, to solve these problems both analytically and numerically, several numerical and analytical methods have been given. But it may not be possible to find the analytical solutions. So, in this study, an efficient operational matrix method based on collocation points for the numerical solution of nonlinear Abel differential equations under the initial or boundary conditions is developed. This technique reduces the solution of nonlinear Abel differential equation to the solution of a matrix equation which corresponds to a system of nonlinear algebraic equations with unknown Euler coefficients. The acquired approximate solutions subject to the given suitable conditions are obtained in terms of truncated Euler series. Also, some examples together with residual error analysis techniques are given to demonstrate the validity and applicability of the present method, and the comparisons are made with existing results.

Keywords: Euler polynomials and series, Abel Nonlinear differential equations, Matrix and collocation methods, Residual error analysis.

Introduction

Abel type nonlinear differential equations play an important role in many physical applications and they are frequently used to model a wide class of problems in many scientific fields such as engineering, chemical reactions, mathematical physics, astrophysics, biology, ecology and economics [1-4]. Most of these equations have not analytic solutions and numerical methods may be required to obtain approximate solutions. In recent years, the properties and solution techniques of Abel type equations have been intensively investigated in mathematical and physical literature [1,2].

In this study, we consider the first order nonlinear Abel equation of first kind

$$y'(x) + P_1(x)y(x) + P_2(x)y^2(x) + P_3(x)y^3(x) = g(x) \quad (1)$$

under the condition

$$\alpha y(a) + \beta y(b) = \lambda, \quad a \leq x \leq b \quad (2)$$

where $P_1(x)$, $P_2(x)$, $P_3(x)$ and $g(x)$ are continuous functions; α , β and λ are appropriate coefficients. Our purpose, by means of the matrix – collocation method, which have been presented in many articles by Sezer and coworkers [3,4], is to find the approximate solution of the problem (1)-(2) in the truncated Euler series form

$$y(x) \cong y_N(x) = \sum_{n=0}^N a_n E_n(x), \quad a \leq x \leq b \quad (3)$$

where $E_n(t)$ denotes Euler polynomials defined by

$$\frac{2e^{xt}}{e^t + 1} = \sum_{n=0}^{\infty} E_n(x) \frac{t^n}{n!}, \quad |t| < \pi$$

Euler numbers ε_n can be obtained by the generating function

$$\frac{2}{e^t + e^{-t}} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\varepsilon_n}{n!} t^n$$

And the connection between Euler numbers and Euler polynomials is given by

$$E_n(1/2) = 2^{-n} \varepsilon_n, \quad n=0,1,2,\dots \quad (4)$$

Euler polynomials are strictly connected with Bernoulli ones, and are used in Taylor in the Taylor expansion in a neighborhood of the origin of trigonometric and hyperbolic secant functions, Recursive computation of Euler polynomials can be obtained by using the following formula;

$$E_n(x) + \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} E_k(x) = 2x^n, \quad n=1,2,\dots \quad (5)$$

Also, Euler polynomials $E_n(x)$ can be defined as polynomials of degree $n \geq 0$ satisfying the conditions

$$E_m(x+1) + E_m(x) = 2x^m, \quad m \geq 1. \quad (6)$$

By using (4), (5) or (6) the first Euler and Euler polynomials respectively are given by

$$\varepsilon_0 = 1, \quad \varepsilon_1 = 0, \quad \varepsilon_2 = -1, \quad \varepsilon_3 = 0, \quad \varepsilon_4 = 5, \quad \varepsilon_5 = 0, \quad \varepsilon_6 = -61, \quad \varepsilon_7 = 0$$

$$E_0(x) = 1, \quad E_1(x) = x - \frac{1}{2}, \quad E_2(x) = x^2 - x$$

$$E_3(x) = x^3 - \frac{3}{2}x^2 + \frac{1}{4}, \quad E_4(x) = x^4 - 2x^3 + 2, \dots$$

Fundamental Matrix Relations

In this section, we convert the Euler series (3) and the Euler polynomials to the matrix forms as follows:

$$y_N(x) = E(x)A \quad \mathbf{X}(x) = E(x)\mathbf{M}^T \Rightarrow E(x) = \mathbf{X}(x)(\mathbf{M}^T)^{-1} \quad (7)$$

where

$$E(x) = [E_0(x) \quad E_1(x) \quad E_2(x) \quad \dots \quad E_N(x)], \quad \mathbf{X}(x) = [1 \quad x \quad x^2 \quad \dots \quad x^N]$$

and

$$A = [a_0 \quad a_1 \quad \dots \quad a_N]^T, \quad \mathbf{M} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \frac{1}{2} \binom{1}{0} & 1 & 0 & \dots & 0 \\ \frac{1}{2} \binom{2}{0} & \frac{1}{2} \binom{2}{1} & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{2} \binom{N}{0} & \frac{1}{2} \binom{N}{1} & \frac{1}{2} \binom{N}{2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

$$E'(x) = \mathbf{X}'(x)(\mathbf{M}^T)^{-1} = \mathbf{X}(x)\mathbf{B}(\mathbf{M}^T)^{-1} \quad (8)$$

$$y'(x) = E'(x)A = \mathbf{X}(x)\mathbf{B}(\mathbf{M}^T)^{-1}A$$

where

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & 2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & N \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{B}^0 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

$$y^{(k)}(x) = y_N^k(x) = \mathbf{E}^{(k)}(x) \mathbf{A} = \mathbf{X}(x) \mathbf{B}^k (\mathbf{M}^T)^{-1} \mathbf{A}, \quad k=0,1,2,\dots \quad (9)$$

In similarly way, to the matrix equation (10), it follows that the matrix representation of $y'(x)$, $y^2(x)$ and $y^3(x)$ becomes

$$y'(x) = \mathbf{X}(x) \mathbf{B} (\mathbf{M}^T)^{-1} \mathbf{A}$$

$$y^2(x) = \mathbf{E}(x) \bar{\mathbf{E}}(x) \bar{\mathbf{A}} = \mathbf{X}(x) (\mathbf{M}^T)^{-1} \bar{\mathbf{X}}(x) (\mathbf{M}^T)^{-1} \bar{\mathbf{A}} \quad (10)$$

$$y^3(x) = \mathbf{E}(x) \bar{\mathbf{E}}(x) \bar{\bar{\mathbf{E}}}(x) \bar{\bar{\mathbf{A}}} = \mathbf{X}(x) (\mathbf{M}^T)^{-1} \bar{\mathbf{X}}(x) (\mathbf{M}^T)^{-1} \bar{\bar{\mathbf{X}}}(x) (\mathbf{M}^T)^{-1} \bar{\bar{\mathbf{A}}}$$

where

$$\bar{\mathbf{X}}(x) = \text{diag}[\mathbf{X}(x) \quad \mathbf{X}(x) \quad \cdots \quad \mathbf{X}(x)]_{(N+1) \times (N+1)^2}$$

$$(\mathbf{M}^T)^{-1} = \text{diag}[(\mathbf{M}^T)^{-1} \quad (\mathbf{M}^T)^{-1} \quad \cdots \quad (\mathbf{M}^T)^{-1}]_{(N+1)^2 \times (N+1)^2}$$

$$\bar{\bar{\mathbf{X}}}(x) = \text{diag}[\bar{\mathbf{X}}(x) \quad \bar{\mathbf{X}}(x) \quad \cdots \quad \bar{\mathbf{X}}(x)]_{(N+1)^2 \times (N+1)^3}$$

$$\bar{\bar{(\mathbf{M}^T)^{-1}}} = \text{diag}[\bar{(\mathbf{M}^T)^{-1}} \quad \bar{(\mathbf{M}^T)^{-1}} \quad \cdots \quad \bar{(\mathbf{M}^T)^{-1}}]_{(N+1)^3 \times (N+1)^3}$$

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ \vdots \\ a_N \end{bmatrix}_{(N+1) \times 1}$$

$$\bar{\mathbf{A}} = \begin{bmatrix} a_0 \mathbf{A} \\ a_1 \mathbf{A} \\ \vdots \\ a_N \mathbf{A} \end{bmatrix}_{(N+1)^2 \times 1}$$

$$\bar{\bar{\mathbf{A}}} = \begin{bmatrix} a_0 \bar{\mathbf{A}} \\ a_1 \bar{\mathbf{A}} \\ \vdots \\ a_N \bar{\mathbf{A}} \end{bmatrix}_{(N+1)^3 \times 1}$$

Matrix -Collocation Method

Firstly, let us consider the collocation points defined by

$$t_i = a + \frac{b-a}{N} i, \quad i=0,1,L,N \quad (11)$$

By substitution the matrix relations (7), (8), (10) into the Eq(1) and then by putting the collocation points (11) into the obtained equation, we get the system of the matrix equations as follows: for $i=0,1,L,N$,

$$\mathbf{W}(x_i) \mathbf{A} + \mathbf{V}(x_i) \bar{\mathbf{A}} + \mathbf{Z}(x_i) \bar{\bar{\mathbf{A}}} = \mathbf{G}(x_i)$$

or briefly

$$\mathbf{W} \mathbf{A} + \mathbf{V} \bar{\mathbf{A}} + \mathbf{Z} \bar{\bar{\mathbf{A}}} = \mathbf{G} \quad (12)$$

where

$$\begin{aligned}
 \mathbf{W} &= \begin{bmatrix} \mathbf{W}(x_0) \\ \mathbf{W}(x_1) \\ \vdots \\ \mathbf{W}(x_N) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}(x_0) \mathbf{B} (\mathbf{M}^T)^{-1} + \mathbf{P}_1(x_0) \mathbf{X}(x_0) (\mathbf{M}^T)^{-1} \\ \mathbf{X}(x_1) \mathbf{B} (\mathbf{M}^T)^{-1} + \mathbf{P}_1(x_1) \mathbf{X}(x_1) (\mathbf{M}^T)^{-1} \\ \vdots \\ \mathbf{X}(x_N) \mathbf{B} (\mathbf{M}^T)^{-1} + \mathbf{P}_1(x_N) \mathbf{X}(x_N) (\mathbf{M}^T)^{-1} \end{bmatrix}_{(N+1) \times (N+1)}, \\
 \mathbf{V} &= \begin{bmatrix} \mathbf{V}(x_0) \\ \mathbf{V}(x_1) \\ \vdots \\ \mathbf{V}(x_N) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{P}_2(x_0) \mathbf{X}(x_0) (\mathbf{M}^T)^{-1} \overline{\mathbf{X}(x_0)} (\mathbf{M}^T)^{-1} \\ \mathbf{P}_2(x_1) \mathbf{X}(x_1) (\mathbf{M}^T)^{-1} \overline{\mathbf{X}(x_1)} (\mathbf{M}^T)^{-1} \\ \vdots \\ \mathbf{P}_2(x_N) \mathbf{X}(x_N) (\mathbf{M}^T)^{-1} \overline{\mathbf{X}(x_N)} (\mathbf{M}^T)^{-1} \end{bmatrix}_{(N+1) \times (N+1)^2}, \\
 \mathbf{Z} &= \begin{bmatrix} \mathbf{Z}(x_0) \\ \mathbf{Z}(x_1) \\ \vdots \\ \mathbf{Z}(x_N) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{P}_3(x_0) \mathbf{X}(x_0) (\mathbf{M}^T)^{-1} \overline{\mathbf{X}(x_0)} (\mathbf{M}^T)^{-1} \overline{\mathbf{X}(x_0)} (\mathbf{M}^T)^{-1} \\ \mathbf{P}_3(x_1) \mathbf{X}(x_1) (\mathbf{M}^T)^{-1} \overline{\mathbf{X}(x_1)} (\mathbf{M}^T)^{-1} \overline{\mathbf{X}(x_1)} (\mathbf{M}^T)^{-1} \\ \vdots \\ \mathbf{P}_3(x_N) \mathbf{X}(x_N) (\mathbf{M}^T)^{-1} \overline{\mathbf{X}(x_N)} (\mathbf{M}^T)^{-1} \overline{\mathbf{X}(x_N)} (\mathbf{M}^T)^{-1} \end{bmatrix}_{(N+1) \times (N+1)^3}, \\
 \mathbf{G} &= \begin{bmatrix} g(x_0) \\ g(x_1) \\ \vdots \\ g(x_N) \end{bmatrix}_{(N+1) \times 1}.
 \end{aligned}$$

Besides, we can find for the condition (2), by using the relation (5),

$$\left(\alpha \mathbf{X}(a) (\mathbf{M}^T)^{-1} + \beta \mathbf{X}(b) (\mathbf{M}^T)^{-1} \right) \mathbf{A} = [\lambda] \quad \text{or} \quad \begin{bmatrix} \mathbf{U}; & \bar{\mathbf{0}}; & \bar{\bar{\mathbf{0}}}; & \mathbf{A} \end{bmatrix} \quad (13)$$

where $\mathbf{U} = \alpha \mathbf{X}(a) (\mathbf{M}^T)^{-1} + \beta \mathbf{X}(b) (\mathbf{M}^T)^{-1} = [u_{00} \ u_{01} \ L \ u_{0N}]$

$$\bar{\mathbf{0}} = [0 \ 0 \ L \ 0]_{1 \times (N+1)^2}, \quad \bar{\bar{\mathbf{0}}} = [0 \ 0 \ L \ 0]_{1 \times (N+1)^3}$$

Consequently, we replace the any one row of (12) by the row matrix (13) and thus the desired augmented matrix or the result matrix eq. as

$$\begin{bmatrix} \mathbf{W}; & \mathbf{V}; & \mathbf{Z}; & \mathbf{G} \end{bmatrix} \quad \text{or} \quad \mathbf{W}\mathbf{A} + \mathbf{V}\bar{\mathbf{A}} + \mathbf{Z}\bar{\bar{\mathbf{A}}} = \mathbf{G}.$$

Which correspond to the system of nonlinear algebraic equations with the Euler coefficients $a_N = 0, 1, \dots, N$. From the solution of this system, the matrix $\mathbf{A}$ is obtained and the solution of (1)-(2) becomes

$$y_N(x) = \mathbf{E}(x) \mathbf{A} = \mathbf{X}(x) (\mathbf{M}^T)^{-1} \mathbf{A}$$

Illustrations

In this section, some numerical examples of the problem (1) are given to illustrate the accuracy and effectiveness properties of the method.

Example 1.

As an example, we consider the following Abel-type nonlinear differential equation

$$y'(x) - x^2 y(x) + 2y^2(x) + y^3(x) = 2x^2 + 1$$

with the initial conditions $y(0) = 0$.

We approximate the solution $y(x)$ by the polynomial

$$y(x) \cong y_N(x) = \mathbf{E}(x) \mathbf{A} = \mathbf{X}(x) (\mathbf{M}^T)^{-1} \mathbf{A}$$

Thus, the solution of the problem becomes $y(x)=x$ which is the exact solution. Hence, it is seen that the present method is accurate, efficient, and applicable.

Conclusion

Generally, it is analytically difficult to solve the nonlinear differential equations such as Abel-type nonlinear differential equations system. Hereby, approximate solutions are required. In this study, a new collocation method based on the Euler polynomials have been introduced with the aid of the residual error technique for solving the nonlinear differential equations. As it has been seen from the results, the developed method is very useful and prevalent.

References

- [1] E.Salinas-Hernandez, Analysis to the solutions of Abel's differential equation of the first kind under the transformation $y = u(x) z(x) + v(x)$, Applied Mathematical Sciences, 7(42) (2013), 2075-2092.
- [2] M. K. Mak, New method for generating general solution of Abel differential equation, Comput. Math. Appl. 43 (2002) 91-94.
- [3] G. Yüksel, M. Gülsu, M. Sezer, Chebyshev polynomial solutions of a class of second-order nonlinear ordinary differential equations. Journ. Adv. Res. Sci. Comput. 3(4) (2011) 11-
- [4] N. Baykuş Savaşaneril , M. Sezer, Hybrid Taylor-Lucas Collocation Method for Numerical Solution of High- Order Pantograph Type Delay Differential Equations with Variables Delays Appl. Math. Inf. Sci. 11, No. 6, (2017) 1795-1801.
- [5] G.S. Cheon, A note on the Bernoulli and Euler polynomials, Applied Mathematics Letters, 16(2003) 365-368.
- [6] N. Baykuş Savaşaneril , M. Sezer, Lucas Matrix Method for a Class of Nonlinear Delay Fredholm Integro-Differential Equations, International Conference on Mathematics.
- [7] N. Baykuş Savaşaneril , M. Sezer, Lucas matrix-collocation method for solving Abel-type nonlinear differential equations with residual error estimation, V. Uluslararası Multidisipliner Çalışmaları Sempozyumu (ISMS) 2018.



EULER POLYNOMIAL APPROACH FOR SOLVING SYSTEM OF LINEAR DELAY DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH VARIABLE COEFFICIENTS

Deniz ELMACI

Lecturer, Bergama Vocational School, Dokuz Eylül University

Nurcan BAYKUŞ SAVAŞANERİL

Prof. Dr., Izmir Vocational School, Dokuz Eylül University

Mehmet SEZER

Prof. Dr., Celal Bayar University, Faculty of Science, Department of Mathematics

Abstract

Mathematical models related to systems of delay differential equations are of the great importance in the real-life. In this study, a numerical technique has been developed for solving the system of high order linear delay differential equations with variable coefficients subject to the initial conditions using Euler polynomials and collocation points. The used technique reduces the solution of the mentioned delay system along with conditions to the solution of a matrix equation with the unknown Euler coefficients. Therefore, the approximate solution is obtained in terms of Euler polynomials. In addition, several examples together with residual error analysis are performed to illustrate the efficiency and reliability of the technique; the obtained results are scrutinized and interpreted.

Keywords: System of delay differential equations, Euler polynomials, Matrix method, Collocation points, Residual error analysis

Introduction

The systems of differential, difference, differential-difference and delay differential equations have been confronted in many scientific and technological problems such as engineering, physics and mechanics. Most of the systems have no analytic solutions, so numerical techniques have been required such as Adomian decomposition method [1], Differential transformation method [2], Runge-Kutta method [3], Variational iteration method [4], Homotopy perturbation method [5], Homotopy analysis method [6], Taylor collocation method [7].

In this study, we introduce a novel collocation method based on Euler polynomials for solving the system of linear functional differential equations in the form

$$\sum_{k=0}^m \sum_{j=1}^J P_{ij}^k(x) y_j^{(k)}(\alpha_{jk}x + \beta_{jk}) = g_i(x), \quad i=1,2,\dots,J, \quad 0 \leq a \leq x \leq b \quad (1)$$

under the initial conditions

$$y_j^{(k)}(a) = \lambda_{jk}; \quad j = 1, 2, \dots, J, \quad k = 0, 1, \dots, m-1. \quad (2)$$

where $y_j^{(0)}(x) = y_j(x)$, $j=1,2,\dots,J$ are unknown functions; $P_{ij}^k(x)$ and $g_i(x)$ are continuous functions on $[a,b]$ and $\lambda_{jk}, \alpha_{jk}$ and β_{jk} is real constant coefficients. Here, we assume that the system (1) under the initial conditions (2) has approximate solutions in the truncated Euler series form

$$y_j(x) = \sum_{n=0}^N a_{jn} E_n(x), \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (3)$$

$$\frac{2e^{xt}}{e^t + 1} = \sum_{n=0}^{\infty} E_n(x) \frac{t^n}{n!}, \quad |t| < \pi$$

Euler numbers ε_n can be obtained by the generating function

$$\frac{2}{e^t + e^{-t}} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\varepsilon_n}{n!} t^n$$

And the connection between Euler numbers and Euler polynomials is given by

$$E_n(1/2) = 2^{-n} \varepsilon_n, \quad n=0,1,2,\dots \quad (4)$$

Euler polynomials are strictly connected with Bernoulli ones, and are used in the Taylor expansion in a neighborhood of the origin of trigonometric and hyperbolic secant functions, Recursive computation of Euler polynomials can be obtained by using the following formula;

$$E_n(x) + \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} E_k(x) = 2x^n, \quad n=1,2,\dots \quad (5)$$

Also, Euler polynomials $E_n(x)$ can be defined as polynomials of degree $n \geq 0$ satisfying the conditions

$$E'_m(x) = m E_{m-1}(x), \quad m \geq 1. \quad (6)$$

$$E_m(x+1) + E_m(x) = 2x^m, \quad m \geq 1. \quad (7)$$

By using (4), (5) or (7) the first Euler and Euler polynomials respectively are given by

$$\varepsilon_0 = 1, \quad \varepsilon_1 = 0, \quad \varepsilon_2 = -1, \quad \varepsilon_3 = 0, \quad \varepsilon_4 = 5, \quad \varepsilon_5 = 0, \quad \varepsilon_6 = -61, \quad \varepsilon_7 = 0$$

$$E_0(x) = 1, \quad E_1(x) = x - \frac{1}{2}, \quad E_2(x) = x^2 - x$$

$$E_3(x) = x^3 - \frac{3}{2}x^2 + \frac{1}{4}, \quad E_4(x) = x^4 - 2x^3 + 2, \dots$$

In addition, in order to find the approximate solutions of the problem (1)–(2), we can use the collocation points defined by

$$x_r = a + \frac{b-a}{N} r; \quad r=0,1,\dots,N. \quad (8)$$

Fundamental Matrix Relations

In this section, we convert the expressions (1)–(3) to the matrix forms. In order to achieve our aim, firstly, we can write the Euler polynomials $E_n(x)$ in the matrix form

$$Y_N(x) = E(x)A \quad X(x) = E(x)M^T \Rightarrow E(x) = X(x)(M^T)^{-1} \quad (9)$$

where

$$E(x) = [E_0(x) \quad E_1(x) \quad E_2(x) \quad \dots \quad E_N(x)], \quad X(x) = [1 \quad x \quad x^2 \quad \dots \quad x^N]$$

and

$$A = [a_0 \quad a_1 \quad \dots \quad a_N]^T, \quad M = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & L & 0 \\ \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} & 1 & 0 & L & 0 \\ \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \end{pmatrix} & \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix} & 1 & L & 0 \\ M & M & M & O & M \\ \frac{1}{2} \begin{pmatrix} N \\ 0 \end{pmatrix} & \frac{1}{2} \begin{pmatrix} N \\ 1 \end{pmatrix} & \frac{1}{2} \begin{pmatrix} N \\ 2 \end{pmatrix} & L & 1 \end{bmatrix}$$

Also, it is clearly seen that from (6) and (9), the relation between the matrix $E(x)$ and its derivative $E'(x)$ is

$$E'(x) = X'(x)(M^T)^{-1} = X(x)B(M^T)^{-1} \quad (10)$$

And that repeating the process

$$\begin{aligned} E''(x) &= X''(x) \left(M^T \right)^{-1} = (X(x)B)' \left(M^T \right)^{-1} = X(x)B^2 \left(M^T \right)^{-1} \\ E'''(x) &= X(x)B^3 \left(M^T \right)^{-1} \\ M \end{aligned} \quad (11)$$

$$E^{(k)}(x) = X(x)B^k \left(M^T \right)^{-1}, \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

where

$$B = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & N \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad B^0 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

$$y_j^{(k)}(x) = E^{(k)}(x)A = X(x)B^k \left(M^T \right)^{-1} A_j, \quad j=1,2,\dots,J. \quad (12)$$

By putting $x \rightarrow \alpha_{jk}x + \beta_{jk}$ into the relation (12), we have

$$y_j^{(k)}(\alpha_{jk}x + \beta_{jk}) = X(\alpha_{jk}x + \beta_{jk})B^k \left(M^T \right)^{-1} A_j, \quad j=1,2,\dots,J. \quad (13)$$

On the other hand, it is well-known that the relation between $X(\alpha_{jk}x + \beta_{jk})$ and $X(x)$ is

$$X(\alpha_{jk}x + \beta_{jk}) = X(x)B(\alpha_{jk}, \beta_{jk}) \quad (14)$$

where, for $\alpha_{jk} \neq 0$ and $\beta_{jk} = 0$, [8]

$$B(\alpha_{jk}, 0) = \begin{bmatrix} \alpha_{jk}^0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \alpha_{jk}^1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \alpha_{jk}^2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \alpha_{jk}^N \end{bmatrix}$$

and $\alpha_{jk} \neq 0$ and $\beta_{jk} \neq 0$ [8]

$$B(\alpha_{jk}, \beta_{jk}) = \begin{bmatrix} \binom{0}{0} \alpha_{jk}^0 \beta_{jk}^0 & \binom{1}{0} \alpha_{jk}^0 \beta_{jk}^1 & \binom{2}{0} \alpha_{jk}^0 \beta_{jk}^2 & \dots & \binom{N}{0} \alpha_{jk}^0 \beta_{jk}^N \\ 0 & \binom{1}{1} \alpha_{jk}^1 \beta_{jk}^0 & \binom{2}{1} \alpha_{jk}^1 \beta_{jk}^1 & \dots & \binom{N}{1} \alpha_{jk}^1 \beta_{jk}^{N-1} \\ 0 & 0 & \binom{2}{2} \alpha_{jk}^2 \beta_{jk}^0 & \dots & \binom{N}{2} \alpha_{jk}^2 \beta_{jk}^{N-2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \binom{N}{N} \alpha_{jk}^N \beta_{jk}^0 \end{bmatrix}.$$

Substituting (14) into (13) fields

$$y_j^{(k)}(\alpha_{jk}x + \beta_{jk}) = X(x)B(\alpha_{jk}, \beta_{jk})B^k \left(M^T \right)^{-1} A_j, \quad j=1,2,\dots,J \quad (15)$$

Euler Matrix Collocation Method

Firstly, the system (1) by using (12) and (15) for $i, j = 1, 2, \dots, J$ can be written in the following matrix form:

$$\sum_{k=0}^m P_k(x) Y^{(k)}(\alpha_k x + \beta_k) = G(x) \Rightarrow \sum_{k=0}^m P_k(x) \bar{X}(x) \bar{B}(\alpha_k, \beta_k) (\bar{B})^k (\bar{M}^T)^{-1} A = G(x) \quad (16)$$

so that

$$P_k(x) = \begin{bmatrix} P_{11}^k(x) & P_{12}^k(x) & \dots & P_{1J}^k(x) \\ P_{21}^k(x) & P_{22}^k(x) & \dots & P_{2J}^k(x) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{J1}^k(x) & P_{J2}^k(x) & \dots & P_{JJ}^k(x) \end{bmatrix}, \quad G(x) = \begin{bmatrix} g_1(x) \\ g_2(x) \\ \vdots \\ g_J(x) \end{bmatrix},$$

$$Y^{(k)}(\alpha_k x + \beta_k) = \begin{bmatrix} y_1^{(k)}(\alpha_{1k} x + \beta_{1k}) \\ y_2^{(k)}(\alpha_{2k} x + \beta_{2k}) \\ \vdots \\ y_J^{(k)}(\alpha_{Jk} x + \beta_{Jk}) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{X}(x) \bar{B}(\alpha_{1k}, \beta_{1k}) \bar{B}^k (\bar{M}^T)^{-1} A_1 \\ \bar{X}(x) \bar{B}(\alpha_{2k}, \beta_{2k}) \bar{B}^k (\bar{M}^T)^{-1} A_2 \\ \vdots \\ \bar{X}(x) \bar{B}(\alpha_{Jk}, \beta_{Jk}) \bar{B}^k (\bar{M}^T)^{-1} A_J \end{bmatrix} = \bar{X}(x) \bar{B}(\alpha_k, \beta_k) (\bar{B})^k (\bar{M}^T)^{-1} A$$

where

$$\bar{B}(\alpha_k, \beta_k) = \begin{bmatrix} B(\alpha_{1k}, \beta_{1k}) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & B(\alpha_{2k}, \beta_{2k}) & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & B(\alpha_{Jk}, \beta_{Jk}) \end{bmatrix}, \quad \bar{B}^k = \begin{bmatrix} B^k & 0 & \dots & 0 \\ 0 & B^k & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & B^k \end{bmatrix},$$

$$\bar{X}(x) = \begin{bmatrix} X(x) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & X(x) & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & X(x) \end{bmatrix}, \quad (\bar{M}^T)^{-1} = \begin{bmatrix} (\bar{M}^T)^{-1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & (\bar{M}^T)^{-1} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & (\bar{M}^T)^{-1} \end{bmatrix}, \quad A = \begin{bmatrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_J \end{bmatrix}.$$

By using the collocation points (8) into Eq. (16) we obtain the system of the matrix equations

$$\sum_{k=0}^m P_k(x_r) \bar{X}(x_r) \bar{B}(\alpha_k, \beta_k) (\bar{B})^k (\bar{M}^T)^{-1} A = G(x_r), \quad r=0, 1, \dots, N$$

or briefly, the fundamental matrix equation

$$\sum_{k=0}^m P_k \bar{X} \bar{B}(\alpha_k, \beta_k) (\bar{B})^k (\bar{M}^T)^{-1} A = G \quad (17)$$

where

$$P_k = \begin{bmatrix} P_k(x_0) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & P_k(x_1) & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & P_k(x_N) \end{bmatrix}, \quad P_k(x) = \begin{bmatrix} P_{11}^k(x) & P_{12}^k(x) & \dots & P_{1J}^k(x) \\ P_{21}^k(x) & P_{22}^k(x) & \dots & P_{2J}^k(x) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{J1}^k(x) & P_{J2}^k(x) & \dots & P_{JJ}^k(x) \end{bmatrix}$$

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{X}(x_0) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \bar{X}(x_1) & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \bar{X}(x_N) \end{bmatrix}, \quad G = \begin{bmatrix} G(x_0) \\ G(x_1) \\ \vdots \\ G(x_N) \end{bmatrix}, \quad \bar{B}(\alpha_k, \beta_k) = \begin{bmatrix} \bar{B}(\alpha_k, \beta_k) \\ \bar{B}(\alpha_k, \beta_k) \\ \vdots \\ \bar{B}(\alpha_k, \beta_k) \end{bmatrix}$$

Eq.(17) corresponding to Eq.(1) can be shown by

$$\mathbf{WA} = \mathbf{G} \text{ or } [\mathbf{W}; \mathbf{G}]; \mathbf{W} = \sum_{k=0}^m \mathbf{P}_k \bar{\mathbf{X}} \bar{\mathbf{B}}(\alpha_k, \beta_k)(\bar{\mathbf{B}})^k (\mathbf{M}^T)^{-1} = [\mathbf{w}_{p,q}], p, q=1, 2, \dots, J(N+1). \quad (18)$$

where we have a system of $J(N+1)$ linear algebraic equations with $J(N+1)$ unknown Euler coefficients;

By using the relation (12), we get the matrix form of the conditions (2) for $j=1, 2, \dots, J, k=0, 1, \dots, m-1$ as follows:

$$\begin{bmatrix} y_1^{(k)}(a) \\ y_2^{(k)}(a) \\ \vdots \\ y_J^{(k)}(a) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}(a)\mathbf{B}^k (\mathbf{M}^T)^{-1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \mathbf{X}(a)\mathbf{B}^k (\mathbf{M}^T)^{-1} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \mathbf{X}(a)\mathbf{B}^k (\mathbf{M}^T)^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{A}_1 \\ \mathbf{A}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{A}_J \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{1k} \\ \lambda_{2k} \\ \vdots \\ \lambda_{Jk} \end{bmatrix}$$

or briefly

$$\mathbf{U}_k \mathbf{A} = \boldsymbol{\lambda}_k \text{ or } [\mathbf{U}_k; \boldsymbol{\lambda}_k]. \quad (19)$$

Therefore, the rows of the matrix (19) are replaced by last rows of the matrix (18), we obtain the new augmented matrix

$$[\tilde{\mathbf{W}}; \tilde{\mathbf{G}}] \quad (20)$$

If we have a singular matrix $\tilde{\mathbf{W}}$, rows of the matrix can be replaced by any rows of the matrix. If $\text{rank } \tilde{\mathbf{W}} = \text{rank} [\tilde{\mathbf{W}}; \tilde{\mathbf{G}}] = r(N+1)$, then we have

$$\mathbf{A} = (\tilde{\mathbf{W}})^{-1} \tilde{\mathbf{G}}. \quad (21)$$

Accordingly, the unknown Euler coefficients matrix $\mathbf{A}$ is determined. So we can find the Euler polynomial solutions, $y_N(x) = \sum_{n=0}^N a_n E_n(x)$, $n=0, 1, 2, \dots, N$.

Residual Error Analysis

In this section, we develop an error estimation technique for the Euler polynomial approximations of the problem (1)–(2) by means of the residual correction method [9,10,11] and then, by using this technique we improve the approximate solution.

Firstly, the residual function of the method can be defined as

$$R_{iN}(x) = L[y_{iN}(x)] - g_i(x), i=1, 2, \dots, k \quad (22)$$

where $L[y_{iN}(x)] \cong g_i(x)$ and $y_{iN}(x)$, $i=0, 1, 2, \dots, k$ are the Euler polynomial solutions (3) of the problems (1)–(2). Then $y_{jN}(x)$ correspond the problem

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{k=0}^m \sum_{j=1}^J P_{ij}^{(k)}(x) y_j^{(k)} (\alpha_{jk} x + \beta_{jk}) = g_i(x) + R_{iN}(x), i=1, 2, \dots, k \\ y_j^{(k)}(a) = \lambda_{jk}, j=1, 2, \dots, J, k=0, 1, \dots, m-1 \end{array} \right\}$$

Further, the error function $e_{jN}(x)$ can be determined as

$$e_{jN}(x) = y_j(x) - y_{jN}(x) \quad (23)$$

where $y_j(x)$, $j=1, 2, \dots, k$ are the exact solutions of the problem (1)–(2). From Eqs. (1), (2), (22) and (23), we obtain the system of the error differential equations

$$L[e_{iN}(x)] = L[y_i(x)] - L[y_{iN}(x)] = -R_{iN}(x)$$

and the error problem

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{k=0}^m \sum_{j=1}^J P_{ij}^{(k)}(x) e_{jN}^{(k)}(\alpha_{jk}x + \beta_{jk}) = -R_{iN}(x), \quad i=1,2,\dots,k \\ e_{jN}^{(k)}(a) = 0, \quad j=1,2,\dots,J, \quad k=0,1,\dots,m-1 \end{array} \right\} \quad (24)$$

The error problem (24) can be settled by using the presented method in Section 2. So, we obtain the approximation $e_{jN,M}(x)$ to $e_{jN}(x)$ as follows;

$$e_{jN,M}(x) = \sum_{n=0}^M a_{jN}^* E_n(x), \quad M > N, \quad j=1,2,\dots,J.$$

Consequently, the corrected Euler polynomial solution $y_{jN,M}(x) = y_{jN}(x) + e_{jN,M}(x)$ is obtained by means of the polynomials $y_{jN}(x)$ and $e_{jN,M}(x)$. In addition, we construct the error function $e_{jN}(x) = y_j(x) - y_{jN}(x)$, the estimated error function $e_{jN,M}(x)$ and the corrected error function $E_{jN,M}(x) = e_{jN}(x) - e_{jN,M}(x) = y_j(x) - y_{jN,M}(x)$ [8,12].

Illustrations

In this section, some numerical examples of the problem (1) are given to illustrate the accuracy and effectiveness properties of the method.

Example 4.1. First, we consider the system of linear differential difference equations

$$\left\{ \begin{array}{l} y_1'(x) - xy_1(x-1) + xy_2(x) = -x^3 - x^2 + 3x + 2 \\ y_2'(x) + 2xy_1(x-1) + 2xy_2(x) = -2x^3 + 6x^2 - 8x + 1 \end{array} \right\}$$

with the initial conditions $y_1(0) = -1$, $y_2(0) = 0$. The general structure is as follows;

$$\sum_{k=0}^1 \sum_{j=1}^2 P_{ij}^k(x) Y_j^{(k)}(\alpha_{jk}x + \beta_{jk}) = g_i(x), \quad i=1,2$$

or clearly,

$$\bullet P_{11}^0(x)Y_1^0(\alpha_{10}x + \beta_{10}) + P_{12}^0(x)Y_2^0(\alpha_{20}x + \beta_{20}) + P_{11}^1(x)Y_1^1(\alpha_{11}x + \beta_{11}) + P_{12}^1(x)Y_2^1(\alpha_{21}x + \beta_{21}) = g_1(x)$$

$$\bullet P_{21}^0(x)Y_1^0(\alpha_{10}x + \beta_{10}) + P_{22}^0(x)Y_2^0(\alpha_{20}x + \beta_{20}) + P_{21}^1(x)Y_1^1(\alpha_{11}x + \beta_{11}) + P_{22}^1(x)Y_2^1(\alpha_{21}x + \beta_{21}) = g_2(x)$$

Also, we get

$$P_{11}^0(x) = -x, \quad P_{12}^0(x) = x, \quad P_{11}^1(x) = 1, \quad P_{12}^1(x) = 0$$

$$P_{21}^0(x) = 2x, \quad P_{22}^0(x) = 2x, \quad P_{21}^1(x) = 0, \quad P_{22}^1(x) = 1$$

$$\alpha_{10} = 1, \quad \beta_{10} = -1, \quad \alpha_{20} = 1, \quad \beta_{20} = 0, \quad \alpha_{11} = 1, \quad \beta_{11} = 0, \quad \alpha_{21} = 1, \quad \beta_{21} = 0,$$

$$g_1(x) = -x^3 - x^2 + 3x + 2, \quad g_2(x) = -2x^3 + 6x^2 - 8x + 1.$$

The approximate solutions $y_1(x)$, $y_2(x)$ for $N=2$ is given by

$$y_1(x) = \sum_{n=0}^2 a_{1n} E_n(x), \quad y_2(x) = \sum_{n=0}^2 a_{2n} E_n(x),$$

$$\text{For } a=0, \quad b=1 \text{ and } N=2, \text{ we have } \left\{ x_0 = 0, \quad x_1 = \frac{1}{2}, \quad x_2 = 1 \right\}.$$

From Eq. (19), the fundamental matrix equation of the problem (28) becomes

$$\sum_{k=0}^1 P_k \bar{X} \bar{B}(\alpha_k, \beta_k) (\bar{B}^k) (\bar{M}^T)^{-1} A = G,$$

$$W = P_0 \bar{X} \bar{B}(\alpha_0, \beta_0) (\bar{B}^0) (\bar{M}^T)^{-1} + P_1 \bar{X} \bar{B}(\alpha_1, \beta_1) (\bar{B}^1) (\bar{M}^T)^{-1}$$

where

$$P_0(x) = \begin{bmatrix} -x & x \\ 2x & 2x \end{bmatrix}, \quad P_1(x) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & 0 \end{bmatrix} A_1 = -1, \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & 0 \end{bmatrix} A_2 = 0.$$

The augmented matrix for this fundamental matrix equation is calculated as

$$[W; G] = \begin{bmatrix} 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0; & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1; & 1 \\ -\frac{1}{2} & \frac{3}{2} & -\frac{3}{8} & \frac{1}{2} & 0 & -\frac{1}{8}; & \frac{25}{8} \\ 1 & -1 & \frac{3}{4} & 1 & 1 & -\frac{1}{4}; & -\frac{7}{4} \\ -1 & \frac{3}{2} & 1 & 1 & \frac{1}{2} & 0; & 3 \\ 2 & -1 & 0 & 2 & 2 & 1; & -3 \end{bmatrix}$$

From Eq. (22), the matrix form for initial conditions is computed as

$$[U_k; \lambda_k] = \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0; & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -\frac{1}{2} & 0; & 0 \end{bmatrix}$$

Hence, the new augmented matrix based on conditions from systems (22) can be obtained as follows

$$[W; G] = \begin{bmatrix} 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0; & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1; & 1 \\ -\frac{1}{2} & \frac{3}{2} & -\frac{3}{8} & \frac{1}{2} & 0 & -\frac{1}{8}; & \frac{25}{8} \\ 1 & -1 & \frac{3}{4} & 1 & 1 & -\frac{1}{4}; & -\frac{7}{4} \\ 1 & -\frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0; & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -\frac{1}{2} & 0; & 0 \end{bmatrix}$$

By solving this system, substituting the resulting unknown Euler coefficients matrix into Eq. (3) we obtain the exact solutions for $N=2$ as $y_1(x) = 2x - 1$ and $y_2(x) = x - x^2$.

Example 4.2 : Let us consider the system of linear delay-differential equations

$$\begin{cases} y_1^{(2)} + x e^{x-1} y_1'(x-1) + y_2(x) = e^x + e^{-x} - x \\ y_2^{(2)} + e^{-1-x} y_2'(x+1) + y_1(x) = e^x + e^{-x} + 1 \end{cases}$$

and the initial conditions $y_1(0) = 1, y_2(0) = 1, y_1'(0) = -1$ and $y_2'(0) = 1$ with the exact solutions are $y_1(x) = e^{-x}$ and $y_2(x) = e^x$.

The general structure is as follows;

$$\sum_{k=0}^2 \sum_{j=1}^2 P_{ij}^k(x) Y_j^{(k)}(\alpha_{jk}x + \beta_{jk}) = g_i(x), i=1,2$$

or clearly,

$$\begin{aligned} & \bullet P_{11}^0(x)Y_1^0(\alpha_{10}x + \beta_{10}) + P_{12}^0(x)Y_2^0(\alpha_{20}x + \beta_{20}) + P_{11}^1(x)Y_1^1(\alpha_{11}x + \beta_{11}) + P_{12}^1(x)Y_2^1(\alpha_{21}x + \beta_{21}) \\ & \quad + P_{11}^2(x)Y_1^2(\alpha_{12}x + \beta_{12}) + P_{12}^2(x)Y_2^2(\alpha_{22}x + \beta_{22}) = g_1(x) \\ & \bullet P_{21}^0(x)Y_1^0(\alpha_{10}x + \beta_{10}) + P_{22}^0(x)Y_2^0(\alpha_{20}x + \beta_{20}) + P_{21}^1(x)Y_1^1(\alpha_{11}x + \beta_{11}) + P_{22}^1(x)Y_2^1(\alpha_{21}x + \beta_{21}) \\ & \quad + P_{21}^2(x)Y_1^2(\alpha_{12}x + \beta_{12}) + P_{22}^2(x)Y_2^2(\alpha_{22}x + \beta_{22}) = g_2(x) \end{aligned}$$

Also, we get

$$\begin{aligned} & P_{11}^0(x) = 0, \quad P_{12}^0(x) = 1, \quad P_{11}^1(x) = xe^{x-1}, \quad P_{12}^1(x) = 0, \quad P_{11}^2(x) = 1, \quad P_{12}^2(x) = 0 \\ & P_{21}^0(x) = 1, \quad P_{22}^0(x) = 0, \quad P_{21}^1(x) = 0, \quad P_{22}^1(x) = e^{-1-x}, \quad P_{21}^2(x) = 0, \quad P_{22}^2(x) = 1 \\ & \alpha_{10} = 1, \beta_{10} = 0, \alpha_{20} = 1, \beta_{20} = 0, \alpha_{11} = 1, \beta_{11} = -1, \alpha_{21} = 1, \beta_{21} = 1, \alpha_{12} = 1, \beta_{12} = 0, \alpha_{22} = 1, \beta_{22} = 0, \\ & g_1(x) = e^x + e^{-x} - x, \quad g_2(x) = e^x + e^{-x} + 1. \end{aligned}$$

The approximate solutions $y_1(x)$, $y_2(x)$ for $N=2$ is given by

$$y_1(x) = \sum_{n=0}^2 a_{1n} E_n(x), \quad y_2(x) = \sum_{n=0}^2 a_{2n} E_n(x),$$

For $a=0$, $b=1$ and $N=2$, we have $\left\{x_0=0, x_1=\frac{1}{2}, x_2=1\right\}$.

From Eq. (19), the fundamental matrix equation of the problem (28) becomes

$$\sum_{k=0}^2 P_k \bar{X} \bar{B}(\alpha_k, \beta_k) (\bar{B}^k) (\bar{M}^T)^{-1} A = G,$$

$$W = P_0 \bar{X} \bar{B}(\alpha_0, \beta_0) (\bar{B}^0) (\bar{M}^T)^{-1} + P_1 \bar{X} \bar{B}(\alpha_1, \beta_1) (\bar{B}^1) (\bar{M}^T)^{-1} + P_2 \bar{X} \bar{B}(\alpha_2, \beta_2) (\bar{B}^2) (\bar{M}^T)^{-1}$$

where

$$P_0(x) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad P_1(x) = \begin{bmatrix} xe^{x-1} & 0 \\ 0 & e^{-1-x} \end{bmatrix}, \quad P_2(x) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & 0 \end{bmatrix} A_1 = 1, \quad \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & 0 \end{bmatrix} A_2 = 1, \quad \begin{bmatrix} 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} A_1 = -1, \quad \begin{bmatrix} 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} A_2 = 1.$$

The augmented matrix for this fundamental matrix equation is calculated as

$$[W; G] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 2 & 1 & -\frac{1}{2} & 0; & 2 \\ 1 & -\frac{1}{2} & 0 & 0 & e^{-1} & 2+e^{-1}; & 3 \\ 0 & -\frac{1}{2}e^{-\frac{1}{2}} & 2-e^{-\frac{1}{2}} & 1 & 0 & -\frac{1}{4}; & e^{\frac{1}{2}}+e^{-\frac{1}{2}}-\frac{1}{2} \\ 1 & 0 & -\frac{1}{4} & 0 & e^{-\frac{3}{2}} & 2+2e^{-\frac{3}{2}}; & e^{\frac{1}{2}}+e^{-\frac{1}{2}}+1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & \frac{1}{2} & 0; & e+e^{-1}-1 \\ 1 & \frac{1}{2} & 0 & 0 & e^{-2} & 2+3e^{-2}; & e+e^{-1}+1 \end{bmatrix}$$

From Eq. (22), the matrix form for initial conditions is computed as

$$[U_0; \lambda_0] = \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0; & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -\frac{1}{2} & 0; & 1 \end{bmatrix}$$

$$[U_1; \lambda_1] = \begin{bmatrix} 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0; & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1; & 1 \end{bmatrix}$$

Hence, the new augmented matrix based on conditions from systems (22) can be obtained as follows

$$[W; G] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 2 & 1 & -\frac{1}{2} & 0; & 2 \\ 1 & -\frac{1}{2} & 0 & 0 & e^{-1} & 2+e^{-1}; & 3 \\ 1 & -\frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0; & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -\frac{1}{2} & 0; & 1 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0; & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1; & 1 \end{bmatrix}$$

By solving this system, substituting the resulting unknown Euler coefficients matrix into Eq. (3) we

obtain the Taylor expansion of exact solutions for $N=2$ as $y_1(x) = 1 - x + \frac{x^2}{2}$ and

$$y_2(x) = 1 + \frac{9007199254740993x}{9007199254740992} + \frac{5373585799541787x^2}{9007199254740992} \cong 1 + x + \frac{x^2}{2}$$

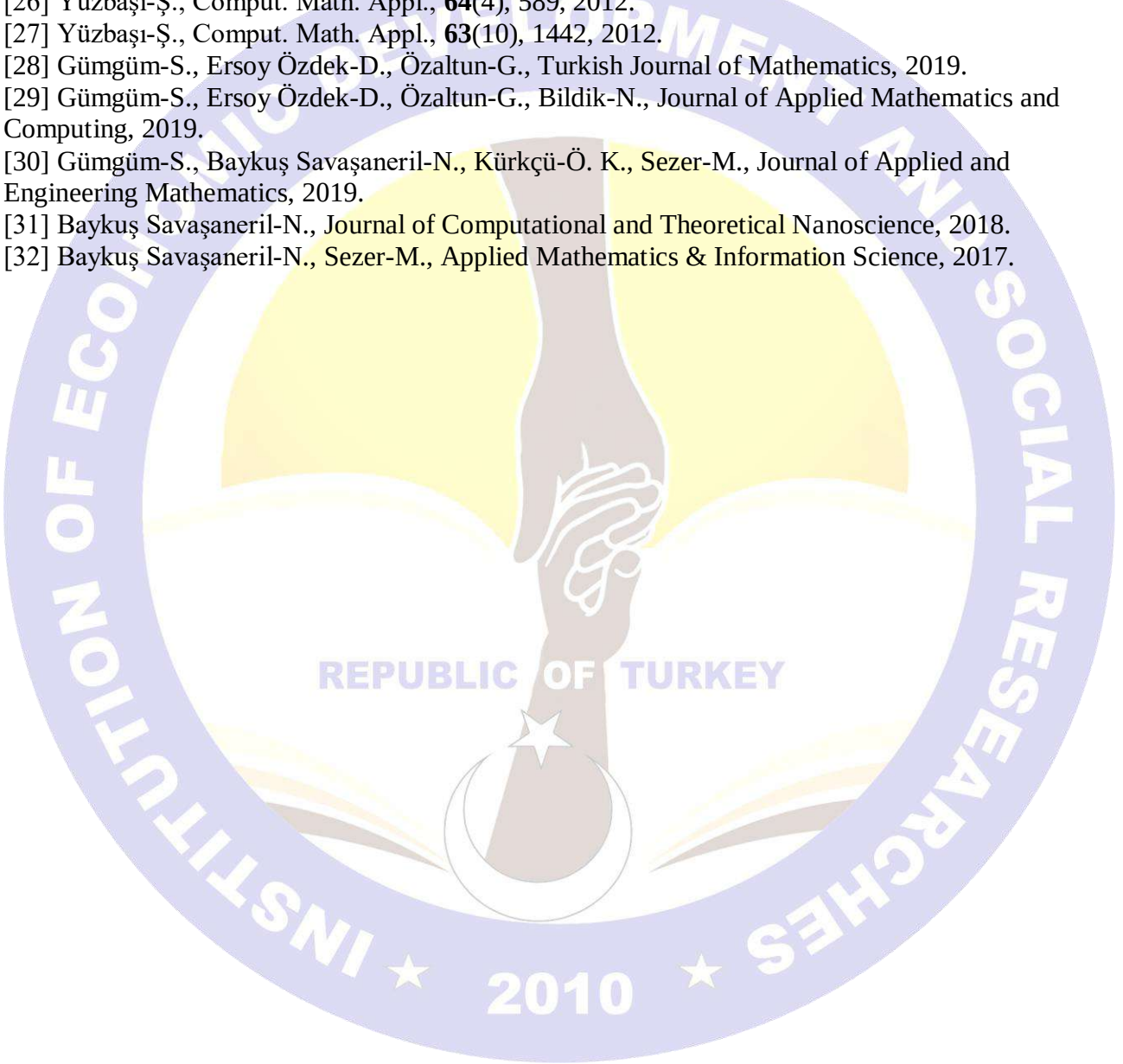
Conclusion

Generally, it is analytically difficult to solve the functional systems such as the high-order linear differential-difference equations system. Hereby, approximate solutions are required. In this study, a new collocation method based on the Euler polynomials have been introduced with the aid of the residual error technique for solving system of linear functional differential equations. As it has been seen from the results, the developed method is very useful and prevalent.

References

- [1] Saeed R.K., Rahman B.M., Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 4(8):3613-3621, 2010.
- [2] Abdel-Halim I. Hassan, Appl Math Modell, 32:2552–9, 2008.
- [3] Ismail F, Suleiman M, Appl. Math. Comput., 121(1): 37, 2001.
- [4] Saadatmandi A, Dehghan M., Comput. Math. Appl., 58(11): 2190, 2009.
- [5] Shakeri F, Dehghan M, Math. Comput. Model., 48(3-4): 486, 2008.
- [6] Zurigat M, Momani S, Odibat Z, Alawneh A., Appl Math Modell, 34:24–35, 2010.
- [7] Gökmen E., Sezer M, Ain Shams Engineering Journal, 4, 117-125, 2013.
- [8] Shahmorad-S., Appl. Math. Comput., 167(2), 1418, 2005.
- [9] Çetin-M., Sezer-M., Güler C., Math. Probl. Eng., 14, 2015.
- [10] Çelik-İ., Appl. Math. Comput., 160(2), 401, 2005
- [11] Çelik-İ., Appl. Math. Comput., 174(2), 910, 2006.
- [12] Sezer-M., Akyüz-Daşcıoğlu-A., Appl. Math. Comput., 174(2), 1526, 2006.
- [13] Banks-H.T., Rosen-I.G., J. Math. Anal. Appl., 96(1), 226, 1983.
- [14] Dehghan-M., Shakeri-F., Phys. Scr., 78(6), 11, 2008.
- [15] Evans-D.J., Raslan-K.R., Int. J. Comput. Math., 82(1), 49, 2005.

- [16] Filipponi-P., Horadam-A.F., Fibonacci Quart., **31**(3), 194, 1993.
- [17] Gülsu-M., Sezer M., Appl. Math. Comput., **168**(1), 76, 2005.
- [18] Ismail-F., Suleiman-M., Appl. Math. Comput., **121**(1), 37, 2001.
- [19] Khader-M.M., Hendy-A.S., Int. J. Pure Appl. Math., **74**(3), 287, 2012.
- [20] Martin-JA., Garcia-O., Math. Comput. Model., **36**(7-8), 805, 2002.
- [21] Oğuz-C., Sezer-M., Appl. Math. Comput., **259**, 943, 2015.
- [22] Sherif-M.N., Abouelfarag-I., Amer-T.S., Int. J. Pure Appl. Math., **90**(1), 73, 2014.
- [23] Shakeri-F., Dehghan-M., Math. Comput. Model., **48**(3-4), 486, 2008.
- [24] Ramadan-M.A., El-Sherbeiny-A.E.A., Sherif-M.N., Int. J. Comput. Math., **86**(7), 1167, 2009.
- [25] Ramadan-M.A., El-Sherbeiny-A.E.A., Sherif-M.N., Int. J. Comput. Math., **83**(12), 925, 2006.
- [26] Yüzbaşı-Ş., Comput. Math. Appl., **64**(4), 589, 2012.
- [27] Yüzbaşı-Ş., Comput. Math. Appl., **63**(10), 1442, 2012.
- [28] Gümgüm-S., Ersoy Özdek-D., Özaltun-G., Turkish Journal of Mathematics, 2019.
- [29] Gümgüm-S., Ersoy Özdek-D., Özaltun-G., Bildik-N., Journal of Applied Mathematics and Computing, 2019.
- [30] Gümgüm-S., Baykuş Savaşaneri-N., Kürkcü-Ö. K., Sezer-M., Journal of Applied and Engineering Mathematics, 2019.
- [31] Baykuş Savaşaneri-N., Journal of Computational and Theoretical Nanoscience, 2018.
- [32] Baykuş Savaşaneri-N., Sezer-M., Applied Mathematics & Information Science, 2017.



OTONOM ROBOTLAR İÇİN KABLOSUZ SENSÖR AĞI UYGULAMASI

APPLICATION OF WIRELESS SENSOR NETWORKS FOR AUTONOMOUS ROBOTS

Yücel YILMAZ

Yüksek Lisans Öğrencisi, Marmara Üniversitesi

Mustafa Caner AKÜNER

Prof. Dr., Marmara Üniversitesi

Özet

Kablosuz Sensör Ağları(KSA), kablosuz bir ortam vasıtasıyla birbirine bağlanmış yüzlerce veya binlerce sensör düğümünden oluşabilmektedir. Sensör düğümleri; dahili batarya, RF adaptörü, mikrodnetleyici ve sensör birimi ile tümleşik bir yapı oluşturur. Kablosuz sensör ağları nem, sıcaklık, ışık, basınç, toprak bileşimi gibi çevresel koşulları izlemenin yanında; nesne hareketi, gürültü seviyesi, ağırlık, boyut, hareket hızı, yönü ve son konumu gibi fiziksel durumları inceleyebilme özelliklerine de sahiptirler. Bu çalışmada, yukarıda bahsedilen çevresel ve fiziksel koşulları izlemek için öncelikle sensör düğümleriyle donatılmış otonom robotlarda MQTT tabanlı bir KSA tasarımı ve gerçekleştirilmesi üzerinde çalışılmıştır. Ayrıca tasarımı yapılan KSA için, toplanan sensör verilerini uzaktan izlemek için gömülü bir sistem üzerinde çalışan monitörleme yazılımı da geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kablosuz Sensör Ağı, MQTT protokolü, Ağ Topolojisi, Uzaktan İzleme

Abstract

An ordinary Wireless Sensor Network, or WSN for short, may consist of hundreds or thousands of sensor nodes connected to each other via a wireless environment. Sensor nodes form an integrated structure in a film canister with its own battery-RF adapter, microcontroller and sensor board. WSNs are utilized to monitor the environmental conditions such as humidity, temperature, light, pressure, soil composition; and physical properties such as object movements, noise level, weight, size, movement speed, direction, end position. In this work we aim to design and establish a WSN based on MQTT protocol that can be used primarily in autonomous robots equipped with sensors in order to monitor the above environmental and physical conditions. For this designed WSN we also develop a monitoring software on an embedded system to monitor the collected sensor datas remotely.

Keywords: Wireless Sensor Network, MQTT Protocol, Network Topology, Remote Monitoring

1. GİRİŞ

Sensör ya da Türkçe olarak Algılayıcı, fiziksel dünya ile etkileşimde bulunmak amacıyla kullanılan elemandır. Fiziksel dünyadan aldığı verileri bir karar verme birimine ileterek görevini gerçekleştirmektedir. Bu karar sonucu da eyleyici ya da eyleyicilere iletilerek istenilen, önceden belirlenen bir görev tamamlanmaktadır. Sensörler bir araya gelerek ağ oluşturabilme yapısına sahiptirler. Kablosuz sensör ağları; kablosuz olarak birbirleriyle bilgi alışverişi yapan sensörler ve bunların bir merkezden izlenmesini sağlayan ağlardır [1,2]. Sıradan bir Kablosuz Sensör Ağı(Wireless Sensor Network ya da kısaca WSN) kablosuz bir ortam vasıtasıyla birbirine bağlanmış yüzlerce veya binlerce sensör düğümünden oluşabilmektedir. Sensör düğümleri bir film teneke kutu içerisinde kendi pili, RF adaptörü, mikrodnetleyici ve sensör

panosu (board) ile tümleşik bir yapı oluşturur [3]. Kablosuz sensör ağları genel olarak; nem, sıcaklık, ışık, basınç, nesne hareketleri, toprak bileşimi, gürültü seviyesi, bir nesnenin varlığının tespiti, belirli bir nesnenin; ağırlık, boyut, hareket hızı, yönü, son konumu gibi fiziksel durumlarını izleyebilme özelliklerine sahiptirler.

Kablosuz sensör ağlarının uygulama alanları; çevresel uygulamalar başlığı altında orman yangını, sel, deprem gibi doğal afetlerin ölçümlendirilmiş olarak hızlı bir şekilde ihbar edilmesinde, hava kirliliği tespiti ve ayrıntılı rapor alınmasında, doğal yaşamın gözlenmesinde kullanılabilmektedir. Askeri uygulamalar kısmında; dost kuvvetlerin teçhizat ve cephanesinin izlenmesi, savaş alanının gözlenmesi, arazi hakkında keşifte bulunma, hedefin konumu, sürati gibi hedef bilgilerinin tespiti, düşmana verdirilen hasar miktarının tespit edilmesi, nükleer, biyolojik ve kimyasal (NBC) saldırı ihbarının alınması ya da keşfi gibi durumlarda kendine yer bulmaktadır [4].

Literatürde bulunan bir çalışmada, Zigbee uyumlu haberleşme modülleri ve yazılım ile noktadan noktaya kablosuz haberleşme aracılığıyla domuzlara implant edilmiş olan sensörlerden kalp ile alakalı aortik ventriküler basınç ve sıcaklık verileri okunmuştur. Kullanılan haberleşme protokolü yazılımı ile IEEE 802.15.4 standardının alt seviye özellikleri in-vivo isimli veri izleme programında doğrulanmış ve böylece Zigbee'nin minimal bir türevi elde edilmiştir [5,6].

Diğer bir çalışmada, Kolombiya Nehri çevresel gözlem ve tahmin sistemi (Environmental observation and forecasting system kısaca EOFS) Oregon enstitüsündeki kıyı ve arazi araştırma merkezi tarafından yaptırılmıştır. Kolombiya Nehri'nin içinde ya da çevresinde özellikle de denize döküldüğü yerde toplam 23 adet sabit istasyon kurulmuştur. Kablosuz sensörlerden alınan bilgiler ile gemilerin aktif olarak kontrolü, arama-kurtarma, ekosistem araştırması ve yönetimi gibi alanlarda kullanılmaktadır. Ayrıca algılayıcı bilgileri ORBCOMM LEO uydusu tarafından alınmaktadır ve internet ortamından gerçek zamanlı olarak aktarılmaktadır [7,10].

Yapılan bu çalışmada, sensör düğümleri; sıcaklık, nem, ultrasonik mesafe ölçer ve yağmur sensörü gibi sensör çeşitleri içermektedir. Bu sensörler, gündelik hayatta hem sık karşılaşılan hem de temini kolay olmaları sebebiyle seçilmişlerdir. Kablosuz sensör ağı altyapısında kablosuz haberleşme protokolü olarak MQTT kullanılmıştır. Proje'nin açık kaynak olması amaçlandığından dolayı hem taşınabilirlik hem de uygulanabilirliği kolay, güç kullanımı tarafında kullanıcıyı tatmin eden ESP8266 tabanlı NodeMCU ürünleri sensör düğümü tarafında kullanılmıştır. Sensör düğümlerinden gelen verilerin işleneceği koordinatör düğüm kısmında ise Raspberry Pi 3 modeli kullanılmaktadır. İşlenen sensör düğüm verilerinin monitör edildiği uzaktan izleme panel yazılımı Qt çatısı altında C++ programlama dili kullanılarak yazılmıştır. Hem Linux hem de Windows üzerinde çalışabilmektedir. İki ana işletim sistemi üzerinde de çalışan bu yazılımın uygulanabilirliği ve kendine yer edinebilirliği açısından önemlidir.

1.1. Amaç ve Önem

Teknoloji'nin gelişmesiyle birlikte ihtiyaç duyulan fiziksel verilerin sensörler aracılığıyla işlenerek eyleyiciler yardımıyla harekete geçen otonom robotlar, gün geçtikçe daha da önem arz etmektedir. Hayatın her alanında kendine yer bulan otonom robotlar bir takım algılayıcılarla donatılmışlardır. Algılayıcılar genellikle kablolu olarak bir karar verme birimine bağlıdır. Algılayıcı (Sensör) sayısı artmasıyla birlikte sensörler üzerinde bulunan gerilim ve sinyal uçları sistem içerisinde kablo karmaşıklığını da aynı oranda artmaktadır. Bu sebeple sistemin yani otonom robotun mümkün olduğunca karmaşıklıktan uzak, modüler bir yapıda tasarlanması arzulanmaktadır. Sistem karmaşıklığını olabildiğince minimuma indirmek için bu çalışmada kablosuz bir sensör ağının kurulması ortaya koyulmuştur. Sensörlerin kablolardan arındırılmasıyla birlikte kablolu ağların çalışmasının imkanının olmadığı ya da kullanılamayacağı durumlarda kullanılabılırler.

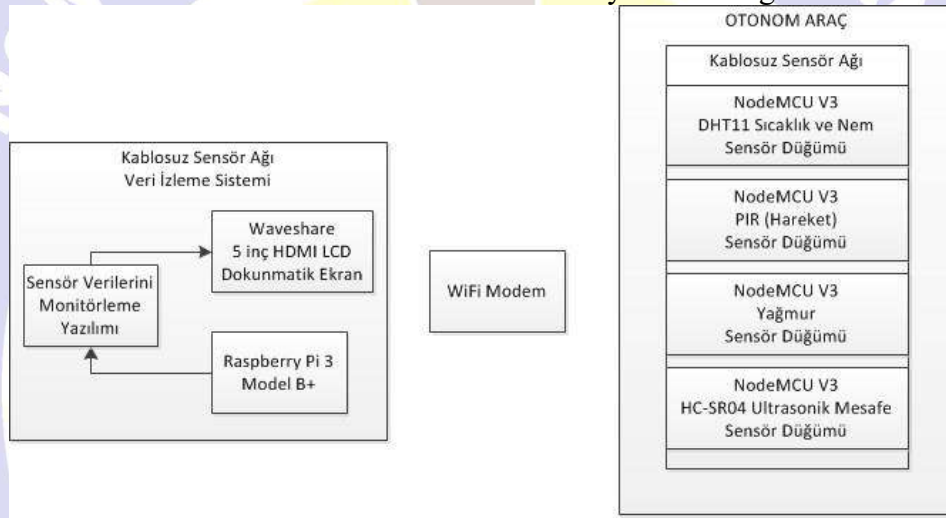
Bu çalışmanın temel amacı; öncelikli olarak otonom robotlarda kullanılabilecek sensör düğümleri tasarlanıp bu sensör düğümlerinin haberleşme altyapısı kurularak kablosuz sensör ağının oluşturulmasıdır. Oluşturulacak kablosuz sensör ağı diğer uygulama alanlarında da kendine yer bularak öncü olması planlanmaktadır. Özellikle son zamanlarda revaçta olan nesnelerin interneti gibi teknolojiler geliştikçe kablosuz sensör ağlarının önemi de artmaktadır.

2. SİSTEM TASARIMI

Bu bölümde otonom bir arazi aracı için tasarlanan KSA(Kablosuz Sensör Ağı)’nın sistem mimari tasarımı, sensör düğümleri tasarımları ve kullanılan komponentlerle ilgili bilgiler verilmektedir.

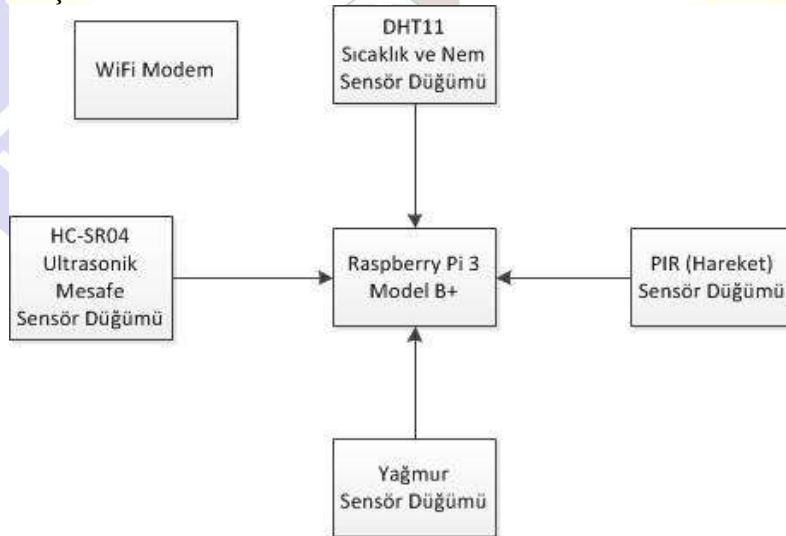
2.1.Kablosuz Sensör Ağı Sistem Mimarisi

Kablosuz sensör ağı için önerilen yapının sistem mimarisi Şekil 2.1.’de verilmiştir. Önerilen yapıda sensör düğümleri tarafında DHT11 sensörü sıcaklık ve nem ölçümü, PIR sensörü hareket var/yok tespiti, yağmur sensörü yağmur durumu, HC-SR04 sensörü ultrasonik olarak mesafe ölçümü işlemlerinde kullanılmışlardır. Sistemde kullanılan sensör çeşitleri arazide görev yapabilecek bir otonom robot aracı düşünülerek seçilmiştir. WiFi router/modem MQTT tarafında kullanılacak olan kablosuz haberleşme ağı için Wi-Fi şebekesini kuran, kablosuz sinyal gönderen kısımdır. Şekil 1’de veri izleme sistemi olarak tanımlanmış olan bölgede tüm sensör düğümlerinden gelen verilerin işlendiği koordinatör düğüm olarak Raspberry Pi 3 bulunmaktadır. İşlenen veriler Waveshare marka 5 inç HDMI LCD dokunmatik ekran üzerinde monitörleme yazılımı ile gösterilmektedir.



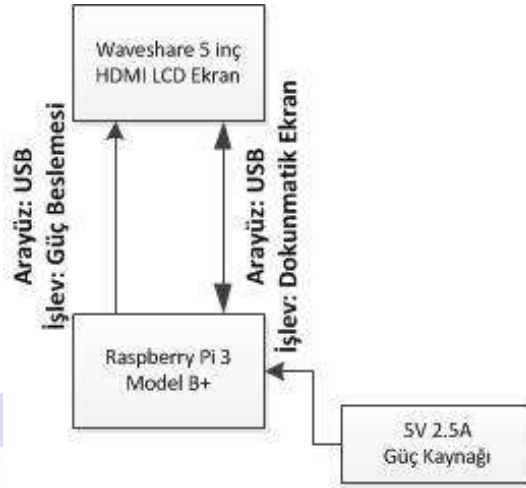
Şekil 2.1. Önerilen KSA yapısının sistem mimarisi

Sensör düğümleri ile koordinatör düğüm arasında tek bir noktadan merkezi bir sistem tasarımı amacı güdüldüğünden yıldız topolojisi kullanılmıştır. Yıldız topolojisinin sisteme uyarlanmış hali Şekil 2.2’de gösterilmiştir.



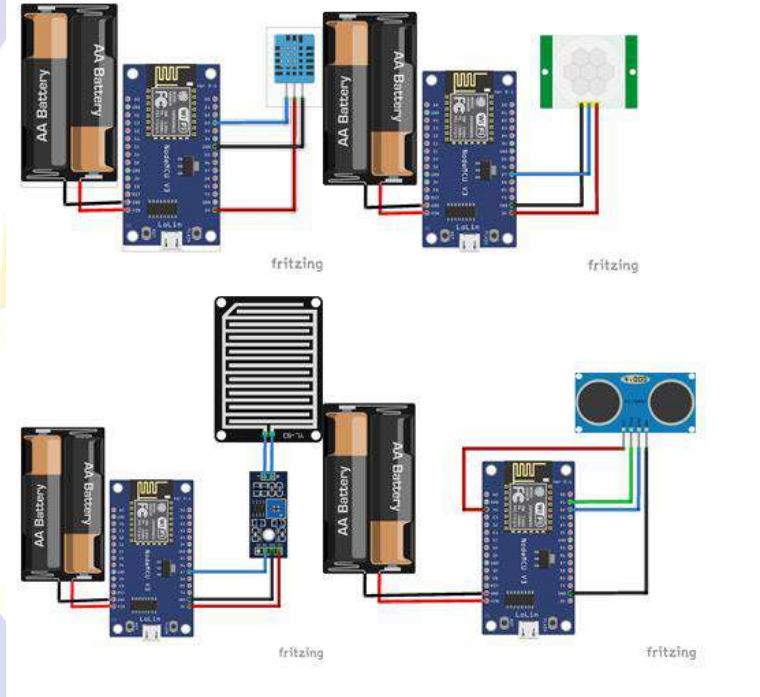
Şekil 2.2. Sensör düğümleri ile koordinatör düğüm arasındaki yıldız topolojisi

Koordinatör düğüm olan Raspberry Pi 3 ile dokunmatik ekran arasındaki fiziksel arayüz Şekil 2.3.’de verilmiştir.



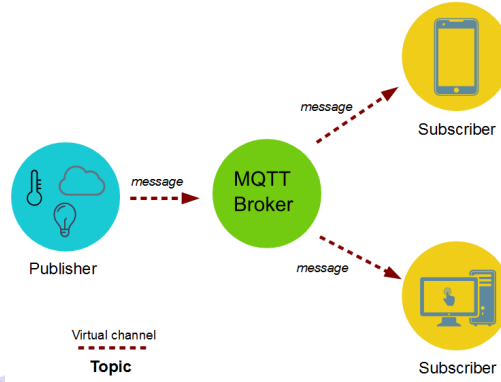
Şekil 2.3. Koordinatör düğüm Raspberry Pi ile dokunmatik ekran arayüzü

Sensör düğümleri tarafında; NodeMCU V3 ile DHT11 sıcaklık ve nem sensörü, PIR hareket sensörü, yağmur sensörü ve HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü bağlantıları soldan sağa sırasıyla Şekil 2.4’de verilmiştir.



Şekil 2.4 DHT11, PIR, Yağmur ve HC-SR04 ile NodeMCU V3 bağlantıları

Kablosuz sensör ağında haberleşme altyapısı olarak TCP / IP tabanlı bir mesajlaşma protokolü olan MQTT kullanılmıştır. MQTT kullanılmasının sebebi, KSA içerisindeki herhangi bir sensör düğümünün herhangi bir konuda yayın yapıp konfigüre edilmesi dahilinde istenilen bir konuya da abone olabilmesidir. Böylece otonom araç üzerine koyulabilecek bir sensör düğümünün kendine tahsis edilen konu başlığı altında yayın yapabilmesi veri izlenebilirliği açısından önemlidir. Ayrıca MQTT’nin verileri byte dizileri şeklinde transferi ve yayıncı-abone semantik modeli sayesinde kısıtlı kaynaklara sahip cihazlarda enerji tüketimi konusunda oldukça avantajlı bir durumdadır. MQTT mesajlaşma protokolünün genel çalışma prensibi Şekil 2.5.’de gösterilmiştir.

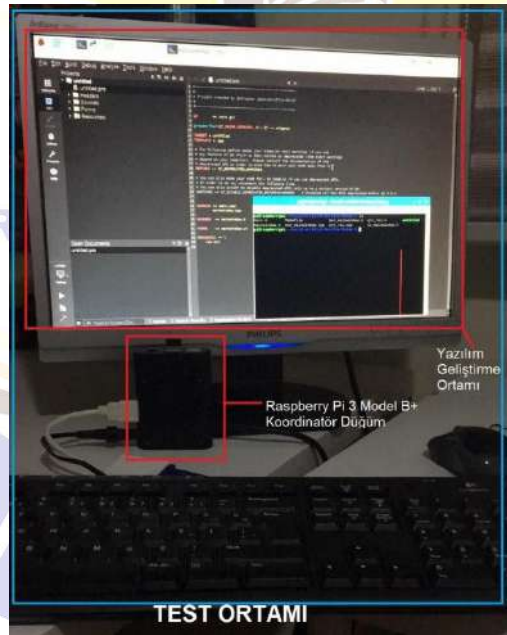


Şekil 2.5. MQTT genel çalışma prensibi

3. SİSTEM GERÇEKLEMESİ VE TESTİ

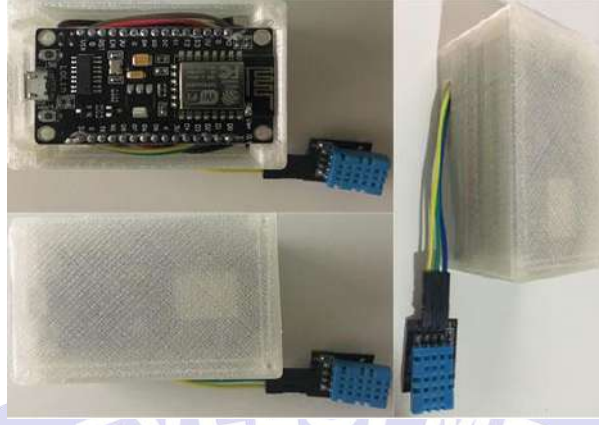
Bu kısımda sistem tasarımı yapılan kablosuz sensör ağının gerçekleştirilmesi ve test ortamının kurulup testlerinin yapılması anlatılmıştır. KSA(Kablosuz Sensör Ağı) sistem mimarisi başlığı altında sensör düğümlerinin tasarımları fiziksel olarak gerçekleştirilmiştir. MQTT aracı(broker) yazılımı Mosquitto, Raspberry Pi 3 kartına kurulmuştur. Monitörleme yazılımı için gerekli olan yazılım geliştirme ortamı Qt Creator, Raspberry Pi 3 üzerinde kurulumu yapılarak yazılım ilgili mini bilgisayar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Qt Creator yazılımı, kişisel bilgisayar üzerinde kurulup yazılım geliştirilmesi ilgili bilgisayar üzerinde de yapılabilir. Fakat projenin ARM mimarisine göre derlenmesi gerekmektedir. Kişisel bilgisayar tarafına da Arduino IDE kurularak NodeMCU ESP8266 için gerekli olan eklentiler yüklenmiştir. Böylece sensör düğüm tarafında gerekli olan yazılım Arduino IDE üzerinde geliştirilmiştir.

Yukarıda bahsi geçen işlemler tamamlandıktan sonra test ortamı kurulmuştur. İlgili test ortamı Şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



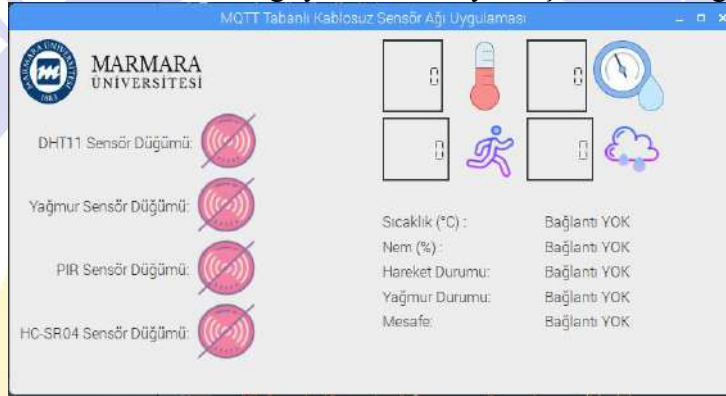
Şekil 3.1. Yazılım geliştirme, koordinatör düğüm ve test ortamı

KSA sistem mimarisi başlığında bahsi geçen sensör düğümlerinin tasarımının fiziksel gerçekleştirilmesi Şekil 3.2.'de gösterilmektedir. Sensör düğümü; NodeMCU V3, LiPo batarya, ilgili sensör ve bunları kapsayan bir kutu içermektedir. KSA bünyesinde Şekil 3.2.'de gösterilen sensör düğümlerinden dört adet bulunmaktadır.



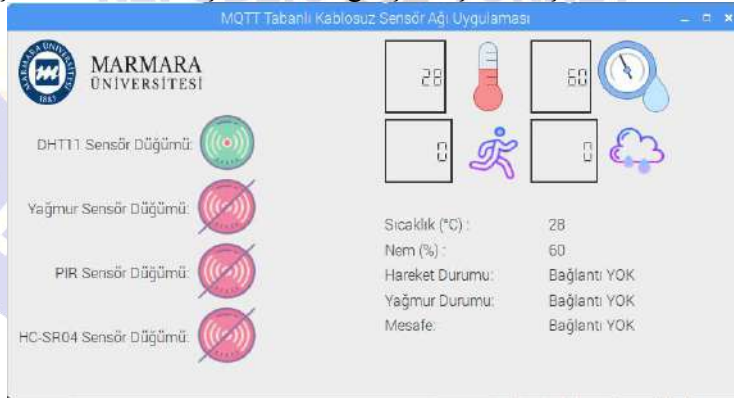
Şekil 3.2. Fiziksel gerçekleştirilmesi yapılan bir sensör düğümü

Sensör düğümlerinden gelen verilerin koordinatör düğüm olan Raspberry Pi'de işlendikten sonra dokunmatik ekran üzerinde monitörleneceği yazılımın arayüzü Şekil 3.3.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. KSA monitörleme yazılımı

Monitörleme yazılımının sol tarafında yer alan simgeler, sensör düğümünün koordinatör düğüm ile olan bağlantı durumunu göstermektedir. Sensör düğümü koordinatör düğüm ile bağlantı kurduğunda Şekil 3.4.'deki gibi ilgili aktif olan sensör düğümünün simgesel durumu yeşil renge dönmektedir. Sağ kısımda yer alan kısımda ise, sensör düğümlerinden gelen veriler gösterilmektedir. Şekil 3.4.'de örnek olarak DHT11 sensör düğümü aktif edilmiş ve sıcaklık ile nem değerleri elde edilmiştir. Testler oda şartlarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.4. KSA monitörleme yazılımı sensör düğüm aktiflik durumu

Kurulan test ortamında bilgisayar monitörü kullanılarak yazılım geliştirmeleri yapılmıştır. Yazılım geliştirme süreci boyunca koordinatör düğüm ile sensör düğümlerinin arasındaki haberleşme testleri bu ortam üzerinde gerçekleştirilmiştir. KSA sistem mimarisi içerisinde yer alan koordinatör düğüm'e bağlı 5 inç HDMI LCD dokunmatik ekranın koordinatör düğüme entegrasyonu ve yazılımın devreye alınması Şekil 3.5.'de gösterilmiştir. Dokunmatik ekran için 3D yazıcıdan ekran çerçevesi çıkarılmıştır.



Şekil 3.5. Koordinatör düğümün dokunmatik ekran ile entegrasyonu

Entegrasyon işlemleri tamamlandıktan sonra iki adet sensör düğümüyle test edilmiştir. Yağmur sensörünün çalışır durumunu test etmek için sensör üzerine birkaç damla su damlatılmıştır. Hareket sensörü için de hareket sensörünün görüş alanında hareket edilerek ekran üzerinde sensör düğüm veri durumu gözlemlenmiştir. İlgili test işlemi Şekil 3.6.'da gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Sensör düğümlerinin test işlemi

Dokunmatik ekran üzerinde hareketin ve su damlalarının algılandığı bilgisi görülmüştür. Sensör düğümlerinin bağlantı durumlarının stabil olduğu da gözlemlenmiştir. Dört sensör düğümünün aynı anda bağlı olduğu durumda da sensör düğümlerinin koordinatör düğüm ile olan bağlantı durumlarını koruduğu yapılan testlerde tespit edilmiştir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada geliştirilen sensör düğümlerinde mikrodenetleyici tabanlı kontrol birimi olarak hızlı elektronik prototipleme amacıyla NodeMCU gibi hazır bir elektronik geliştirme kartı çözümüne gidilmiştir. NodeMCU üzerinde kullanılan ESP12E modülü baz alınarak kullanılacak sensör ve pil gibi bileşenler göz önünde bulundurularak PCB çizilebilir.

Çalışmada kullanılan özellikle sıcaklık ve mesafe sensörleri yapılan çalışma için yeterli olup, profesyonel bir kullanım için yeterli değildir. Pt1000 RTD sıcaklık sensörü gibi daha hassas ve ölçüm kararlılığı yüksek ürünler seçilebilir.

Pil olarak 950mAh değeri yerine 2A-3A gibi Li-Po(Lityum-Polimer) ya da Li-ion(Lityum-İyon) sensör düğümlerine sığabilecek yüksek akıma sahip pil çözümlerine gidilerek sensör düğümlerinin daha uzun süre çevrimiçi olabilmesi sağlanabilir.

Monitörleme yazılımı ve sensör düğüm gömülü yazılım kısmında sensör düğümlerinden gidecek veri sıklığı ile monitörleme yazılımı tarafında alınacak veri sıklığı doğru ayarlanmalıdır. Aksi takdirde sensör düğümleri arasında senkronizasyon sağlanması sıkıntılı olabilmektedir.

Çoklu ve karmaşık KSA topolojisi senaryolarında MQTT kullanımı söz konusu ise MQTT SN(Sensor Network) çözümüne gidilebilir.

MQTT tabanlı kablosuz sensör ağı geliştirilirken koordinatör düğüm tarafında bulut tabanlı yenilikçi çalışmalar da geliştirilebilir.

Sonuç olarak şahsi yüksek lisans tezinden alıntılar yapılan bu çalışma kapsamında geliştirilen uygulamanın amacı, otonom robotlar üzerine yerleştirilebilir sensör düğümleri tasarlanarak MQTT tabanlı kablosuz bir sensör ağı geliştirme konusunda faydalı olmaktır. Yukarıda bahsedilen iyileştirme çalışmaları yapıldığı takdirde, bu çalışma sonucu çıkan uygulamanın daha stabil ve etkin kullanımı sağlanabilir.

5. KAYNAKÇA

- [1] Q. Wang, K. Xu and H.S. Hassanein, "A Practical Perspective on Wireless Sensor Networks," Chapter 9, Handbook of Sensor Networks: Compact Wireless and Wired Sensing Systems (Ilyas/Mahgoub, Eds), CRC Press, July 2004 .
- [2] O.D. Şafak., Z.Halim., Kablosuz Sensör Ağlar ve Güvenlik Problemleri, Sayfa:1-2
- [3] Sensör düğümü, http://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_sensor_network
- [4] Kablosuz Algılayıcı Ağlarda Güvenli Yönlendirme: Ataklar ve Karşı Önlemler, <https://web.cs.hacettepe.edu.tr/~abc/teaching/bil656/presentations/FatihSaglam.pdf>
- [5] Ç.E.Hüseyin, 2009, "Kablosuz Sensör Ağlarının MicaZ Tabanlı Biyomedikal Uygulaması", Sayfa: 20-21
- [6] Valdastrì, P., Rossi, S., Menciassi, A., Lionetti, V., Bernini, F., Recchia, F.A., and Dario, P., 2007, "An implantable ZigBeeready telemetric platform for in-vivo monitoring of physiological parameters", Elsevier.
- [7] A.Oğuz, B.H.Hasan, "Kablosuz Algılayıcıların Güncel Kullanım Alanları",İstanbul Arel Üniversitesi, İstanbul
- [8] Alan Mainwaring, David Culler, Joseph Polastre, Robert Szewczyk, and John Anderson, "Wireless sensor networks for habitat monitoring," in ACM WSNA'02, GA, USA, 2002.
- [9] Robert Szewczyk et al., "Application driven systems research: habitat monitoring with sensor networks," Communications of the ACM Special Issue on Sensor Networks, vol. 47, no. 6, pp. 34-40, 2004.
- [10] CORIE. [Online]. <http://www.ccalmr.org/CORIE/>
- [11] Kodali, R. K., & Mahesh, K. S. (2016). Low cost ambient monitoring using ESP8266. In Proceedings of the 2016 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics, IC3I 2016 (pp. 779–782).

NESNELERİN İNTERNETİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

AN APPLICATION OF THE INTERNET OF THINGS

Hüseyin GÜNEŞ

Dr. Öğr. Üyesi, Balıkesir Üniversitesi

Sabri BİCAKCI

Dr. Öğr. Üyesi, Balıkesir Üniversitesi

Hakan ÇITAK

Öğr. Gör. Dr., Balıkesir Üniversitesi

Mustafa ÇORAMIK

Arş. Gör. Dr., Balıkesir Üniversitesi

Yavuz EGE

Prof. Dr., Balıkesir Üniversitesi

Özet

Nesnelerin İnterneti (IoT), çevremizdeki fiziksel değişkenleri kontrol etmemizi ve takip ederek analiz etmemizi sağlayan cihaz, yazılım ve erişim hizmetlerini kapsayan bir iletişim ağıdır. Bu fiziksel değişkenler, bir akıllı ev modeli için sıcaklık, basınç, kuvvet, ışık, nem olabileceği gibi enerji şebekeleri için akım, voltaj gibi analog ya da digital olarak ölçülebilecek fiziksel büyüklükler olabilir. Günümüzde bu tür fiziksel değişkenlerin okunmasında, uzaktan takip edilmesinde ve duruma göre diğer cihazların uzaktan kontrolünde Aduino programlama platformları ya da kartları aktif olarak kullanılmaktadır. Uzaktan erişim LAN ya da WLAN şeklinde olabilir. LAN bağlantı için Enc28j60 ethernet modülü ve WLAN bağlantı içinde daha çok ESP8266 Wi-Fi modülü kullanılmaktadır. Bu çalışmada nesnelerin internetine bir örnek olması açısından bir analog verinin takibi ve bir cihazın dijital kontrolü için bir web arayüzü tasarlanmış ve Enc28j60 ethernet modülü ile Arduino Mega 2560 birlikte kullanıldığı bir sistem geliştirilmiştir. Arduino Mega 2560'ın bir Web sunucu ve analog dijital giriş çıkış platformu olarak kullanıldığı bu proje bildirisi kapsamında ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

319

Anahtar Kelimeler: *Ethernet Modülü, Web Arayüzü, Arduino, Yerel Ağ Bağlantısı (LAN)*

Abstract

The Internet of Things (IoT) is a network of devices, software and access services that allow us to control and monitor the physical variables around us. These physical variables can be temperature, pressure, force, light and humidity for a smart home model or physical quantities such as current, voltage for energy networks that can be measured analogly or digitally. Today, Aduino programming platforms or cards are actively used to read, remotely monitor such physical variables and in some cases to remotely control other devices. Remote access can be either LAN or WLAN. Enc28j60 Ethernet module is used for LAN connection and ESP8266 Wi-Fi module is frequently used for WLAN connection. In this study, a web interface is designed for monitoring an analog data and digitally controlling a device as an example to the Internet of things. For this purpose, a system is developed in which the Enc28j60 ethernet module and Arduino Mega 2560 are used together. The study, in which the Arduino Mega 2560 is used as a Web server and as an analog digital input and output platform, is explained in detail within the scope of the paper.

Keywords: *Ethernet Module, Web Interface, Arduino, Local Area Network (LAN)*

1.Giriş

Nesnelerin İnterneti (IoT), çevremizdeki fiziksel değişkenleri kontrol etmemizi ve takip ederek analiz etmemizi sağlayan cihaz, yazılım ve erişim hizmetlerini kapsayan bir iletişim ağıdır.

Nesnelerin İnterneti; E-Sağlık[1], Ev Otomasyonu[2], Akıllı Çevre[3], Akıllı Su[4], Akıllı Tarım[5], Akıllı Hayvancılık[6], Akıllı Enerji[7], Akıllı Şehirler[8], Akıllı Ölçüm[9], Endüstriyel Kontrol[10], Güvenlik ve Acil Durumlar[11], Alışveriş[12], Lojistik[13] gibi uygulamalarda etkin olarak kullanılmaktadır. Bu alanlarda daha kaliteli hizmet vermek, verimliliği ve üretkenliği arttırmak için sensörlerden veriler toplanmakta ve büyük veriyi oluşturarak Bulut Bilişim sistemlerinde depolanmaktadır. Daha sonra bu veriler makine öğrenimi yöntemleriyle analiz edilerek ilgili iyileştirmelerin yapılması sağlanmaktadır.

E-Sağlık uygulamaları için EKG cihazı ile kalp ritmimizin sürekli kontrol edilmesi, ev otomasyon uygulamaları için su ve enerji tüketiminin kontrol edilmesi, akıllı çevreler uygulamaları içinse, yanıcı gazların takibiyle kurulacak olan orman yangınları gözetimi, fabrikaların karbondioksit salınımlarının, otomobil ve çiftliklerin çevreye yaydığı zehirli gazların neden olduğu hava kirliliği kontrolü, yerel hava durumu takibi, kar ve yağmur seviyelerinin, toprak nemi, titreşim ve yer yoğunluğu izlenmesiyle olası sel, çığ ve heyelan felaketlerini önceden saptama, özellikle fay hattı boyunca belirlenecek noktalardaki titreşimlerin değerlendirilerek erken deprem algılanması nesnelerin interneti uygulamalarına örnek sayılabilir.

Akıllı su uygulamalarına, içme suyunun izlenmesi, boru hatlarındaki basınç değişimlerinin saptanması, akarsularda fabrikaların atıklarını algılayan kimyasal sızıntı tespiti, denizlerdeki gerçek zamanlı kirlilik seviyesi ölçümleri, nehir ve barajların su seviyesi değişimlerinin izlenmesi örnek verilebilir. Endüstriyel Nesnelerin İnterneti uygulamaları için örnek olarak özellikle kimyasal ürün üreten endüstriyel tesislerdeki zehirli gaz ve oksijen seviyelerinin izlenmesi, endüstriyel veya tıbbi alanlardaki hassas ürünlere yönelik sıcaklık kontrolü, gıda fabrikalarındaki et kurutma sürecinde ozon seviyelerinin izlenmesi verilebilir.

Nesnelerin interneti uygulamalarında en popüler nesne sensörlerdir. Fiziksel büyüklüklerin değişimlerini elektrik sinyallerine çevirerek elektronik sistemlere aktarmak için kullanılırlar (Gaz, renk, görüntü, basınç, fotoelektrik, IR, nem, titreşim hareket sensörü vb.). Sensörlerin bazıları analog çıkış verirken bazıları dijital çıkış vermektedir. Bu analog ya da dijital sinyaller, bilgisayar donanımında değerlendirilecekse o zaman farklı veri yolları kullanılabilir. Bunlar arasında, paralel port, seri port, USB port ve Ethernet kart sayılabilir. Paralel portta veriler paralel iletişim yoluyla, diğerlerinde ise seri iletişim yoluyla bilgisayara aktarılmaktadır. Her iki iletişimde çift (Dublex) yönlüdür. Dört tane seri iletişim protokolü vardır. Bunlar UART, USART, SPI ve I2C protokolleridir. UART, asenkron bir haberleşme gerçekleştiren bir yapıdır. Aslında bir protokol değildir, bir çiptir. Ama bu çip programlanabilir olduğu için belirli protokollere sahiptir. USART ise UART'ın yaptığı işin senkron haberleşme ile birlikte yapılmış halidir. Hem senkron hem de asenkron veriler iletilir. SPI, senkron haberleşme protokollerinden bir tanesidir. Birden fazla Slave cihazla haberleşme sağlanabilir. Senkron olarak çalıştığı için mutlaka bir Clock sinyaline ihtiyaç duyulur. Kısa mesafeli iletimde kullanılır. Veri iletimi eş zamanlı ve çift yönlüdür. I²C'de senkron haberleşme protokollerinden diğer bir tanesidir. Half-Duplex (yarı eş zamanlı çift yönlü çalışabilen) olarak çalışır. Yani veri iletimi çift yönlü olur ancak aynı anda hem veri gönderilip hem de alınamaz. Bu iletişime için telsizleri örnek verebiliriz.

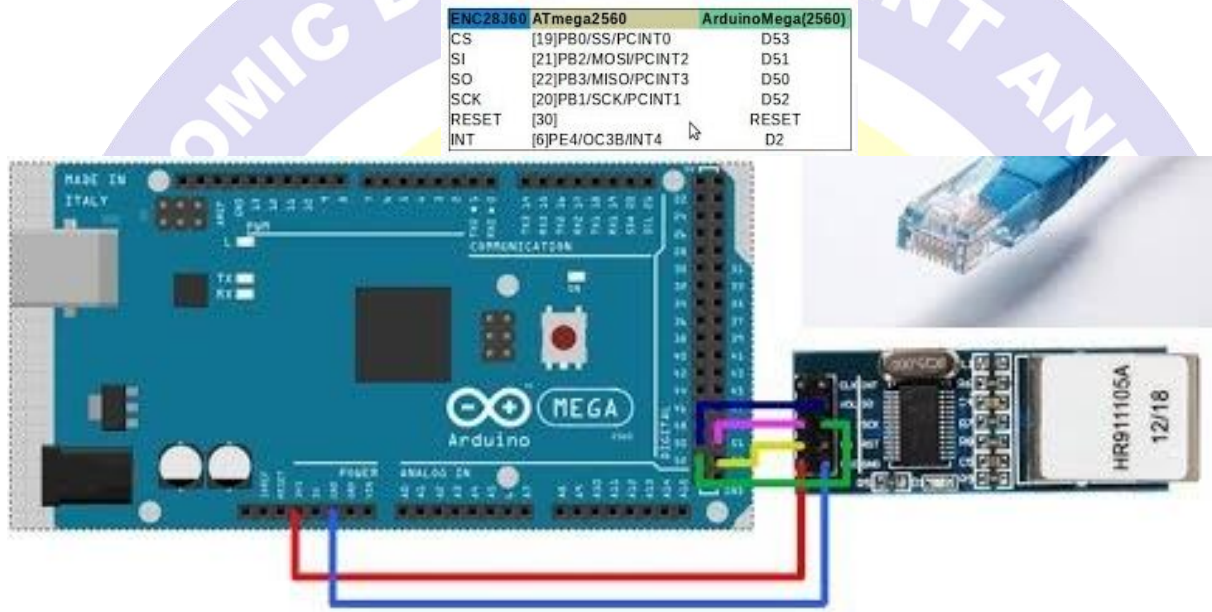
Hem seri hem de paralel iletişimde transfer edilen bilgi dijitaldir. Bu yüzden analog bir sensörün çıkışını bilgisayara almak için port bağlantısından önce, çıkışı ADC ile dijitalle çevirmek gerekmektedir. Dijital bir bilgi 8,10,12,16,24,32 ve 64 bitlik olabilir. Bu bilginin bilgisayara alınması ve değerlendirilmesi için bir yazılıma gereksinim vardır. Seçilecek yazılımın türü iletişim hızına göre değişmektedir(Visual Basic, C++, Assembler vb.).

Web üzerinden analog-dijital iletişim farklı şekillerde yapılmaktadır. 1. Arduino programlama platformları, 2. Nodemcu geliştirme kartları (Wi-Fi modül) 3. PIC Mikrodenetleyiciler örnek verilebilir. Günümüzde fiziksel değişkenlerin okunmasında, uzaktan takip edilmesinde ve duruma

göre diğer cihazların uzaktan kontrolünde Arduino programlama platformları ya da kartları aktif olarak kullanılmaktadır. Uzaktan erişim LAN ya da WLAN şeklinde olabilir. LAN bağlantı için ENC28J60 Ethernet modülü ve WLAN bağlantı içinde daha çok ESP8266 Wi-Fi modülü kullanılmaktadır. Bu çalışmada nesnelerin internetine bir örnek olması açısından bir analog verinin takibi ve bir cihazın dijital kontrolü için bir web arayüzü tasarlanmış ve ENC28J60 Ethernet modülü ile Arduino Mega 2560 birlikte kullanıldığı bir sistem geliştirilmiştir. Çalışmada Arduino Mega 2560, hem bir Web sunucu hem de analog dijital giriş çıkış platformu olarak kullanılmıştır. Veri iletişimde analog-dijital giriş-çıkış(I/O) sağlanabiliyorsa her türlü sensör bilgisi alınarak istenilen bir ünitenin uzaktan kontrolü sağlanabilir. Bu durum çalışmamızın hedefi olmuştur.

2. Materyal ve Metot

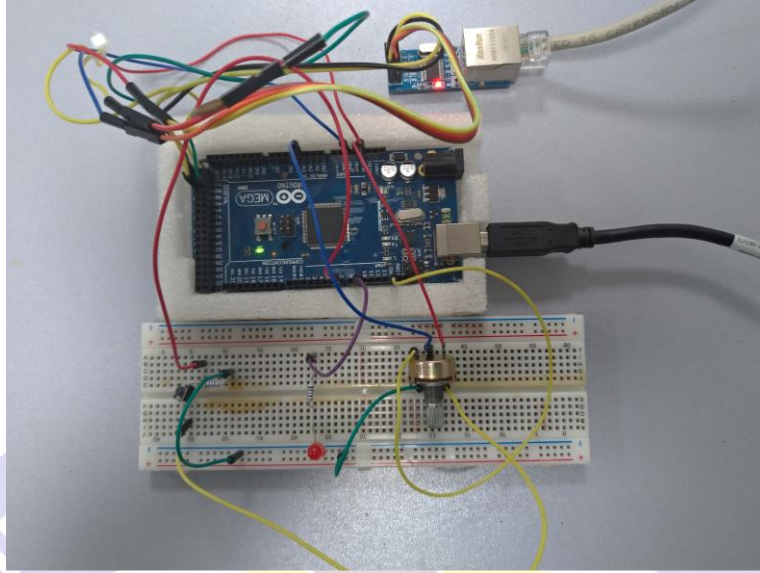
Çalışmamızda öncelikle Arduino Mega 2560 ve ENC28J60 Ethernet modülünün bağlantısı sağlanmıştır(Şekil 1).



Şekil 1. Arduino Mega 2560 ve ENC28J60 Ethernet modülünün bağlantısı.

Daha sonra programlamaya geçmeden önce Arduino Mega 2560 I/O pinlerinden hangilerinin analog-dijital giriş-çıkış pini olacağı belirlenmiştir. Seçilen pin numaralarına dikkat ederek Web tasarımı ve kodları yazılmıştır.

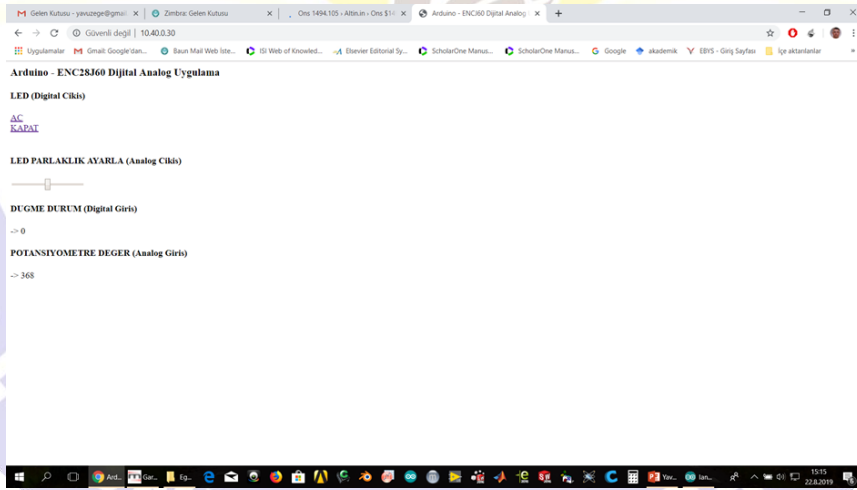
Arduino Mega 2560 üzerinde seçilen I/O pinlerinin birine dijital girişi temsilen bir buton, diğerine dijital çıkışı temsilen bir led, bir diğerine analog girişi temsilen bir potansiyometre, bir diğerine ise analog çıkışı temsilen bir led bağlanmıştır(Şekil 2).



Şekil 2. Arduino Mega 2560 üzerinde seçilen I/O pinlerinin bağlantısı.

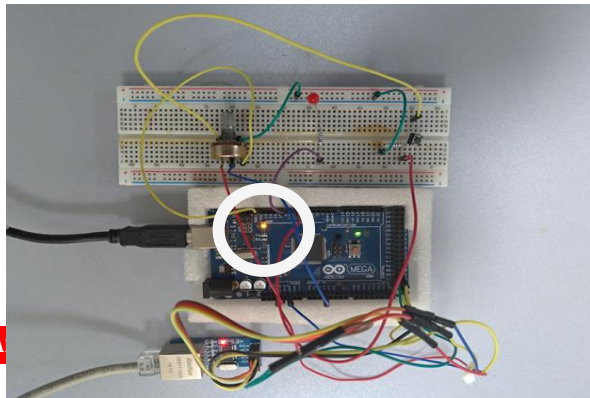
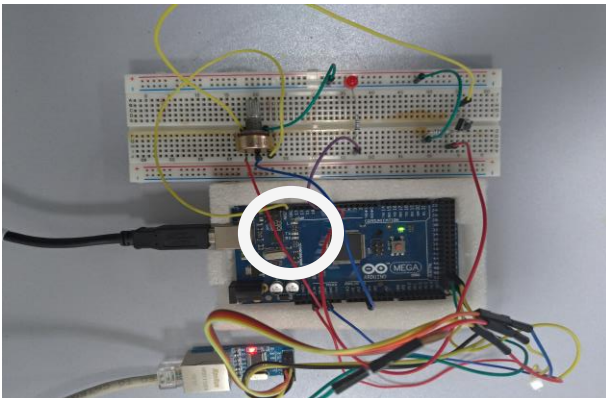
Arduino yazılımı, bir geliştirme ortamı (IDE) ve kütüphanelerden oluşmaktadır. IDE, Java dilinde, kütüphaneler C ve C++ dillerinde yazılmıştır. Çalışmamızda Arduino Mega 2560 üzerinde seçilen I/O pinlerinin durum ve değerlerinin belirlenmesi için geliştirme ortamında (IDE) yazılan kodlar içine Web kodları ilave edilmiştir. Böylece internet bağlantısı sağlandığında Arduino Mega 2560 hem Web sunucu hem de kontrol ünitesi haline getirilmiştir.

Geliştirilen yazılım Arduino Mega 2560 üzerine yüklendiğinde ve internet bağlantısı sağlandığında bilgisayarda Şekil 3'teki gibi bir arayüz görülecektir.



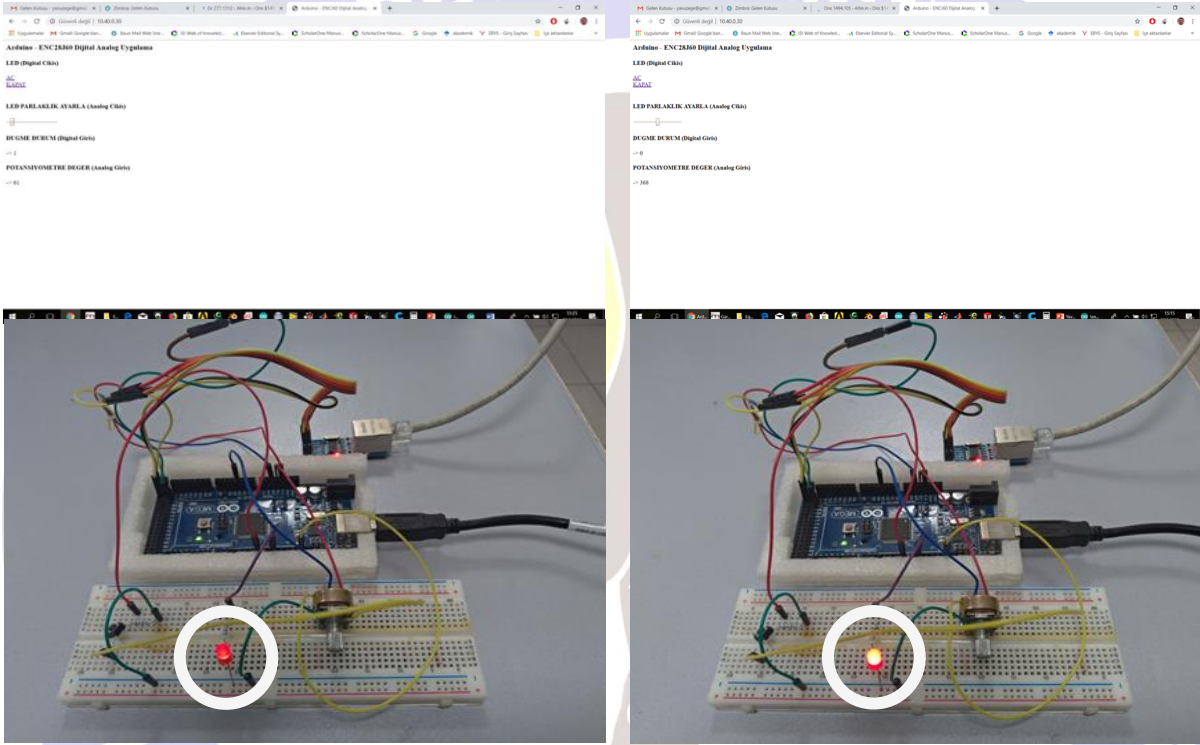
Şekil 3. Geliştirilen Web arayüzü

Geliştirilen arayüzde Led (Aç/Kapat) linkine basıldığında Arduino Mega 2560 üzerindeki led yanıp sönecektir(Şekil 4).



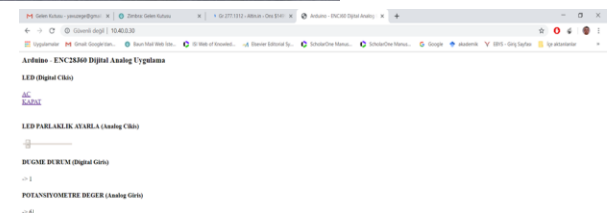
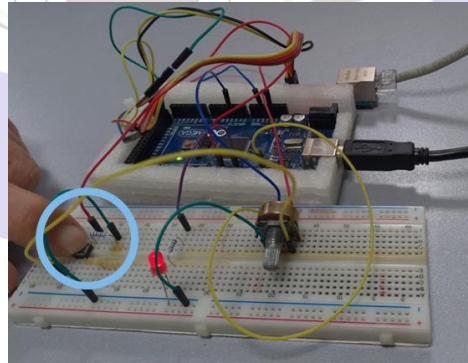
Şekil 4. Led Aç/Kapat işlemi

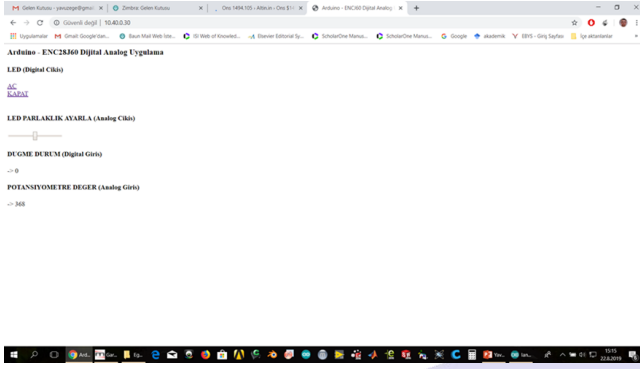
Geliştirilen arayüzde Led parlaklığı sürgüsü sağa doğru çekildiğinde ise Arduino Mega 2560'ın 9 nolu pinine bağlı ledin parlaklığı artacaktır(Şekil 5).



Şekil 5. Led parlaklığı değiştirme işlemi

Board üzerinde butona basıldığında ve pot değeri değiştirildiğinde geliştirilen Web arayüzündeki değişimler Şekil 6'da görülmektedir.





Şekil 6. Düğme durumu ve pot değeri belirleme işlemi

3. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada nesnelerin internetine bir örnek olması açısından bir analog verinin takibi ve bir cihazın dijital kontrolü için bir web arayüzü tasarlanmış ve ENC28J60 Ethernet modülü ile Arduino Mega 2560 birlikte kullanıldığı bir sistem geliştirilmiştir. Böyle bir sistemle analog-dijital giriş-çıkış(I/O) sağlanabildiği ve her türlü sensör bilgisi alınarak istenilen bir ünitenin uzaktan kontrol edilebileceği görülmüştür. Nesnelerin interneti uygulamalarında rahatlıkla kullanılabilecek olan bu sistem, kontrol edilecek ünitenin gereksinimlerine göre ilave güç elektroniğiyle desteklenebilir. Sistemde tüm modüllerin 0V referans gerilimlerinin aynı olmasına dikkat etmelidir. Web üzerinden iletişimde Arduino Mega 2560 için geliştirilen yazılımlar, Arduino kütüphanesinde yer almayan Ethernet kart tanımlamalarını içeren dosyayı internetten indirip eklemelidir. Aksi takdirde derleme ve yükleme gerçekleşmeyecektir.

Referanslar

- [1] Agu, E., Pedersen, P., Strong, D., Tulu, B., He, Q., Wang, L., Li, Y., 2013. The smartphone as a medical device: Assessing enablers, benefits and challenges. Proc. IEEE Int. Workshop Internet-Things Netw. Control (IoT-NC), pp. 48–52.
- [2] Kim, J., 2016. HEMS (Home Energy Management System) base on the IoT smart home. Contemporary Engineering Sciences, ISSN: 13147641.
- [3] Lazarescu, M. T., 2013. Design of a WSN Platform for Long-Term Environmental Monitoring for IoT Applications. IEEE Journal on Emerging and Selected Topics in Circuits and Systems, Vol. 3, No. 1.
- [4] Robles, T., Alcarria, R., Martín, D., Navarro, M., Calero, R., Iglesias, S., López, M., 2015. An IoT based reference architecture for smart water management processes. Wireless Mobile Networks, Ubiquitous Computing, and Dependable Applications, 6(1):4-23.
- [5] Sungwook, Y., Hyenki, K., 2014. Design and Implementation of Mobile Integration System for Smart Farming. International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering, Vol. 9, No. 10, pp. 223-230.
- [6] Kang, C., Hwang, S., Moon, J., 2015. An effect of IoT based Electronic Sow Feeder (ESF) on productivity of swine farms. Journal of Agricultural Informatics, Vol. 6, No. 4: 102-107.

- [7] Wei, M., Hong, S. H., Alam, M., 2015. An IoT-based energy-management platform for industrial facilities. *Applied Energy*.
- [8] Misra, S., Mehrotra, S., Dhande, R., 2015. Smart Cities and Smart Homes: From Realization to Reality. *International Conference on Green Computing and Internet of Things*.
- [9] Oprea, S.-V., Lungu, I., 2015. Informatics Solutions for Smart Metering Systems Integration. *Informatica Economică* Vol. 19, No. 4.
- [10] Chen, M., Mao, S., Liu, Y., 2014. Big Data: A Survey. *Mobile Network Applications* 19: 171–209.
- [11] Yang, L., Yang, S.H., Plotnick, L., 2013. How the internet of things technology enhances emergency response operations. *Technological Forecasting & Social Change* 80 (2013) 1854–1867.
- [12] Reaid, P. J., Gunasekaran, A., Spalanzani, A., 2014. Bottom-up approach based on Internet of Things for order fulfillment in a collaborative warehousing environment. *Int. J. Production Economics* 159 (2015) 29–40.
- [13] Gnimpieba Z. D. R., Nait-Sidi-Moh, A., Durand, D., Fortin, J., 2015. Using Internet of Things technologies for a collaborative supply chain: Application to tracking of pallets and containers. *Procedia Computer Science* 56 550 – 557.

Ekler

Arduino Programı

```
#include <EtherCard.h>
static byte ip_adresi[] = { 10,40,0,30 };
static byte gateway_adresi[] = { 10,40,0,2};
static byte mac_adresi[] = { 0x74,0x69,0x69,0x2D,0x30,0x4A };

int parlaklikLed = 9;
int analogOkuPin = A3;
int digitalOkuPin = 7;
int digitalDeger = 0;
int analogDeger = 0;
byte Ethernet::buffer[850];
BufferFiller bfill;
static word anaSayfa() {
  bfill = ether.tcpOffset();
  bfill.emit_p(PSTR(
    "HTTP/1.0 503 Service Unavailable\r\n"
    "Content-Type: text/html\r\n"
    "Retry-After: 600\r\n"
    "\r\n"
    "<html>"
    "<head><title>"
    "Arduino - ENCJ60 Dijital Analog Uygulama"
    "</title></head>"
    "<body>"
    "<h3>Arduino - ENC28J60 Dijital Analog Uygulama</h3>"
    "<h4>LED (Digital Cikis)</h4>"
  ));
}
```



```

"<a href='?LED=ON'>AC</a><br>"
"<a href='?LED=OFF'>KAPAT</a><br>"
"<br>"
"<h4>LED PARLAKLIK AYARLA (Analog Cikis)</h4>"
"<input id='analog' type='range' min=0 max=255 onchange='sendPosition(this.id,
this.value);'>"
"<script>"
"function sendPosition(slider, value){"
"var xhr = new XMLHttpRequest();"
"var url = \"/?\" + slider + \"=\" + value;"
"xhr.open(\"GET\", url, true);"
"xhr.send();"
"}"
"</script>"
"<h4>DUGME DURUM (Digital Giris)</h4>"
"<span>-> $D</span>"
"<h4>POTANSIYOMETRE DEGER (Analog Giris)</h4>"
"<span>-> $D</span>"
"</body>"
"</html>"),
    digitalDeger, analogDeger);
return bfill.position();
}
void setup() {
// put your setup code here, to run once:
pinMode(13, OUTPUT);
pinMode(parlaklikLed, OUTPUT);
pinMode(digitalOkuPin, INPUT);
Serial.begin(57600);
Serial.println("Ethernet modul baslatiliyor...");
if (ether.begin(sizeof Ethernet::buffer, mac_adresi) == 0)
    Serial.println("Ethernet denetleyicisine baglanilamadi.");
else
    Serial.println("Ethernet modul baslatildi.");
if(!ether.dhcpSetup())
{
    Serial.println("DHCP sunucudan ip alinamadi...");
}
ether.printIp("IP: ", ether.myip);
ether.printIp("GW: ", ether.gwip);
ether.printIp("DNS: ", ether.dnsip);
}
void loop() {
// put your main code here, to run repeatedly:
analogDeger = analogRead(analogOkuPin);
digitalDeger = digitalRead(digitalOkuPin);
analogDeger = random(1024);
digitalDeger = random(2);
word len = ether.packetReceive();
word pos = ether.packetLoop(len);
if(strstr((char *)Ethernet::buffer + pos, "GET /?LED=ON") != 0) {
    Serial.println("Led acilma komutu geldi");
}
}

```

```

    digitalWrite(13, HIGH);
}
if(strstr((char *)Ethernet::buffer + pos, "GET /?LED=OFF") != 0) {
    Serial.println("Led kapatma komutu geldi");
    digitalWrite(13, LOW);
}
if(strstr((char *)Ethernet::buffer + pos, "GET /?analog=") != 0) {
    String gelen = (char *)Ethernet::buffer+pos;
    String deger = gelen.substring((gelen.indexOf("HTTP/1.1")),13);
    analogWrite(parlaklikLed, deger.toInt());
    Serial.print("Led parlakligi ayarlandi : ");
    Serial.println(deger.toInt());
    digitalWrite(13, LOW);
}
if (ether.packetLoop(ether.packetReceive())) {
    ether.httpServerReply(anaSayfa());
}
}

```



DİZ OSTEOARTRİTLİ OLGULARDA KAS KUVVETİ, FONKSİYONEL DÜZEY VE DENGİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

THE RELATIONSHIP BETWEEN MUSCLE STRENGTH, FUNCTIONAL LEVEL AND BALANCE IN PATIENTS WITH KNEE OSTEOARTHRITIS

Sevtap GÜNAY UÇURUM

İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü

Elif Umay ALTAŞ

Ankara Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Derya ÖZER KAYA

İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü

Amaç: Diz osteoartriti (OA) sık görülen kas-iskelet sistemi sorunlarından biridir. Diz çevresi kas kuvvetinin azalması osteoartritte fonksiyonel düzeyi ve dengeyi olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle çalışmada osteoartriti olgularda kas kuvveti, fonksiyonel düzey ve denge arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya yaş ortalamaları $61,05 \pm 7,91$ yıl olan 5'i erkek 47'si kadın olmak üzere toplam 52 OA tanısı almış olgu dâhil edildi. Olguların diz fleksiyon ve ekstansiyon kas kuvveti Hand Held Dinamometre (Lafayette) ile, fonksiyonel düzeyleri Western Ontario Mc Masters OA indeksi (WOMAC) ile, dengeleri Tinetti Denge ve Yürüme Testi ile değerlendirildi. İstatistiksel yöntem olarak Spearman korelasyon analizi kullanıldı.

Bulgular: Olguların diz fleksiyon ve ekstansiyon kas kuvveti $10,68 \pm 2,68$ ve $14,55 \pm 3,36$ kg, WOMAC indeks skorları ortalaması $46,39 \pm 14,99$ puan, Tinetti denge ve yürüme testi skoru ortalaması $29,40 \pm 5,69$ puandı. Kas kuvveti, fonksiyonel düzey ve denge arasındaki ilişki incelendiğinde diz fleksiyon ve ekstansiyon kas kuvvetinin WOMAC indeksi ile negatif yönde ($r = -0,334$; $p = 0,016$ / $r = -0,387$; $p = 0,005$), Tinetti denge ve yürüme skoru ile pozitif yönde ($r = 0,294$; $p = 0,034$ / $r = 0,555$; $p = 0,000$) ilişkili olduğu görüldü.

Sonuçlar: Diz fleksiyon ve ekstansiyon kas kuvvetinin azalması kişilerin fonksiyonel durumlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca, özellikle ekstansiyon yönündeki kas kuvveti daha fazla olmak üzere, kas kuvvetindeki azalma dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Osteoartrit tedavisinde kas kuvvetinin değerlendirilmesinin ve artırılmasına önemli olduğunu düşünmekteyiz.

Anahtar kelimeler: Osteoartrit, Fonksiyonel düzey, Kas kuvveti, Denge

Objective: Knee osteoarthritis (OA) is one of the common musculoskeletal problems. Decreased muscle strength around the knee is may adversely affect functional level and balance. Therefore, we aimed to investigate the relationship between muscle strength, functional level and balance in patients with osteoarthritis.

Materials and methods: A total of 52 OA patients (5 males, 47 female) with a mean age of 61.05 ± 7.91 years were included in the study. Knee flexion and extension muscle strength were evaluated by Hand Held Dynamometer (Lafayette), functional levels were evaluated by Western Ontario Mc Masters OA index (WOMAC), and balance was assessed by Tinetti Balance and Gait Test. Spearman correlation analysis was used as statistical method.

Results: Knee flexion and extension muscle strength were 10.68 ± 2.68 and 14.55 ± 3.36 kg, mean WOMAC index scores was 46.39 ± 14.99 points, mean Tinetti balance and walking test score was 29.40 ± 5.69 points. When the relationship between muscle strength, functional level and balance was investigated, knee flexion and extension muscle strength was negatively correlated with WOMAC index ($r = -0.333$; $p = 0.016$ / $r = -0.387$; $p = 0.005$), and was positively correlated with Tinetti balance and gait score ($r = 0.294$; $p = 0.034$ / $r = 0.555$; $p = 0.000$).

Conclusions: The decrease in muscle strength negatively affects the functional status of the individuals. Furthermore, the decrease in muscle strength, particularly in the extension direction, leads to disturbance of the balance. It is important to evaluate and increase the muscle strength in the treatment of osteoarthritis.

Key words: Osteoarthritis, Functional level, Muscle strength, Balance

GİRİŞ

Diz osteoartriti (OA), genellikle sinovyal eklemlerin eklem kıkırdağını ve subkondral kemiğini etkileyen, yaşla görülme oranı artan, kadınlarda erkeklere oranla daha sık görülen kronik kas iskelet sistem hastalığıdır (1,2). OA'lı olguların temel şikâyetleri ağrı olup, öncelikle dizleri, elleri, kalçaları, ayakları ve omurgayı etkilemektedir (3). Diz OA'ın da ağrının yanı sıra görülen tipik bulgular eklem sertliği, kuadriseps femoris kasının (QFM) kuvvetinin azalması, eklem fonksiyonunun azalması ya da kısıtlanması ve fiziksel uygunluğu azalmasıdır (4). Chun SW ve arkadaşları kuadriseps kas kuvvetinin dizin fonksiyonunda ana belirleyici olabileceğini ve bu nedenle OA'lı hastaların tedavisinde önemli olduğunu ileri sürmüşlerdir (5). Dizde görülen ağrı ve kas kuvvet kaybının alt ekstremitte fonksiyonlarını etkileyerek günlük yaşam aktivitelerinin kısıtlanmasına neden olduğunu ileri süren çalışmalar da vardır (2,6). Buna rağmen kuadriseps kas gücü ve fonksiyonel hareket arasındaki ilişki tam olarak anlaşılamamıştır (7).

Diz OA'ında kas kuvvetinin azalmasının yanı sıra fonksiyonel düzeylerin değişmesine neden olan bozulmuş denge ve propriosepsiyon, eklem ağrısı gibi bazı fizyolojik ve nöromüsküler bozukluklar bulunmaktadır. Bunlar kişinin postürel kontrol mekanizmalarını ve düşmeye karşı savunma yeteneğini etkileyebilir. Kim ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarında 40 tane OA'lı kadın olguyu değerlendirmişler ve sonuçta OA'lı dizlerinde daha fazla ağrı ile kuadriseps kas kuvvetlerinin azaldığını ve denge yeteneklerinin kötüleştiğini bulmuşlar (8).

Diz osteoartriti ile ortaya çıkacak fonksiyon kaybı, özellikle yaşlılarda karşılaşılan en önemli sorundur (9-11). Bozulmuş kas kuvveti ve artmış ağrı düzeyi fonksiyon kaybının önemli nedenlerinden olabilir. Kassal zayıflık, diz OA'lı hastalarda fonksiyonel yetersizlikleri daha da artırabilir (12). Literatürde bu konuda çalışmalar olmakla beraber kas kuvveti, fonksiyonel düzey ve denge arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çalışmalar yetersizdir. Ancak bu ilişkilerin ortaya konması OA olguların tedavilerinde, oluşabilecek sorunların önlenmesi ve uzun dönem yaşam kalitesi açısından önemlidir. Bu nedenle çalışmamızda osteoartritli olgularda kas kuvveti, fonksiyonel düzey ve denge arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır.

GEREÇ- YÖNTEM

Olgular

Çalışmamıza American College of Rheumatology kriterlerine göre OA tanısı almış yaş ortalamaları $61,05 \pm 7,91$ yıl olan 5'i erkek 47'si kadın olmak üzere toplam 52 olgu dâhil edildi. Romatoid artrit gibi sistemik inflamatuvar hastalığı olan, her hangi bir alt ekstremitte cerrahisi geçirmiş olan, dengeyi etkileyebilecek nörolojik ya da kas iskelet sistem problemi olan olgular çalışmaya dâhil edilmemiştir.

Değerlendirmeler

Çalışmaya alınan hastaların yaş, boy, vücut ağırlığı, beden kütle indeksi (BKİ) gibi özellikleri hasta değerlendirme formu ile sorgulanıp kaydedildi. Diz fleksiyon ve ekstansiyon kas kuvveti Hand Held Dinamometre (Lafayette) ile, fonksiyonel düzeyleri Western Ontario Mc Masters OA indeksi (WOMAC) ile, dengeleri Tinetti Denge ve Yürüme Testi ile değerlendirildi.

Kas Kuvvet Testi: Ölçümler Hand held dinamometre ile yatak üzerinde kalçaları ve dizleri 90° fleksiyonda, ayaklar serbest, kollar göğüs üzerinde çaprazlanmış ve destek almayacak şekilde oturtularak yapıldı. Oturma pozisyonunda kişilerden dizinden itibaren bacağına yukarı kaldırması ve bu pozisyonda tutması istendi ve cihazına karşı bacağına bu pozisyonda 3 sn için ne kadar kuvvetli tutabileceği ölçüldü. Aynı işlem oturma pozisyonunda bacağı bükülü iken bükülü tutma kuvvetini ölçmek için yapıldı. Sağ ve sol diz ekstansör ve fleksör kas kuvvetleri değerlendirildi (13).

Western Ontario Mc Masters OA indeksi (WOMAC): Kalça ve/veya diz osteoartritinde bu mevcut durum ile ilişkili disabiliteyi değerlendiren bir ölçektir. Ağrı, tutukluk ve fiziksel fonksiyon olmak üzere üç kısımdan oluşur. Toplam 24 madde içerir. Likert skalasında 0'dan 4'e kadar puan verilerek ağrı ve zorlanma derecesi belirtilir. Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır (14).

Tinetti Denge ve Yürüme Testi: Fonksiyonel durumun değerlendirilmesinde oldukça önemli bir testtir. Tinetti skalası maksimum 16 puan denge skoru, maksimum 12 puan yürüme skoru olmak üzere toplam 28 puandır. Yirmi altı ve altında puan alanlarda problem olduğu düşünülmektedir (15).

İstatistiksel Analiz

Verilerin normal dağılıp dağılmadıkları Shapiro-Wilk testi kullanılarak değerlendirildi. Normal dağılmayan verilerin korelasyon analizi için Spearman korelasyon analizi kullanıldı. Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

BULGULAR

Olguların demografik özellikleri Tablo 1 de verilmiştir. Diz fleksiyon ve ekstansiyon kas kuvveti $10,68 \pm 2,68$ ve $14,55 \pm 3,36$ kg, WOMAC indeks skorları ortalaması $46,39 \pm 14,99$ puan, Tinetti denge ve yürüme testi skoru ortalaması $29,40 \pm 5,69$ puandı (Tablo 1). Kas kuvveti, fonksiyonel düzey ve denge arasındaki ilişki incelendiğinde diz fleksiyon ve ekstansiyon kas kuvvetinin WOMAC indeksi ile negatif yönde ($r = -0,334$; $p = 0,016$ / $r = -0,387$; $p = 0,005$), Tinetti denge ve yürüme skoru ile pozitif yönde ($r = 0,294$; $p = 0,034$ / $r = 0,555$; $p = 0,000$) ilişkili olduğu görüldü (Tablo 2).

TARTIŞMA

Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular OA'li kişilerde diz kas kuvvetinin WOMAC özür indeksi ve denge ile ilişkili olduğunu bulduk. Kas kuvvetindeki azalmanın özür oranını arttırdığı ve aynı zamanda denge skorunda da olumsuz etkilenmeye neden olduğu görüldü. Hem ekstansör hem fleksör kas kuvveti etkili olmakla beraber, özellikle ekstansör kas kuvvetinin denge parametreleri ile daha yüksek ilişki gösterdiği görülmüştür.

Diz osteoartriti (OA) yaşlı erişkinlerde önde gelen sakatlık nedenidir (16). Diz osteoartritli olgularda diz çevresi kas gücünün etkilenmesi diz eklemının stabilitesini ve yük taşıma gücünü etkileyeceği için önemli bir durumdur (17). Diz OA'lı hastalarda eklem ağrısı, sertlik ve alt ekstremitte kaslarının kas kuvveti kaybının neden olabileceği fonksiyonel kapasitenin azaldığını gösteren çalışmalar vardır (18). Her ne kadar OA eklemde bir hyalin kıkırdak kaybı olarak tanımlanmış olsa da, hastalıkla ilişkili kas kuvvet kaybı fonksiyonel bozulmaların birincil altta yatan nedeni olabilir ve kas disfonksiyonu, kıkırdak bozulmalarını hızlandırabilir (19). Yapılan çalışmalarla diz OA'inde hem quadriceps hem hamstring kas kuvvet kaybı olduğu gösterilmiştir Palmieri ve arkadaşları 348 kadın OA'li olguda yaptıkları çalışmada quadriceps kas kuvvetinin OA

olmayan olgulara oranla %22 az olduğunu bulmuşlardır (20). Diracoglu ve arkadaşları 51 bilateral OA'li olguyu sağlıklı olgularla karşılaştırmışlar ve sonuçta hem fleksör hem ekstansör kas kuvvetinin sağlıklı olgulara oranla anlamlı derecede azaldığını göstermişlerdir (21).

Kas kuvvetindeki azalma intrinsik bir faktör olarak diz fonksiyonunu etkileyebilir (20). OA'li olgularda kuadriseps kuvvetindeki azalmanın da eklenmesi sonucu postural stabilite de bozulmaya neden olabilir ve dengeyi olumsuz etkileyebilir. Ancak kas kuvvet kaybının disabilite ve alt ekstremité fonksiyonu üzerine etkilerini gösteren çalışmalar yetersizdir. Kim ve arkadaşları OA'li olguda yaptıkları çalışmada olguların dengelerini olumsuz etkilendiğini ve OA'in şiddeti arttıkça ekilenimin de arttığını ortaya koymuşlardır (8). Hassan ve arkadaşları 77 semptomatik ve 63 asemptomatik olguda yaptıkları çalışmada semptomatik olguların diz guadriseps kas kuvvetinin, proprioseptif duyunun azaldığını ve postürsal salınımların arttığını görmüşlerdir. Ağrı ve kas kuvvetinin özellikle postürsal salınımlar üzerinde etkili olduğunu ileri sürmüşlerdir (22). Chun ve arkadaşları yaptıkları çalışmada fiziksel performansı etkileyen faktörleri araştırmışlar ve sonuç da kas kuvvetinin fiziksel performansı etkilediğini bulmuşlar (23).

Bizde çalışmamızda diz çevresi kas kuvvetinin WOMAC indeksiyle negatif yönde bir korelasyon gösterdiğini, kas kuvveti azaldıkça disabilite skorunun arttığını ve fonksiyonel düzeyin azaldığını bulduk. Ayrıca yine diz çevresi kas kuvvetinin tinetti denge skoru ile pozitif bir korelasyon gösterdiğini ve kas kuvveti azaldıkça dengenin de azaldığını gördük. Kas kuvvetindeki azalmanın kişinin performansını etkilediğini, daha çabuk yorulmaya neden olarak kişinin fonksiyonel seviyesinin azalmasına neden olabileceğini ve aynı zamanda yine kas kuvvetindeki azalma diz çevresi stabilizeyi etkileyerek denge üzerinde olumsuz etkilere yol açabildiğini düşünüyoruz.

Sonuçlar: Diz fleksiyon ve ekstansiyon kas kuvvetinin azalması kişilerin fonksiyonel durumlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca, özellikle ekstansiyon yönündeki kas kuvveti daha fazla olmak üzere, kas kuvvetindeki azalma dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Osteoartrit tedavisinde kas kuvvetinin değerlendirilmesinin ve artırılmasına önemli olduğunu düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

1. Chen D, Shen J, Zhao W, et al. Osteoarthritis: toward a comprehensive understanding of pathological mechanism. Bone research. 2017; 5, 16044.
2. Ögüt H, Güler H, Yıldızgören MT, et al. Does Kinesiology Taping Improve Muscle Strength and Function in Knee Osteoarthritis? A Single-Blind, Randomized and Controlled Study. Archives of rheumatology. 2018;33(3):335.
3. Grindrod KA, Marra CA, Colley L, et al. After patients are diagnosed with knee osteoarthritis, what do they do? Arthritis Care Res (Hoboken). 2010;62:510-515.
5. Dawson J, Linsell L, Zondervan K, et al. Epidemiology of hip and knee pain and its impact on overall health status in older adults. Rheumatology. 2004;43(4):497-504.
5. Chun SW, Kim KE, Jang SN, et al. Muscle strength is the main associated factor of physical performance in older adults with knee osteoarthritis regardless of radiographic severity. Arch Gerontol Geriatr 2013; 56(2): 377-382.
6. Slemenda C, Brandt KD, Heilman DK, et al. Quadriceps weakness and osteoarthritis of the knee. Ann Intern Med 1997;127:97-104.
7. Wada O, Kurita N, Kamitani T, et al. Influence of the severity of knee osteoarthritis on the association between leg muscle mass and quadriceps strength: the SPSS-OK study. Clinical Rheumatology <https://doi.org/10.1007/s10067-018-4337-2>
8. Kim HS, Yun DH, Yoo SD, et al. Balance control and knee osteoarthritis severity. Annals of rehabilitation medicine 2011; 35(5):701.

9. Wang WJ, Liu F, Zhu YW, et al. Sagittal alignment of the spine-pelvis-lower extremity axis in patients with severe knee osteoarthritis: A radiographic study. *Bone Joint Res.* 2016 May;5(5):198-205.
10. Obeid I, Hauger O, Aunoble S, et al. Global analysis of sagittal spinal alignment in major deformities: correlation between lack of lumbar lordosis and flexion of the knee. *Eur Spine J* 2011;20(Suppl 5):681-685
11. Legaye J, Duval-Beaupère G, Hecquet J, Marty C. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. *Eur Spine J* 1998;7:99-103
12. Van der Esch M, Steultjens M, Harlaar J, et al. Joint Proprioception, Muscle Strength, and Functional Ability in Patients with Osteoarthritis of the Knee, *Arthritis and Rheumatology*, 2007;57(5):787-93.
13. Aslan Telci E, Baş Aslan U, Cavlak U. Sağlıklı Quadriseps Femoris Kasında HandHeld Dinamometrenin Intrarater ve Interrater Güvenirliği: Kas Kuvvetinin Etkisi. *MÜSBED* 2011;1(2):124-128
14. Tüzün EH, Eker L, Aytar A, et al: Acceptability, reliability, validity and responsiveness of the Turkish version of WOMAC osteoarthritis index. *Osteoarthritis and Cartilage* 2005; 13: 28-33.
15. Hurley MV, Scott DL, Rees J, et al. Sensorimotor changes and functional performance in patients with knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 1997;56:641-648.
16. Hootman JM, Helmick CG. Projections of US prevalence of arthritis and associated activity limitations. *Arthritis Rheum.* 2006;54(1):226-229.
17. Bennell KL, Hunt MA, Wrigley TV, et al. Role of muscle in the genesis and management of knee osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am.* 2008;34(3):731-754.
18. Liikavainio T, Lyytinen T, Tyrväinen E, et al. Physical function and properties of quadriceps femoris muscle in men with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89(11):2185-2194.
19. Bennell KL, Wrigley TV, Hunt MA, et al. Update on the role of muscle in the genesis and management of knee osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am.* 2013;39(1):145e76.
20. Palmieri-Smith RM, Thomas AC, Karvonen-Gutierrez C, et al. Isometric quadriceps strength in women with mild, moderate, and severe knee osteoarthritis. *Am J Phys Med Rehabil.* 2010;89(7):541-548.
21. Diracoglu D, Baskent A, Yagci I, et al. Isokinetic strength measurements in early knee osteoarthritis. *Acta Reumatol Port.* 2009;34(1):72-77.
22. Hassan BS, Mockett S, Doherty M. Static postural sway, proprioception, and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects. *Ann Rheum Dis.* 2001;60:612-8.
23. Chun SW, Kim KE, Jang SN, et al. Muscle strength is the main associated factor of physical performance in older adults with knee osteoarthritis regardless of radiographic severity. *Arch Gerontol Geriatr.* 2013 Mar-Apr;56(2):377-82.

Tablolar

Tablo 1. Tanımlayıcı istatistikler

	Ortalama	Standart hata
Yaş	61,05	7,91
Boy	162,59	15,21
Kilo	80,76	12,83
DizEkst	14,55	3,36
DizFlek	10,68	2,63
womac	46,39	14,94
tinetti	29,4	5,69

Tablo 2. Korelasyon değerleri

		Womac	Tinetti
Diz Ekstansiyon	r	-,387**	,555**
	p	,005	,000
Diz Fleksiyon	r	-,334*	,294*
	p	,016	,034

p<0.05 anlamlılık düzeyi

DİZ OSTEOARTRİTLİ OLGULARDA OSTEOARTRİT ŞİDDETİ, DÜŞME KORKUSU VE DENGİ GÜVEN ÖLÇEĞİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

THE RELATIONSHIP BETWEEN SEVERITY OF OSTEOARTHRITIS, FEAR OF FALL AND BALANCE CONFIDENCE SCALE IN PATIENTS WITH KNEE OSTEOARTHRITIS

Sevtap GÜNEY UÇURUM

Dr. Öğretim Üyesi, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü

Amaç: Diz osteoartriti (OA), eklem ve çevre dokularda meydana gelen değişiklikler nedeniyle fiziksel fonksiyonları etkilemektedir. Kişilerin düşme korkusu arttırıp ve denge güven düzeylerinde azalmaya neden olarak günlük yaşantılarını olumsuz yönde etkileyebilir. Bu nedenle diz OA kişilerde osteoartrit şiddetinin düşme korkusu ve aktiviteye özgü güven üzerine etkisini araştırmayı amaçladık.

Gereç ve yöntem: Çalışmaya yaş ortalamaları $59,87 \pm 7,77$ yıl olan 2'si erkek 39'u kadın olmak üzere toplam 41 olgu dâhil edildi. Olguların OA şiddeti Lesquesne diz osteoartrit şiddet indeksi ile (LOAI), düşme korkuları Düşme Etkinlik Ölçeği (DEÖ) ile, güven düzeyleri Aktiviteye özgü Güven Ölçeği (AÖDGÖ) ile değerlendirildi.

Bulgular: Olguların LOAI ortalaması $12,7 \pm 3,28$; DEÖ ortalaması $32,6 \pm 18,33$ ve AÖDGÖ ortalaması $57,7 \pm 14,42$ puandı. Osteoartrit şiddeti ile düşme korkusu ve denge güven ölçeği arasındaki ilişki incelendiğinde LOAI ile AÖDGÖ arasında negatif yönde bir ilişki olduğu bulundu ($r = -0,464$; $p = 0,002$). Aynı zamanda AÖDGÖ ile DEÖ arasında da negatif yönde bir ilişki olduğu görüldü ($r = -0,443$; $p = 0,004$).

Sonuç: OA şiddeti arttıkça kişilerin aktiviteye özgü denge güven düzeyleri azalmakta ve bununla beraber düşme korkuları artmaktadır. OA'li olguların tedavisinde kişilerin düşme korkularının artmasının ve güven düzeylerinin azalmasının günlük yaşam aktivite düzeylerini olumsuz yönde etkileyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Anahtar kelimeler: Osteoartrit, Düşme korkusu, Denge güven ölçeği

Objective: Knee osteoarthritis (OA) affects physical functions due to changes in joints and surrounding tissues. It may adversely affect their daily lives by increasing fear of falling and causing a decrease in balance confidence levels. Therefore, we aimed to investigate the effect of osteoarthritis severity on fear of falling and activity-specific balance confidence in knee OA subjects.

Materials and methods: A total of 41 patients (2 males, 39 female) with a mean age of 59.87 ± 7.77 years were included in the study. OA severity was assessed by Lesquesne knee osteoarthritis severity index (LOAI), fall fears were assessed by the Fall Efficacy Scale (FES), and balance confidence levels were assessed by Activity Specific Balance Confidence Scale (ABCS). Pearson correlation analysis was used for statistical analysis.

Results: The mean LOAI was 12.7 ± 3.28 ; the mean FES score was 32.6 ± 18.33 and the mean ABCS score was 57.7 ± 14.42 . When the relationship between the severity of osteoarthritis and fear of falling and balance confidence scale was investigated, a negative correlation was found between LOAI and ABCS ($r = -0.464$; $p = 0.002$). At the same time, there was a negative relationship between ABCS and FES ($r = -0.443$; $p = 0.004$).

Conclusion: As the severity of OA increased, the activity-specific balance confidence levels of the individuals decreased and the fears of falling increased. In the treatment process, it should be taken into consideration that this situation may negatively affect the activity levels of people in daily life.

Key words: Osteoarthritis, Fear of falling, Balance confidence scale

GİRİŞ

Osteoartrit (OA), genellikle diz eklemine etkileyen kronik dejeneratif bir eklem hastalığıdır. Subkondral kemikte değişiklikler, kırıldak kaybı, osteofit gelişimi, sinovya iltihaplanması, menisküs hasarı, ligament laksitesi ve kas güçsüzlüğü gibi bir çok soruna yol açar (1). Oluşan bu eklem ve çevre yapılarıdaki değişiklikler genellikle ağrı, fonksiyonel hareketlerde sınırlama ve yaşam kalitesinin de azalmaya yol açar ve beraberinde büyük bir ekonomik etkiye sahip olan iş gücü kaybına neden olur (2,3).

Epidemiyolojik çalışmalar diz OA'nın 65 yaş üzerindeki kişilerin %10-30' unda görüldüğü bildirilmiştir (2). 55 yaş üzeri erişkinlerde semptomatik diz OA prevalansı %13 olarak bulunmuştur. Türkiye'de 50 yaş ve üzeri popülasyonda semptomatik diz OA prevalansı %14.8 olup, kadınlarda %22.5, erkeklerde ise %8 dir (4).

Diz OA'de eklem kartilajı, ligament, tendon ve kaslardaki değişiklikler sonucunda denge de bozulma, düşme riskinde artış ve düşme korkusu, psikososyal değişiklikler ve fiziksel aktivite limitasyonları oluşmaktadır (5)

Düşmeler özellikle yaşlı popülasyon da en önemli sağlık sorunlarından biridir. Kırık gibi çok ciddi sonuçlara yol açmakla beraber, kişilerde düşme korkusunun oluşmasına, aktivitede düzeyinde kısıtlanmalara, kişinin kendine olan güven duygusunun kaybına ve mobilite de azalmaya neden olabilir (6). Yapılan çalışmalar kişilerde bir defa düşmenin ikinci düşme açısından risk faktörü olduğu ileri sürülmüştür (7).

Kas güçsüzlüğü, denge ve mobilite bozuklukları, düşme riskine katkıda bulunan faktörler olarak tanımlanmıştır. Diz OA'lı bireyler arasında düşme sıklığının yüksek olması günlük yaşam aktivitelerinde hareketlilik sınırlamalarına ve zorluklarına katkıda bulunabilecek bir faktördür (8). Yapılan çalışma şiddetli diz OA'si olan yetişkinlerin neredeyse% 50'sinin bir önceki yılda düşüş yaşadığını göstermiştir. Düşme riski, diz OA'si olan kişiler için önemli bir konudur (8).

Diz osteoartriti (OA), eklem ve çevre dokularda meydana gelen değişiklikler nedeniyle fiziksel fonksiyonları etkilemektedir. Kişilerin düşme korkusu arttırıp ve denge güven düzeylerinde azalmaya neden olarak günlük yaşantılarını olumsuz yönde etkileyebilir. Düşme ve düşme korkusu ile ilgili birçok çalışma olmasına rağmen, düşme riskinin osteoartritin şiddetiyle ilgili olup olmadığını araştıran çalışmalar yetersizdir. Bu nedenle biz çalışmamız da diz OA kişilerde osteoartrit şiddetinin düşme korkusu ve aktiviteye özgü güven üzerine etkisini araştırmayı amaçladık.

GEREÇ-YÖNTEM

Çalışmamıza İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Atatürk Eğitim Araştırma Hastanesine başvuran osteoartrit tanısı almış, yaş ortalamaları $59,87 \pm 7,77$ yıl olan 2'si erkek 39'u kadın olmak üzere toplam 41 olgu dâhil edildi. Olguların OA şiddeti Lesquesne diz osteoartrit şiddet indeksi ile (LOAI), düşme korkuları Düşme Etkinlik Ölçeği (DEÖ) ile, güven düzeyleri Aktiviteye özgü Güven Ölçeği (AÖDGÖ) ile değerlendirildi. Veriler SPSS 22 programı kullanılarak analiz edildi. Verilerin normal dağılıp dağılmadığı Shapiro-Wilk testi ile tespit edildi. Normal dağılan veriler için korelasyon testi Pearson Korolesyan Analizi kullanılarak yapıldı.

Lesquesne diz osteoartrit şiddet indeksi: Toplam on maddeden oluşan üç ölçekten oluşmaktadır. İlk kısım ağrıyı, ikinci kısım maksimum yürüme mesafesini ve 3. kısım günlük yaşam aktivitelerini sorgular. Toplamda skor 0 ila 24 arasında değişir. Daha yüksek puanlar, hastalığın daha şiddetli olduğunu gösterir (9).

Düşme Etkinlik Ölçeği (DEÖ): DEÖ günlük yaşamın nispeten tehlikeli olmayan 10 aktivitesinin her biri sırasında düşmekten kaçınmadaki algılanan etkinlik derecesini (yani kendine güven)

değerlendirmek üzere tasarlanmış bir ankettir. Her aktiviteyi düşmeden gerçekleştirilmesine duyulan güven 10 puan üzerinden değerlendirilir. Toplam puan 10-100 arası değişir.

Aktiviteye özgü Güven Ölçeği (AÖDGÖ) : Bu ölçeği Powell ve Myers tarafından geliştirilmiştir. Yaşlılarda denge güvenliğini ölçmek için iç ve dış günlük yaşamla ilgili 16 görev içerir. Puanlar 0 ile 100 arasında değişir (11).

BULGULAR

Olguların demografik özellikleri Tablo 1 de verilmiştir. Olguların LOAİ ortalaması $12,7 \pm 3,28$; DEÖ ortalaması $32,6 \pm 18,33$ ve AÖDGÖ ortalaması $57,7 \pm 14,42$ puandı (Tablo 1). Osteoartrit şiddeti ile düşme korkusu ve denge güven ölçeği arasındaki ilişki incelendiğinde LOAİ ile AÖDGÖ arasında negatif yönde bir ilişki olduğu bulundu ($r = -0,464$; $p = 0,002$). Aynı zamanda AÖDGÖ ile DEÖ arasında da negatif yönde bir ilişki olduğu görüldü ($r = -0,443$; $p = 0,004$) (Tablo 2).

SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışmamızda olgularımızın şiddetli seviyede osteoartrit bulgularına sahip olduklarını bulduk. Bununla birlikte osteoartrit semptom şiddeti ile kişinin aktiviteye özgü hissettiği denge güven duygusu arasında negatif yönde bir ilişki olduğunu, yani semptomların şiddeti arttıkça kişinin duyduğu güven duygusunun azaldığını bulduk. Aynı zamanda aktiviteye özgü güven duygusu ile de düşme korkusu arasında negatif yönde bir ilişki olduğunu yani kişinin güven duygusu azaldıkça düşme riskinin arttığını bulduk.

Diz eklemının vücudun ağırlığı taşıyan eklemler içerisinde en fazla hasara uğrayan eklem olması nedeni ile diz OA'lı bireylerde düşme riski daha fazladır (12). Yaşlılarda düşme kemik kırıkları ve subdural hematoma gibi fiziksel yaralanmalara neden olmasının yanı sıra düşme korkusu ve depresyon gibi psikolojik sonuçlara yol açmaktadır. Düşme korkusu kişilerin hareketlerini kısıtlamalarına ve fonksiyonel durumun azalmasına neden olmakta ve yaşam kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır (13).

Taşcı ve ark.nın çalışmasında, diz OA'nın düşme için risk faktörü olduğu vurgulanmıştır. Bu kontrollü çalışmada değerlendirilen 50 diz OA'lı hastada düşme riski K/L evre 3 hastalarında evre 2 olanlara göre daha yüksek bulunmuştur. Ancak LOAİ nin fonksiyonel durum sonuçlarının düşme riskine etkisi olmadığı saptanmıştır (12). Biz de çalışmamızda LOAİ sonuçlarının OA'lı olguların düşme korkularıyla direkt bir ilişkisini bulamadık. Ancak LOAİ sonuçları ile kişilerin aktiviteye özgü güven duyguları arasında negatif bir ilişki olduğunu bulduk. Böylelikle sonuçları yüksek olan olguların aktiviteye özgü güven duyguları azalarak düşme korkularının arttırdığını düşünmekteyiz.

Yapılan birçok çalışma özellikle alt ekstremitedeki ağrıların (kalçalar, dizler ve ayaklar) zamanla biomekaniyi ve yürüme paternini bozarak denge problemlerine ve düşme korkusunun gelişmesine yol açabileceğini göstermiştir (14-16). Birkaç çalışma, yaşlı yetişkinlerde ağrı ve düşme korkusu arasındaki ilişkiyi araştırmışlar ve sonuçta düşme korkusunun düşmeler ve aktiviteden kaçınma için önemli bir risk faktörü olduğunu ileri sürmüşlerdir (17). Oluşan düşme korkusu fiziksel hareketin miktarında ve şiddetinde kısıtlanmasına neden olmakta ve beraberinde birçok problemi getirmektedir (18). Bu nedenle diz OA tanısı alan hastalarda LOAİ skoru yükseldikçe aktivite güven duygularının düşük olduğunu ve beraberinde düşme korkularının yüksek olacağını bunda kişinin tedavi programını ve yaşam kalitesini olumsuz etkileyeceğini göz önünde bulundurmanızın önemli olduğunu düşünmekteyiz. Aynı hastaların tedavi programlarına düşme korkularını azaltma yönünde uygulamaların eklenmesinin faydalı olacağını düşünmekteyiz.

Sonuç: OA şiddeti arttıkça kişilerin aktiviteye özgü denge güven düzeyleri azalmakta ve bununla beraber düşme korkuları artmaktadır. OA'lı olguların tedavisinde kişilerin düşme korkularının artmasının ve güven düzeylerinin azalmasının günlük yaşam aktivite düzeylerini olumsuz yönde etkileyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKLAR

- 1-Bennell KL, Hunter DJ, Hinman RS. Management of osteoarthritis of the knee. *BMJ* 2012;345:e4934.
- 2-Hedbom E, Hauselmann HJ. Molecular aspects of pathogenesis in osteoarthritis: the role of inflammation. *Cell Mol Life Sci.* 2002; 59: 45-53.
- 3- Sinikallio SH, Helminen EE, Valjakka AL, Väisänen-Rouvali RH, Arokoski JP. Multiple psychological factors are associated with poorer functioning in a sample of community-dwelling knee osteoarthritis patients. *JCR: Journal of Clinical Rheumatology*, 2014;20(5):261-267.
- 4-Guler Uysal F, Başaran S. Kneeoart- hritis Turl J Phys Med Rehab. 2009;55 Suppl 1;1-7
- 5- Kim HS, Yun DH, Yoo SD, et al. Balance control and knee osteoarthritis severity. *Ann Rehabil Med.* 2011;35:701-9.
- 6- Tinetti ME, Speechley M. The effect of falls and fall injuries on functioning in community-dwelling older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1998;53:112-9.
- 7- Soy Buğdaycı D, Paker N, Tekdöş D, Topal K, Erbil E, Ersoy S. Düşen ve Düşmeyen Diz Osteoartritli Kadınlarda Dizin Fonksiyonel Durumu. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2012;58:22-5.
- 8- Levinger P, Menz HB, Wee E, Feller JA, Bartlett JR, Bergman NR. Physiological risk factors for falls in people with knee osteoarthritis before and early after knee replacement surgery. *Knee SurgSports Traumatol Arthrosc* 2011;19:1082-1089.
- 9- . Lequesne M. Indices of severity and disease activity for osteoarthritis. *Semin Arthritis Rheum* 1991;20(6 Suppl 2):48–54
- 10- Tinetti ME, Richman D, Powell L. Falls Efficacy as a Measure of Fear of Falling. *Journal of Gerontology: psychological sciences* 1990;45(6):239-243.
- 11- Powell LE, Myers AM. The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1995;50:28-34.
- 12- Tasci Bozbas G, Sendur OF, Aydemir AH. Primary knee osteoarthritis increases the risk of falling. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2017;30:785-9.
- 13- Guideline for the prevention of falls in older persons. American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention. *J Am Geriatr Soc* 2001; 49: 664–72.
- 14- Lihavainen K, Sipilä S, Rantanen T et al. Contribution of musculoskeletal pain to postural balance in community-dwelling people aged 75 years and older. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2010;65A:990–996
- 15- Lamothe CJ, Meijer OG, Daffertshofer A et al. Effects of chronic low back pain on trunk coordination and back muscle activity during walking: Changes in motor control. *Eur Spine J* 2006;15:23–40.
- 16- Thorp LE, Sumner DR, Wimmer MA et al. Relationship between pain and medial knee joint loading in mild radiographic knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum* 2007;57:1254–1260
- 17- Scheffer AC, Schuurmans MJ, van Dijk N et al. Fear of falling: Measurement strategy, prevalence, risk factors and consequences among older persons. *Age Ageing* 2008;37:19–24
- 18- Patel KV, Phelan EA, Leveille SG, Lamb SE, Missikpode C, Wallace RB, Turk DC. High prevalence of falls, fear of falling, and impaired balance in older adults with pain in the United States: findings from the 2011 National Health and Aging Trends Study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 2014;62(10):1844-1852.

Tablo 1. Demografik özellikler ve ölçüm sonuçları

	Ortalama	SS
Yaş	59,87	7,7
Boy	163	16,7
Kilo	80,29	11,8
AÖDGÖ	57,7	14,42
LOAİ	12,7	3,28
DEÖ	32,6	18,33

Tablo 2. Korelasyon değerleri

		AÖDGÖ	LOAİ	DEÖ
AÖDGÖ	r	1	-,464**	-,443**
	p		,002	,004
LOAİ	r	-,464**	1	,211
	p	,002		,186
DEÖ	r	-,443**	,211	1
	p	,004	,186	