



DİYARBAKIR
28-29 ARALIK 2018

ANADOLU ULUSLARARASI MULTİDİSİPLİNER ÇALIŞMALAR KONGRESİ

Sosyal Bilimler - Mühendislik - Fen Bilimleri - Sağlık Bilimleri - Matematik - Ziraat
Veterinerlik - Güzel Sanatlar - Spor Bilimleri



TAM METİN KİTABI 1

Editör: Gültekin Gürçay



ISBN: 978-605-69046-1-5

www.anadolukongre.org

KONGRE TAM METİN KİTABI



1. Anadolu Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar Kongresi

28-29 Aralık 2018

Diyarbakır

EDİTÖR: Gültekin Gürçay

UBAK YAYINEVİ ®

(TC. KÜLTÜR VE TURİZM BAKANLIĞI YAYINEVİ RUHSAT NUMARASI : 2018/42945)
TÜRKİYE

info@anadolukongre.org

www.ubak.org.tr

www.anadolukongre.org

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

UBAK Publications – 2018 ©

Yayın Tarihi : 30.12.2018

ISBN : 978-605-69046-1-5

KONGRE KÜNYESİ

KONGRE ADI

I. ANADOLU ULUSLARARASI MULTİDİSİPLİNER ÇALIŞMALAR KONGRESİ

TARİHİ VE YERİ

28-29 Aralık 2018

Diyarbakır

DÜZENLEYEN KURUMLAR

UBAK Uluslararası Bilimler Akademisi Derneği

KONGRE BAŞKANI

Prof. Dr. Salih Öztürk

DÜZENLEME KURULU BAŞKANI

Gültekin Gürçay

YABANCI KONUŞMACILAR

Dr. Firuz FAOZI (Afganistan, Kabil Devlet Üniversitesi)

Prof. Fatima Albakova (Moscow State University, Rusya)

Doç. Dr. Malik Guseynov (Kırgızistan)

Şamuhammet Çarıyev (Mahtumkulu Türkmen Devlet Üniversitesi)

Dr. Zhi HUAN (China, Renmin University)

KONGRE DİLLERİ

TÜRKÇE (Tüm Lehçeleri) - İNGİLİZCE - RUSÇA - FARŞÇA - ÇİNCE - ARAPÇA



FOTOĞRAF GALERİSİ











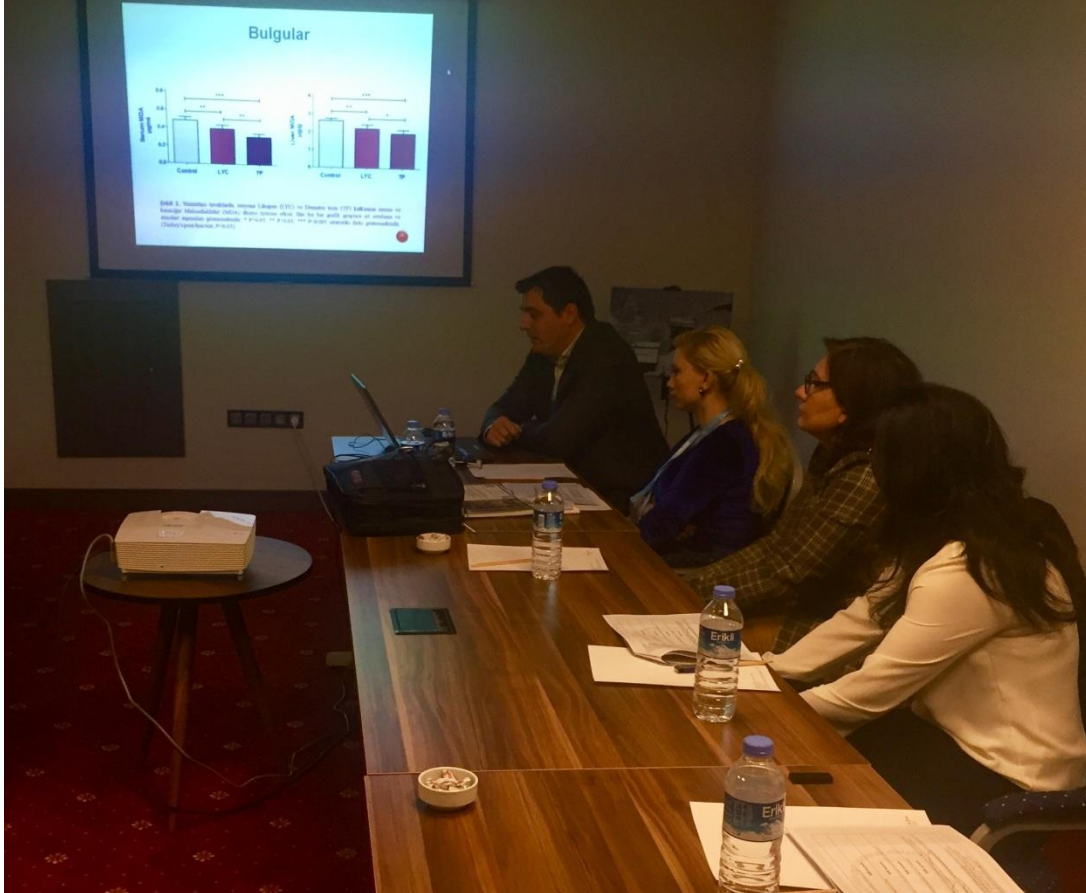




























SERGI

GÜLSEREN ÖNDER – GÜLTEKİN GÜRÇAY

KARMA FOTOĞRAF SERGİSİ

İÇİNDEKİLER	
KONGRE KÜNYESİ	İ
BİLİM KURULU	ii
KONGRE PROGRAMI	iii
FOTOĞRAF GALERİSİ	iv
İÇİNDEKİLER	V
SÖZLÜ SUNULMUŞ BİLDİRİ TAM METİNLERİ	
Yahya ÖZDOĞAN & Özlem YILMAZ	1
ENERJİ İÇECEKLERİNİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ	
Yahya ÖZDOĞAN & Öykü Peren TÜRK FİDAN	7
ÇOK BOYUTLU BİR KAVRAM: BEDEN ALGISI	
Lale SARIYE AKAN & Zehra Nur AKKUŞ	12
OBEZİTE VE MİKROBİYOTA	
Osman GÜLER	21
KADMİYUM İLE OLUŞTURULAN DENEYSSEL BEYİN DOKUSU HASARINA KARŞI BAL VE POLENİN LİPİD PEROKSİDAYON VE BAZI ANTİOKSİDANLAR ÜZERİNE ETKİSİ	
Şeyho Cem YÜCETAŞ & Mehmet Fuat TORUN	28
PNEUMOCEPHALUS AT HEAD İNJURY	
Necati ÜÇLER & Şeyho Cem YÜCETAŞ	32
SUBARAKNOİD KANAMA İLE BAŞVURAN ANEVİZMALARIN POSTOPERATİF KLİNİK SONUÇLARI: 191 OLGUNUN DENEYİMİ	
Caner ŞAHİN	34
KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI HORLAMA VE UYKU APNESİ SENDROMU ÖN TANISI İLE UYKU TESTİ UYGULANAN HASTALARDA UYKU TESTİ SONUÇLARIMIZ	
Erkan HİRİK & Selami ALBAYRAK	37
MESANE TÜMÖRLÜ HASTALARDA İMMÜN SİSTEMİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE DİĞER ÜROLOJİK TÜMÖRLERLE KARŞILAŞTIRILMASI	
Ali ŞİMŞEK & Ali Asgar YETKİN & Mübecce BAĞDAŞ	43
ENTROPİYONLU OLGULARDA CERRAHİ SONUÇLARIMIZ	
Timur KOCA	49
LOKAL İLERİ Evre III-A ve III-B KÜÇÜK HÜCRE DIŞI AKCİĞER KANSERLERİNİN TEDAVİSİNDE SİMÜLTANE KEMOTERAPİ İLE BİRLİKTE UYGULANAN HİPERFRAKSİYONE VE NORMOFRAKSİYONE RADYOTERAPİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	
Feyza NAZİK	55
HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNİN ALGILANAN SOSYAL DESTEK DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ	
Feyza NAZİK	59
HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNİN ŞİDDET EĞİLİMLERİNİN İNCELENMESİ	
Feyza NAZİK	64
HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNDE ALGILANAN STRES DÜZEYLERİ VE ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ	
Orhan TUNÇ	68
TOTAL LARİNGOFARENJEKTOMİ UYGULANAN HASTALARDA PEKTORALİS MAJOR MİYOKUTANÖZ FLEP İLE REKONSTRÜKSİYON SONUÇLARIMIZ	
Hasan Aydın & Alper Yalçın	72

VİTAMİN-D'NİN DENEYSEL İMİDAKLOPRİD UYGULANAN RATLARIN KARACİĞER DOKUSUNDAKİ İRİSİN İMMUN REAKTİVİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ	
Emine Ararat & Eda Didem Yalçın	79
DİŞ HEKİMLİĞİNDE GERİATRİ	
Emine Ararat & Eda Didem Yalçın	84
TALASEMİDE OROFASİYAL BULGULAR	
Aymelek ÇETİN	87
ULTRASTRUCTURE OF HUMAN UMBİLİCAL ARTERY AND VEİN	
Yasin AKBULUT	96
ORTODONTİ DERSLERİ ALAN VE ALMAYAN DİŞ HEKİMLİĞİ ÖĞRENCİLERİNİN, ORTODONTİK ANOMALİLERE TANI KOYABİLME DÜZEYLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	
Tuğba ERSOY & Özlem ÖZMEN	103
PARVOVİRUS İLE DOĞAL ENFEKTE KÖPEK BAĞIRSAKLARINDA KASPAZ-3 VE PCNA AKTİVİTESİNİN İMMUNOHİSTOKİMYASAL OLARAK İNCELENMESİ	
Özlem ÖZMEN	110
BİR SÜLÜNDE KOLANGİOSELÜLER KARSİNOMA OLGUSU	
Ezgi OGUŞ & Özlem ÖZMEN	115
KÖPEK TRANSMİSSİBLE VENEREAL TÜMÖRLERİNDE MMP-2 VE MMP-7 AKTİVİTESİNİN İMMUNOHİSTOKİMYASAL OLARAK BELİRLENMESİ	
Emine BEYAZ & Sonay GÖKÇEOĞLU	122
OKUL DÖNEMİ ÇOCUKLARDA AKUT AĞRIYI GİDERMEDE KULLANILAN NON-FARMAKOLOJİK YÖNTEM: DİSTRAKSİYON	
Emine BEYAZ & Sonay GÖKÇEOĞLU	127
PEDİATRİ ACİL SERVİSLERDE ÇOCUK İSTİSMAR VE İHMALİ	
Emine BEYAZ & Sonay GÖKÇEOĞLU	142
ANNELERİN BÜYÜK KORKUSU: SÜTÜN YETERSİZLİK ALGISI	
Emine ELİBOL & Lale Sariye AKAN	148
ORGANİK VE SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM	
Nural ERZURUM ALİM & Emine ELİBOL	153
MİKROBİYOTA ve OBEZİTE	
Aziz AKSOY & Derya BAYRAKTAR	158
GESTASYONEL DİYABETLİ HASTALARIN ANEMNEZ VERİLERİNE GENEL BİR BAKIŞ: BİTLİS ÖRNEĞİ	
Aziz AKSOY & Derya BAYRAKTAR	162
DİYABETUS MELLİTUS'TA BAZI BİTKİSEL ÜRÜNLER VE GIDA TAKVİYELERİNİN ÖNEMİ	
Nihat AKA & Canan DEMİR & Halit DEMİR	169
GASTROÖZEFAJEAL REFLÜ HASTALIĞI İLEASİMETRİK DİMETİL ARJİNİN ARASINDAKİ KORELASYON	
Halit DEMİR & Nihat AKA & Canan DEMİR	173
TOTAL SÜLFİHİDRİL DÜZEYİNİN İLE BAZI HASTALIKLAR ARASINDAKİ KORRELASYON	
Halit DEMİR & Nihat AKA & Canan DEMİR	177
ÜLSERATİF KOLİT HASTALIĞI İLE PROLİDAZ ENZİMİ ARASINDAKİ İLİŞKİ	
Y. I. Özdemir	181
THE EFFECTS OF THE ASPECT RATIO AND THİCKNESS/SPAN RATIO AT THE FREE VİBRATION BEHAVİOUR OF THİCK PLATES ON ELASTİC FOUNDATION WITH FİRST ORDER FİNİTE ELEMENT	
Y. I. Özdemir	193
FORCED VİBRATION ANALYSIS OF MİNDLİN PLATES RESTİNG ON WİNKLER FOUNDATION	

Süleyman ADAK & Hasan CANGİ & Serdar YILMAZ TARİHİ YAPILARIN DOĞRU AYDINLATILMASININ ÖNEMİ	205
Süleyman ADAK & Hasan CANGİ & Ahmet Serdar YILMAZ FOTOVOLTAİK PANELLERDE KISMİ GÖLGELENMENİN ÇIKIŞ GÜCÜ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	219
Suleyman ADAK & Hasan CANGI & Ahmet Serdar YILMAZ THE RELATIONSHIP BETWEEN THE INPUT CURRENT HARMONIC DISTORTION OF ASYNCHRONOUS MOTOR AND THE SWITCHING FREQUENCY IN PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEM	229
Hasan CANGİ & Abdurrahman UNCU & Süleyman ADAK ASENKRON MOTORLARIN KONTROLÜNDE PLC KULLANIMI	242
Süleyman ADAK & Abdurrahman UNCU & Hasan CANGİ ELEKTRİK TESİSLERİNDE HARMONİK KAYNAĞI OLARAK BİLGİSAYARLAR	248
Hasan CANGİ & Abdurrahman UNCU & Süleyman ADAK FOTOVOLTAİK SİSTEMLERDE TOPRAKLAMA VE YILDIRIMDAN KORUMA	256
Doç.Dr. Ali KIRÇAY THE DESIGN OF LOG-DOMAIN SECOND-ORDER BANDPASS FILTER FOR VHF APPLICATIONS	264
Ali KIRÇAY İŞARET SIKIŞTIRMA GENİŞLETME YÖNTEMİ İLE DÜŞÜK GERİLİMLİ/GÜÇLÜ DEVRE TASARIMI	269
Zülküf DEMİR & Oktay ADIYAMAN DELME İŞLEMİNDE MATKAP UÇ AÇISININ KUVVETTEKİ SAPMAYA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI	274
Hasan DÜZ GELİŞEN BORU AKIŞININ SAYISAL SİMULASYONUNDA FARKLI TÜRBÜLANS MODELLERİN ÇÖZÜMÜNDE YETENEKLERİN ARAŞTIRILMASI	284
Hasan DÜZ GÜNEŞ ISISI İLE ÇEVİRİM AKIŞKANLI TÜRBİNLİ GÜÇ ÜRETİMİNDE YENİ VERİM ARTIRMA TEKNİĞİ	293
Hasan DÜZ VERİMLİ VE MALİYETLİ YENİ BİR RÜZGAR TÜRBİNİN TASARLANMASI VE TEORİK ANALİZİ	302
Gökhan KAHRAMAN & Yahya TAŞGIN HİDROELEKTRİK SANTRALLERDE CEBRİ BORU GİRİŞ KAPAĞINDA BULUNAN PİRİNÇ CONTALARIN SIZDIRMAZLIKLARININ ARAŞTIRILMASI	309
Gökmen ÇERİBAŞI & Merve ÖZDİN & Umut AYTULUN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN HİDROMETEOROLOJİK PARAMETRELER ÜZERİNDE ETKİSİ VE TAHMİN MODELLERİNİN ÖNEMİ	314
Gökmen ÇERİBAŞI & Muhammed ÇALIŞKAN & Umut AYTULUN SAKARYA HAVZASINDAKİ HİDROELEKTRİK ENERJİ SANTRALLERİNİN ENERJİ POTANSİYELLERİNİN ARAŞTIRILMASI VE TAHMİN MODELLERİNİN ÖNEMİ	320
Gökmen ÇERİBAŞI & Umut AYTULUN BURSA İLİNİN YAĞIŞ VE SICAKLIK VERİLERİNİN TREND YÖNTEMLERİ İLE ANALİZİ	326
Erdem IŞIK & Anıl SÖZEN HASTANELERDE MEDİKAL GAZ TESİSATI	332
Deniz SÜTCÜ & Selman AYDIN REPLACING THE COMPRESSION RATIO IN GASOLINE ENGINES IMPACT OF ITS ENGINE PERFORMANCE PARAMETERS	337
Deniz SÜTCÜ & Selman AYDIN MELEZ (SEMI) HYBRID SYSTEM APPLIED IN VEHICLES	347

Deniz SÜTCÜ & Selman AYDIN	354
AUTONOMOUS DRIVING IN CARS	
Cenk YAVUZ & Ceyda AKSOY TIRMIKÇI	359
KAMU BİNALARINDA LED ARMATÜR DÖNÜŞÜMÜNE İLİŞKİN BİR DURUM ÇALIŞMASI: SAKARYA ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ	
Ceyda AKSOY TIRMIKÇI & Cenk YAVUZ	365
FOSİL YAKITLARIN DÜNYADAKİ DURUMU VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ	
Cenk YAVUZ & Ceyda AKSOY TIRMIKÇI	370
FOTOMETRİK FLICKER OLAYININ OFİS ÇALIŞANLARININ ALGISINA ETKİSİNİN SAHA ÖRNEĞİ İLE İRDELENMESİ	
Mahmut MODANLI	375
ATANGANA-BALEANU KESİRLİ DİFERANSİYEL DENKLEMİNİN LAPLACE METODUYLA ÇÖZÜMÜ	
Mahmut MODANLI	381
KESİRLİ TELEGRAF KISMİ DİFERANSİYEL DENKLEMLERİN DUFORT-FRANKEL FARK METODUYLA YAKLAŞIK ÇÖZÜMÜ	
Mahmut MODANLI	385
BAGLEY-TORVİK HİPERBOLİK KESİRLİ DİFERANSİYEL DENKLEMİN LAPLACE COLLOCATION METODUYLA YAKLAŞIK ÇÖZÜMÜ	
Züleyha DEĞİRMENCİ & Mehmet TOPALBEKİROĞLU & Nevruz EREN	391
KAMU VE ÖZEL SEKTÖRDE İHALE İŞLEMLERİNİN ELEKTRONİK ORTAMA TAŞINMASI	
Mustafa Yusuf YILDIRIM & Mustafa ANUTGAN	407
TERS KİNEMATİK ANALİZİN YAPAY SİNİR AĞLARI İLE SİMÜLASYONU	
Mustafa Yusuf YILDIRIM & Mustafa ANUTGAN	412
STEREO GÖRME VE 3 EKSEN Lİ ROBOT KOL KULLANILARAK NESNE SINIFLANDIRMA	
Ömer Faruk EFE & Dr. Burak EFE & Mehmet Akif YERLİKAYA	419
AN INTEGRATED APPROACH FOR MOBILE PHONE SELECTION	
Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk EFE	424
TEKSTİL SEKTÖRÜNDEKİ İŞ KAZALARINI ETKİLEYEN RİSK ETMENLERİNİN İNCELENMESİ	
Ömer Faruk EFE	431
HİBRİD ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEMELİNDE OSGB SEÇİMİ	
İbrahim Baran KARAŞİN & Ercan IŞIK & Alper DEMİRCİ & Tolga BEKLER	436
SÜNEKLİLİK DÜZEYİ YÜKSEK BETONARME YAPILARDA ZEMİN SINIFININ ETKİSİ	
Alper DEMİRCİ & Tolga BEKLER & İbrahim Baran KARAŞİN & Ercan IŞIK	443
VAN VE YAKIN CİVARINDA CİSİM DALGALARININ FREKANS BAĞIMLI SOĞRULMA FONKSİYONLARI	
Alper DEMİRCİ & Tolga BEKLER & İbrahim Baran KARAŞİN & Ercan IŞIK	448
VAN VE YAKIN CİVARINDA CİSİM DALGALARININ FREKANS BAĞIMLI SOĞRULMA FONKSİYONLARI	
Rasim DOĞAN & Ahmet KARAARSLA	454
FUEL CELL APPLICATION ON AC PUMP MOTORS	
Ahmet KARAARSLAN & Zafer ORTATEPE & Rasim DOĞAN	458
MODEL PREDICTIVE BASED ROTOR CURRENT CONTROL FOR MATRIX CONVERTER CONTROLLED DFIG	
Rasim DOĞAN & Ahmet KARAARSLAN	466
RECONSTRUCTION OF A LOAD COMPOSITION WITH ZIP COEFFICIENTS	
Ahmet KARAARSLAN & Özkan ÖZKARA & Rasim DOĞAN	471
MPPT AND PI CONTROL OF A BUCK-BOOST CONVERTER IN PV SYSTEMS FOR BATTERY CHARGING	

Ahmet KARAARSLAN & Rasim DOĞAN	478
OBTAINING OPTIMUM PIEZOELECTRIC ENERGY HARVESTING WITH NON-INVERTING BUCK-BOOST CONVERTER	
Ahmet KARAARSLAN & Emrah ŞEKER & Rasim DOĞAN	486
LOAD COMPENSATION USING D-STATCOM	
Sibel DUMAN & Fatih ŞEN	495
ENHANCED HYDROGEN RELEASE FROM DEHYDROGENATION OF AMMONIA BORANE BY ISOLABLE AND REUSABLE IN SITU GENERATED OLEYLAMINE STABILIZED NICKEL (0) NANOPARTICLES	
Sibel DUMAN & Fatih SEN	504
COPPER(0)@CELLULOSE NANOPARTICLES: IN-SITU SYNTHESIS AND TESTING OF CATALYTIC ACTIVITY FROM GREEN DEHYDROGENATION OF DIMETHYLAMINE-BORANE	
Sibel DUMAN & Fatih SEN	511
STARCH SUPPORTED RUTHENIUM(0) NANOPARTICLE CATALYSTS FOR HYDROGEN GENERATION FROM THE GREEN DEHYDROGENATION OF DIMETHYLAMINE-BORANE	
Fatih SEN & Sibel DUMAN	517
MONODISPERSED PLATINUM- RHODIUM ALLOY NANOPARTICLES ASSEMBLED ON POLY(N-VINYLPYRROLIDONE) AS A HIGHLY EFFECTIVE CATALYST FOR DIMETHYLAMINE BORANE DEHYDROCOUPLING	
Fatih SEN & Sibel DUMAN	520
HIGHLY PRODUCTIVE AND STABLE GRAPHENE OXIDE SUPPORTED BIMETALLIC PALLADIUM-RUTHENIUM NANOCATALYSIS FOR HYDROGEN EVOLUTION REACTION	
Fatih SEN & Sibel DUMAN	524
REDUCED GRAPHENE OXIDE - BASED MONODISPERSE PALLADIUM COBALT NANOCOMPOSITE AS HIGHLY EFFICIENT AND STABLE NANOCATALYST FOR HYDROGEN EVOLUTION REACTION	
Halil İLKİMEN & Cengiz YENİKAYA	527
5-SÜLFOSALİSİLİK ASİT İLE 2-AMİNO-4-(CH₃;Cl)PİRİDİN TÜREVLERİNİN KARIŞIK LİGANDLI Cu(II) KOMPLEKSLERİNİN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU	
Halil İLKİMEN & Cengiz YENİKAYA	536
5-SÜLFOSALİSİLİK ASİT İLE 2-AMİNOPİRİDİN TÜREVLERİNİN KARIŞIK LİGANDLI Cu(II) KOMPLEKSLERİNİN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU	
Halil İLKİMEN & Cengiz YENİKAYA	545
2-AMİNO-5-(Cl;Br;NO₂)PİRİDİN TÜREVLERİ İLE 5-SÜLFOSALİSİLİK ASİTİN PROTON TRANSFER TUZLARININ SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU	
Enes ARIK & Canan DEMİR & Halit DEMİR	559
İSKEMİ MODİFİYE ALBÜMİNİN İLE GASTROÖZEFAGEAL REFLÜ HASTALIĞI ARASINDAKİ KORRELASYON	
Halit DEMİR & Enes ARIK & Canan DEMİR	563
METABOLİK HASTALIKLAR İLE OKSİDATİF STRES ARASINDAKİ KORRELASYON	
Halit DEMİR & Enes ARIK & Canan DEMİR	566
CRISPR-Cas9 'un Klinik, BİYOKİMYASAL OLARAK ÖNEMİ VE KANSER İLE ARASINDAKİ KORRELASYON	
Sibel ASLAN & Ertuğrul GÜL	569
REMOVAL OF SYNTHETIC DYES FROM AQUEOUS SOLUTIONS BY ZERO VALENT IRON	
Sibel ASLAN & Meltem GÖZEGİR	579
OCCURRENCE, TRANSFORMATION, AND FATE OF SULFONAMIDE ANTIBIOTICS IN TERRESTRIAL AND AQUATIC ENVIRONMENTS, AND THEIR	

REMOVAL METHODS	
Mehrzad Mohabbi Yadollahi	588
BAŞLANGIÇ GEOMETRİK KUSURUNUN KEMER ŞEKLİNDEKİ ÇİFT KATMANLI UZAY KAFES SİSTEMLERİN TAŞIYABİLECEĞİ YÜK ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	
Mehrzad Mohabbi Yadollahi	602
امكانسنجی تولید سیمان ژنوپولیمیری از پرلیت	
Mehrzad Mohabbi Yadollahi	618
KÜR ŞARTLARININ REAKTİF PUDRA BETON ÜRETİMİNDEKİ ETKİSİ	
Lokman GEMİ	628
KARBON ELYAF TAKVİYELİ KOMPOZİT BORULARLA GÜÇLENDİRİLMİŞ BETON KOLONLARIN EKSENEL YÜK ALTINDAKİ DAVRANIŞININ İNCELENMESİ	
Lokman GEMİ	635
CAM ELYAF TAKVİYELİ KOMPOZİT BORULARLA GÜÇLENDİRİLMİŞ BETON KOLONLARIN EKSENEL YÜK ALTINDAKİ DAVRANIŞININ İNCELENMESİ	
Lokman GEMİ	642
HİBRİD ELYAF TAKVİYELİ FGM KOMPOZİT BORULARLA GÜÇLENDİRİLMİŞ BETON KOLONLARIN EKSENEL YÜK ALTINDAKİ DAVRANIŞININ İNCELENMESİ	
Nürettin AKÇAKALE	649
KAYNAK İŞLERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ	
Selma KARABAŞ & Osman KARKACIER	663
TÜRKİYE’DE ÖRTÜ ALTI SEBZE YETİŞTİRİCİLİĞİNİN TARIMSAL EKONOMİK YAPISI	
Selma KARABAŞ & Osman KARKACIER	671
KIRSAL ALANA YÖNELİK SOSYAL HİZMETLER VE KADININ GÜÇLENDİRİLMESİ	
Selma KARABAŞ & Osman KARKACIER	678
TÜRKİYE’DE SOSYAL HİZMETLER MODELİNDE UYGULANAN YARDIM PROGRAMLARI	
Semra GÜRBÜZ & Aslı ÇELİKEL GÜNGÖR	686
COĞRAFİ İŞARET TESCİL BELGESİ ALMIŞ BALLARIN GENEL VE AYIRT EDİCİ ÖZELLİKLERİ	
Semra GÜRBÜZ & Aslı ÇELİKEL GÜNGÖR & Lokman TOPRAK	691
SAĞLIK VE BESLENME AÇISINDAN BAL	
Çelikel GÜNGÖR & Semra GÜRBÜZ	695
PROBİYOTİK MİKROORGANİZMALARIN SÜT ÜRÜNLERİNDE KULLANIMI	
Aslı Çelikel GÜNGÖR & Semra GÜRBÜZ & Mutlu Buket AKIN	700
PEYNİRALTI SUYU TOZUNUN YENİLEBİLİR FİLM ÜRETİMİNDE KULLANIMI	
Semra GÜRBÜZ & Aslı Çelikel GÜNGÖR	706
BİYOJEN AMİNLERİN GIDA KALİTESİ VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN ÖNEMİ	
Lokman TOPRAK & Aslı ÇELİKEL GÜNGÖR & Semra GÜRBÜZ	710
YEREL YEMEKLER: MARDİN ÖRNEĞİ	
Gül KILIÇ DEDEOĞLU & Fatma ERSİN	714
YAŞLI HASTALARA EVDE BAKIM VEREN BİREYLERİN SOSYAL DESTEK ALGILARI, BAKIM YÜKLERİ VE ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ	
Volkan TUNÇ	722
CUMHURİYET DÖNEMİ’NDE ANKARA’DAN ERZURUM’A UZANAN DEMİRYOLU HATTI “1924-1939”	
Volkan TUNÇ	737
CUMHURİYET DÖNEMİ GÜNEYDOĞU ANADOLU DEMİRYOLU HATTI “FEVZİPAŞA-DİYARBAKIR-KURTALAN/1924-1944”	

Ümit GÜLER	753
OSMANLI KIBRISI'NDA HRİSTİYAN DİN ADAMLARINA KARŞI SUÇLAR	
Ümit GÜLER	757
OSMANLI DÖNEMİNDE KALYONCULARIN KIBRIS AHALİSİNE KARŞI CÜRÜMLERİ	
Dr. Öğr. Üyesi Ümit GÜLER	762
İSLAM TARİHİNDEKİ KÖLELİK TECRÜBESİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME	
Mehmet Emin YURT	769
KUR'ÂN TEFSİRİNDE BİLİMSEL BİLGİNİN DEĞERİ	
Abdurrahman ENSARİ	777
FARKLI İNAÇ VE KÜLTÜRLERE SAYGI BAĞLAMINDA EN'ÂM 108. AYETİN YORUMU	
Gökhan ARIKAN & Recep KÜRKCÜ & İsmail GÖKHAN	789
KÜREKÇİLERİN ALT VE ÜST EKSTREMİTE KUVVETİ İLE BAZI FİZİKSEL, FİZYOLOJİK ÖZELİKLERİNİN 2000 METRE ERGOMETRE DERESESİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELEMESİ	
Recep KAHRAMANOĞLU	800
ÖĞRETMEN ADAYLARININ ÖĞRETİM SÜRECİNİ PLANLAMADA YAŞADIKLARI SORUNLAR VE BEKLENTİLERİ	
Recep KAHRAMANOĞLU	804
CUMHURİYET SONRASI ÖĞRETMEN YETİŞTİREN KURUMLARA ÖĞRENCİ ALIM SÜRECİNDE MÜLAKAT UYGULAMASI VE BU ÇERÇEVEDE BUGÜNÜMÜZE BAKIŞ	
Recep KAHRAMANOĞLU	809
ÖĞRETMEN OLMAK İSTEYEN ADAYLAR İÇİN ÖĞRETMEN YETİŞTİRE KURUMLARA YÖNELİK GİRİŞ STANDARTLARININ ÖNEM DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ	
Sevim SEVGİ	820
ÜST BİLİŞ BECERİLERİ ÖLÇEĞİNİN ÖLÇMENİN DEĞİŞMEZLİĞİNİN İNCELENMESİ	
Melek ÇAĞLIKÖSE & Sevim SEVGİ	825
ALTINCI SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ÜST BİLİŞ BECERİLERİNİN İNCELENMESİ	
Sevim SEVGİ	829
SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE GEOMETRİK AÇILIMLAR KULLANIMINA YÖNELİK GÖRÜŞLERİ	
İlcut Elif KANDİL GÖKER	834
MEVDUAT BANKALARINDA ENTELEKTÜEL SERMAYE VE SERMAYE YETERLİLİK ORANI İLİŞKİSİ	
Fikret SALIK	841
AMELİYATHANE HEMŞİRELERİNİN BİLGİ, TECRÜBE VE MEMNUNİYETİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	
Muhammet ASENA	844
YANIK ÜNİTESİ HEMŞİRELERİNİN BİLGİ, TECRÜBE VE MEMNUNİYETİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	
Ahmet KOÇ	847
TERMAL BAND ANALİZLERİNİN BİTKİ YOĞUNLUK İNDEKSLERİNE (NDVI) GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİNDE İĞDIR İLİ ÖRNEĞİ	
Mehmet YILDIRIM & Ferhat KIZILGEÇİ & Cuma AKINCI & Önder ALBAYRAK	853
EKMEKLİK BUĞDAY GENOTİPLERİNİN BAŞAKLANMA DÖNEMİNDE ÖLÇÜLEN LAI, SPAD, NDVI, BÖS İLE TANE VERİMİ VE KALİTE ÖZELİKLERİ ARASINDA KORELASYON ANALİZİ	
Mehmet YILDIRIM & Ferhat ÖZTÜRK	858
BAZI İLERİ EKMEKLİK BUĞDAY HATLARININ VERİM VE BAZI KALİTE	

ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	
Mehmet YILDIRIM & Ferhat KIZILGEÇİ	862
BİTLİS KOŞULLARINDA BAZI EKMEKLİK BUĞDAY GENOTİPLERİNİN VERİM VE KALİTE ÖZELLİKLERİ YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ	
Hüseyin BASIM & Esin BASIM	866
ANTAGONISTIC POTENTIAL OF <i>Bacillus subtilis</i> HB10 AGAINST <i>Xanthomonas</i> spp., CAUSAL AGENTS OF PEPPER AND TOMATO BACTERIAL LEAF SPOT DISEASE	
Hüseyin BASIM & Esin BASIM	869
THE VOLATILE ANTIBACTERIAL EFFECT OF THE ESSENTIAL OIL OF <i>Eucalyptus camaldulensis</i> AGAINST <i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> STRAINS, A CAUSAL AGENT OF TOMATO BACTERIAL WILT AND CANCER DISEASE	
Hüseyin BASIM & Esin BASIM	873
RESEARCH ON THE ANTIBACTERIAL EFFECTS OF THE ESSENTIAL OIL OF THYME (<i>O. dubium</i>) AGAINST <i>Pectobacterium carotovorum</i> subsp. <i>carotovorum</i> ISOLATES, A CAUSAL AGENT OF BANANA WET ROT DISEASE	
Esin BASIM & Hüseyin BASIM	877
ANTIBACTERIAL EFFECTS OF SOME ESSENTIAL OILS AGAINST <i>Pseudomonas tolaasii</i> ISOLATES, A CAUSAL AGENT OF BROWN BLOTCH DISEASE ON CULTIVATED MUSHROOM <i>Agaricus bisporus</i> (Lange) Sing.	
Esin BASIM & Hüseyin BASIM	881
PLANT PROTECTION AND CULTIVATION PROBLEMS IN GREENHOUSE VEGETABLES PRODUCTION IN AKSU DISTRICT OF ANTALYA PROVINCE	
Seyithan SEYDOŞOĞLU	887
DÜZENSİZ OTLATMANIN DOĞAL MERALAR ÜZERİNE ETKİLERİ	
Seyithan SEYDOŞOĞLU	892
FARKLI ORANLARDA KARIŞTIRILAN YEM BEZELYESİ (<i>Pisum sativum</i> L.) VE ARPA (<i>Hordeum vulgare</i> L.) HÂSILLARININ SİLAJ KALİTESİNE ETKİ EDEN ORGANİK ASİT ORANLARININ BELİRLENMESİ	
Enver KENDAL & Yusuf DOĞAN	898
MAKARNALIK BUĞDAY ÇEŞİTLERİNİN DİYARBAKIR ŞARTLARINDA VERİM VE KALİTE ÖZELLİKLERİ BAKIMINDAN KARŞILAŞTIRILMASI	
Enver KENDAL & Yusuf DOĞAN	905
MAKARNALIK BUĞDAY ÇEŞİTLERİNDE TANEDEKİ MİKRO VE MAKRO BESİN KONSANTRASYONU	
Enver KENDAL & Yusuf DOĞAN	911
YEREL MAKARNALIK BUĞDAYLARIN TANEDEKİ BESİN ELEMENTİ İÇERİKLERİNİN KORELASYONU	
Serap DOĞAN & Yusuf DOĞAN & Enver KENDAL	918
BAZI NOHUT (<i>Cicer arietinum</i> L.) GENOTİPLERİN MARDİN KOŞULLARINDAKİ VERİM VE ADAPTASYON YETENEKLERİNİN BELİRLENMESİ	
Enver KENDAL & Yusuf DOĞAN	922
YEREL MAKARNALIK BUĞDAYLARIN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER	
M. Fırat BARAN & M. Zahir DUZ	928
REMOVAL OF PB, CD, ZN, FE, NI AND CU FROM AQUEOUS SOLUTION BY <i>BACILLUS LICHENIFORMIS</i> USING ICP-OES AND ICP-MS	
Rena HÜSEYİNOĞLU	938
GİRESUN DAĞLARI SUBALPİN BÖLGESİ'NDEKİ BAZI GEOFİT BİTKİ TÜRLERİNİN EKOLOJİSİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	
Necati ÇETİN & Cevdet SAĞLAM	946
DİYARBAKIR İLİNDE TARIMSAL MEKANİZASYONDAKİ GELİŞMELERİN MEVCUT DURUMU	

Necati ÇETİN & Cevdet SAĞLAM	951
GELENEKSEL VE KORUYUCU TOPRAK İŞLEME SİSTEMLERİNDE ENERJİ KULLANIMI	
Necati ÇETİN & Cevdet SAĞLAM & Hüseyin Hüsnü BALIK & Gözde Nur GÜÇKAN & Yusuf Can AŞIK	961
YAĞLIK AYÇİÇEĞİ (<i>Helianthus annuus</i> L.) TOHUMLARININ BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ	
Sinan ANLAŞ & İnanç ÖZGEN	964
TÜRKİYE HISTERIDAE (INSECTA: COLEOPTERA) FAUNASINA KATKILAR	
Sinan ANLAŞ & İnanç ÖZGEN	967
TÜRKİYE NITIDULIDAE (INSECTA: COLEOPTERA) FAUNASINA KATKILAR	
Sinan ANLAŞ & İnanç ÖZGEN	970
TÜRKİYE SILPHIDAE (INSECTA: COLEOPTERA) FAUNASINA KATKILAR	
Çetin KARADEMİR & Emine KARADEMİR & Uğur SEVİLMİŞ	972
İLERİ PAMUK (<i>Gossypium</i> spp.) HATLARININ KÜMELENME ANALİZİ İLE BENZERLİK DURUMLARININ İNCELENMESİ	
Emine KARADEMİR & Çetin KARADEMİR & Uğur SEVİLMİŞ	979
MARDİN KOŞULLARINDA İLERİ PAMUK HATLARININ VERİM VE LİF KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ	
Amir Rahimi & Latifeh Pourakbar & Gülen Özyazıcı	985
INVESTIGATION ON ANTIOXIDANT ACTIVITY OF UPPER, MIDDLE, AND LOWER LEAVES OF <i>GARDEN THYME</i> (<i>Thymus vulgaris</i> L.)	
Gülen ÖZYAZICI & Münevver GÜLTEKİN	993
SİİRT KOŞULLARINDA KİŞNİŞ ÇEŞİT, HAT VE POPULASYONLARININ AGRONOMİK VE KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ	
Mehmet Arif ÖZYAZICI & Orhan DENGİZ & Gülen Özyazıcı	1003
TARIM TOPRAKLARININ BAZI FİZİKO-KİMYASAL TOPRAK ÖZELLİKLERİ İLE AĞIR METAL İÇERİKLERİNE YÖNELİK ZENGİNLEŞME FAKTÖRLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ: GÜMÜŞHANE İLİ ÖRNEĞİ	
Selime ÖLMEZ BAYHAN & Erol BAYHAN	1015
GAP BÖLGESİ PAMUK ALANLARINDAKİ KELEBEKLER (LEPIDOPTERA)	
Nihal KOÇAK & Selime ÖLMEZ BAYHAN	1021
FARKLI PATLİCAN ÇEŞİTLERİNDE TÜTÜN TOPRAK PİRESİ <i>Epitrix hirtipennis</i> (COLEOPTERA: CHRYSOMELİDAE: ALTİCİNAE) 'İN BİTKİ FENOLOJİSİNE GÖRE POPULASYON GELİŞMESİNİN BELİRLENMESİ	
Nihal KOÇAK & Selime ÖLMEZ BAYHAN	1025
FARKLI PATLİCAN ÇEŞİTLERİNDE <i>Epitrix hirtipennis</i> (COLEOPTERA: CHRYSOMELİDAE: ALTİCİNAE)'İN YAPRAKTAKİ ZARAR ORANININ BELİRLENMESİ	
Bülent KURTİŞOĞLU	1029
TRAKYA' DA GELENEK VE GÖRENEKLERİNDEN UNUTULAN TÖREN; MART DOKUZU	
Bülent KURTİŞOĞLU	1033
KÜLTÜREL DEĞİŞİM SÜREÇLERİ; HALK OYUNLARI ÖRNEKLEMESİ	
Bülent KURTİŞOĞLU	1040
TÜRK HALK OYUNLARININ YAYGINLAŞMASINDA KURUMSALLAŞMANIN ÖNEMİ	
Cenan İŞÇİ & Nevin AKKAYA	1048
İKİDİLLİ ÖĞRENCİLERİN TÜRKÇE DERSİ DİNLEME VE KONUŞMA BECERİLERİNE İLİŞKİN ÖZYETERLİKLERİ	
Ayşegül ŞARBAK	1057
NEOLİTİK'TEN ORTAÇAĞ'A ESKİ ANADOLU TOPLUMLARINDA GÖRÜLEN	

DİŞ PATOLOJİLERİ	
Sema DEMİR & Rıza ÇITIL	1071
ÜNİVERSİTE HASTANESİNDE ÇALIŞAN HEMŞİRELERİN SAĞLIKLI YAŞAM BİÇİMİ DAVRANIŞLARI VE ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ	
Murat KEKLİK	1084
“TASAVVURDAN ZİYÂN ETMEK” DEYİMİ ÜZERİNE	
Murat KEKLİK	1089
ÜSKÜPLÜ ATÂ'DA “KAN” İMGESİ	
Bülent DÖŞ	1096
ONLINE EĞİTİMLE İLGİLİ SON GELİŞMELER	
Bülent DÖŞ	1100
ÖĞRETMEN ADAYLARININ DERS ÇALIŞMA ALIŞKANLIKLARININ İNCELENMESİ	
Bülent DÖŞ	1104
ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN GÖZÜNDEN BAŞARISIZLIĞIN NEDENLERİ	
Erman ADANAŞ & Havva ÇETİN & Dr. Çetin GÜLER	1108
MÜZİK DERSİ ÖĞRETİMİNDE TEKNOLOJİ KULLANIMININ ÖĞRENCİLERİN AKADEMİK BAŞARISINA ETKİSİ	
Havva ÇETİN & Erman ADANAŞ & Dr. Çetin GÜLER	1112
ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN DİJİTAL OYUN BAĞIMLILIKLARI DÜZEYLERİNİN ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLERE GÖRE İNCELENMESİ	
Davut OKÇU	1118
İSTENMEYEN DAVRANIŞLARI ÖNLEMEDE SINIF YÖNETİCİLERİNİN EMPATİK YAKLAŞIMININ ÖNEMİ	
Davut OKÇU	1123
MEVLANA'YA GÖRE ROL MODEL EĞİTİMCİLERİN NİTELİKLERİ	
Mehmet Nuri KARDAŞ & Nurullah ESENDEMİR	1133
ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN TÜRKÇE DİNLEME BECERİSİ FARKINDALIKLARI ÜZERİNE DENEYSSEL BİR ARAŞTIRMA	
Mehmet Nuri KARDAŞ & Nurullah ESENDEMİR	1140
AKTİF ÖĞRENME TEKNİKLERİNİN ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN TÜRKÇE DİNEME BECERİSİ BAŞARILARINA ETKİSİ	
Mehmet Nuri KARDAŞ & Nurullah ESENDEMİR & Engin YAVUZ	1147
TÜRKÇE YAZMA EĞİTİMİ ÜZERİNE YAPILAN ARAŞTIRMALARIN EĞİLİMLERİNE İLİŞKİN BİR İÇERİK ANALİZİ	
Berker KURT	1158
ÖMER SEYFETTİN ÖYKÜLERİNDEN HAREKETLE DÖNEMİN TÜRKÇE EĞİTİMİ ÜZERİNE ÇIKARIMLAR	
Berker KURT	1163
ALTINCI SINIF TÜRKÇE DERS KİTAPLARINDAKİ OKUMA METİNLERİNİN SÖZ VARLIĞI ÜZERİNE BİR İNCELEME	
Berker KURT	1170
ANA DİLİ EĞİTİMİNDE KULLANILAN DERS KİTAPLARI ÜZERİNE BİR KARŞILAŞTIRMA: TÜRKİYE VE MACARİSTAN ÖRNEĞİ	
Erhan GÖRMEZ	1182
İLKOKUL SOSYAL BİLGİLER DERS KİTABININ EDEBİ ÜRÜNLER BAKIMINDAN İNCELENMESİ	
Erhan GÖRMEZ	1185
KÜLTÜR VE MİRAS ÖĞRENME ALANINDA TARİHSEL ZAMAN KAVRAMININ ÖĞRETİMİNE YÖNELİK ETKİNLİKLERİN İNCELENMESİ	
Erhan GÖRMEZ	1190
SOSYAL BİLGİLER DERS KİTAPLARININ KAVRAM ÖĞRETİMİ ETKİNLİKLERİ BAKIMINDAN İNCELENMESİ	

Sezer AYAZ & Orhan YALAZA & Veli BATDI	1197
EĞİTİMDE STRATEJİ GELİŞTİRMEYE İLİŞKİN KURAMSAL BİR ÇALIŞMA	
Erhan ÜNAL	1201
ÖĞRETMEN ADAYLARININ TEKNOLOJİ ENTEGRASYONUNA YÖNELİK ÖZ YETERLİKLERİNİN İNCELENMESİ	
Erhan ÜNAL	1206
ÖĞRETİM MATERYALİ TASARIMINDA WEB 2.0 ARAÇLARININ ÖNEMİ	
Nurettin KONAR & Alperen ŞANAL	1210
SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN ZİHİNSEL ENGELLİ ÇOCUKLARA YÖNELİK TUTUMLARININ İNCELENMESİ	
Nurettin KONAR & Alperen ŞANAL	1221
TÜRKİYE'DE 1995-2018 YILLARI ARASINDA GÖRME ENGELLİLER VE SPOR İLE İLGİLİ YAPILAN LİSANSÜSTÜ ÇALIŞMALARIN BAZI DEĞİŞKENLERE GÖRE İNCELENMESİ	
Nurettin KONAR & Mehmet Emek KOCA	1229
TÜRKİYE'DE 1995-2018 YILLARI ARASINDA İŞİTME ENGELLİLER VE SPOR İLE İLGİLİ YAPILAN LİSANSÜSTÜ ÇALIŞMALARIN BAZI DEĞİŞKENLERE GÖRE İNCELENMESİ	
Nurettin KONAR & Mehmet Emek KOCA	1236
SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN MESLEKİ KAYGILARININ İNCELENMESİ	
Hasan Basri MEMDUHOĞLU & Ferda EKMEN	1248
OKUL ÖNCESİ EĞİTİMDE AİLE KATILIMI VE ÖĞRETMEN-VELİ İŞBİRLİĞİ	
Hasan Basri MEMDUHOĞLU & Tuğba EKİN	1257
BİR ALTERNATİF OKUL UYGULAMASI OLARAK BUTİK OKULLAR: FELSEFESİ, YAPISI VE TÜRK EĞİTİM SİSTEMİNDE UYGULANABİLİRLİĞİ	
Hasan Basri MEMDUHOĞLU & Sezen AKGÜL	1265
BİR EĞİTİM PLANLAMASI SORUNSALI OLARAK ÖĞRETMENLİK YAP(A)MAYAN VE FARKLI SEKTÖRLERDE ÇALIŞAN ÖĞRETMEN ADAYLARI: MESLEKİ SORUNLARI, BEKLENTİLERİ, UMUTLARI	
Hasan Basri MEMDUHOĞLU & Su Buşra Birden	1274
ÖZEL OKUL YÖNETİCİLERİ VE ÖĞRETMENLERİNİN WALDORF OKULLARINA İLİŞKİN GÖRÜŞLERİ	
Arzu İLÇE & Ganime Esra SOYSAL	1283
HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE GİRİŞİMCİLİK	
Arzu İLÇE & Ganime Esra SOYSAL	1288
ALTERNATİF BİR YARA BAKIM UYGULAMASI: OTOLOG TROMBOSİTTEN ZENGİN FİBRİN	
Arzu İLÇE & Ganime Esra SOYSAL & Murat BİLGİ & Abdullah Cemil İLÇE	1293
ERGONOMİ EĞİTİMİ VE ERGONOMİK ARAÇ GERECİN HEMŞİRELERE VE HASTA BAKIMINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ	
Yasemin AĞAOĞLU	1307
ALKOL BAĞIMLILIĞI, BELİRTİLERİ, NEDENLERİ VE İNSAN VÜCUDU ÜZERİNDEKİ METABOLİK ETKİLERİ	
Gency SARIŞIK	1318
4-EKSENİLİ MAKİNEDE DOĞAL TAŞDAN ÜRETİLEN 3-BOYUTLU ÜRÜNLERİN İŞLENMESİNDE OPTİMUM İŞLEME PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ	
Gency SARIŞIK & A. Sabri ÖGÜTLÜ	1332
DOĞAL TAŞ NİHAİ ÜRÜNLERİN KIRILMA POTANSİYELİ İNDEKSİNİN İSTATİSTİKSEL K-ORTALAMALAR KÜMELEME YÖNTEMİ İLE SINIFLANDIRILMASI	
Gültekin ÇOŞKUN & Gency SARIŞIK & Bureu ŞAHAN	1348
FARKLI KARIŞIMLARDA VE DESENLERDE ÜRETİLEN BETON KARO	

TAŞLARININ KAYMA DİRENÇLERİNİN BELİRLENMESİ	
Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ	1356
BAZI BRİYOFİT TÜRLERİNİN GLUTATYON İÇERİKLERİ	
Çiğdem SEVİM & Selim ÇOMAKLI	1360
HİSTOPATHOLOGICAL CHANGES OF THE TESTES IN COMMONLY USED HERBİCİDES (GLUFOSİNATE AND IMAZAMOX) EXPOSURE	
Çiğdem SEVİM	1368
ENVIRONMENTAL RISKS OF NEONICOTINOID PESTICIDES	
Ayten ATES	1373
Fe-ZSM-5 ZEOLİTLERİ YÜZEYİNDE N-BUTANIN OKSİDATİF DEHİDROJENASYONU	
Ayten ATES	1383
Fe(III) İLE TARIMSAL ATIKLARIN BİRLİKTE PİROLİZİ İLE ÜRETİLMİŞ MANYETİK ADSORBENTLERİN KARAKTERİSTİKLERİ	
Ayten ATES	1391
N₂O VE O₂ İLE PROPANIN OKSİDATİF DEHİDROJENASYONU ÜZERİNE Fe-ZSM-5 ZEOLİTELERİN KARAKTERSİTİKLERİNİN ETKİSİ	
Doğan Engin ALNAK & Koray KARABULUT	1403
ÇARPAN JET AKIŞI KULLANILARAK SOĞUTULAN YÜZEYLERDE DESEN AÇISININ ISI TRANSFERİ VE AKIŞ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ	
Erdinç BOZKURT	1424
RETİNA VEN DAL TIKANIKLIĞINDA İNTRAVİTREAL UYGULANAN AFLİBERCEPT VE RANİBİZUMAB ENJEKSİYONLARININ MAKULA ÖDEMİ ve GÖRME KESKİNLİĞİ ÜZERİNE OLAN ETKİSİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	
Cengiz Güven	1428
TROMBOZE ARTERİOVENÖZ FİSTÜL SONRASI GELİŞEN GERÇEK BRAKİAL ARTER ANEVİZMASI	
Gönül ŞENER & Seda GÜNDÜZALP	1431
BAŞARI İÇİN SWOT ANALİZİ	
Seda GÜNDÜZALP & Gönül ŞENER	1438
ÜNİVERSİTELERDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM	
Seda GÜNDÜZALP & Gönül ŞENER	1445
MESLEK YÜKSEKOKULU ÖĞRENCİLERİNİN ZAMAN GÜNLÜKLERİ	
İbrahim AKBEN & Sinan ÇINAR	1451
LOJİSTİK VE TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE BLOCKCHAIN: VAATLER, UYGULAMALAR VE ENGELLER	
Cuma BOZKURT & Sinan ÇINAR	1462
LOJİSTİK ENDÜSTRİSİNDE AKILLI TEKNOLOJİ DEVRİMİ	
Cuma BOZKURT & Zühal TAŞPINAR BOZ	1476
EKONOMİNİN YENİ FORMU DİJİTAL EKONOMİ	
Nedim UYGUR & Erkan UZUN & Kamuran YILDIZ	1481
YABANCI PARALI İŞLEMLERİN VERGİ USUL KANUNU VE TMS 21 STANDARDI AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI VE MUHASEBELEŞTİRİLMESİ	
Kamuran YILDIZ & Nedim UYGUR & Erkan UZUN	1486
BANKACILIK SEKTÖRÜNDE YAŞANILABİLECEK KRİZLER VE ALINABİLECEK ÖNLEMLER	
Erkan UZUN & Kamuran YILDIZ & Nedim UYGUR	1493
YENİ TTK (6102 SAYILI KANUN)'NİN ŞİRKETLERE GETİRDİĞİ YENİLİKLER VE FİNANSAL TABLOLARA ETKİSİ	
Filiz ERYILMAZ	1500
TÜRKİYE'DE REEL ÜCRETLER, ENFLASYON VE İŞGÜCÜ VERİMLİLİĞİ	
Filiz ERYILMAZ & Derya HEKİM YILMAZ & Emin ERTÜRK	1506
AVRUPA BİRLİĞİ'NDE KÜRESEL KRİZ DÖNEMİNDE GELENEKSEL	

OLMAYAN PARA POLİTİKALARI	
Filiz ERYILMAZ & Emin ERTÜRK	1512
TÜRKİYE'DE KURUMSAL DÜZENLEMELERİN MAKROEKONOMİK PERFORMANS ÜZERİNE ETKİLERİ	
Mehmet YÜCE & Filiz ERYILMAZ	1522
TÜRKİYE'DE KATILIM BANKACILIĞI SEKTÖRÜNÜN ANALİZİ: FIRSATLAR ve TEHDİTLER	
Sevgi Şahin & Ayşe Nefise Bahçecik	1528
HEMŞİRELERİN DUYGUSAL EMEK DAVRANIŞLARI VE DUYGUSAL ZEKA DÜZEYLERİ	
Абдуллаева Ирада	1543
«ЮЖНЫЙ ГАЗОВЫЙ КОРИДОР» - АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ ДЛЯ ТУРЦИИ И ЕВРОПЫ	
Arzu İLÇE & Ganime Esra SOYSAL	1549
HEMŞİRELİK BÖLÜMLERİNDE BİLİŞİM VE İNOVASYON İLE İLGİLİ DERSLERİN İNCELENMESİ	
Arzu İLÇE & Ganime Esra SOYSAL	1556
HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNİN BİREYSEL YENİLİKÇİLİK DURUMLARI İLE AKADEMİK BAŞARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ	
Arzu İLÇE & Ganime Esra SOYSAL	1563
HEMŞİRELİKTE BİLİŞİM VE İNOVASYON İLE İLGİLİ TEZLERİN İNCELENMESİ	
Yelderem AKHOUNDNEJAD	1570
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TARIM ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	
Mehmet Settar Ünal	1576
Uludere/ŞIRNAK İLÇESİ BAĞCILIĞINA BİR BAKIŞ	
HASAN H. M. & MİKAİL N.	1580
FORECASTING OF RED AND WHITE MEAT PRODUCTION IN NORTHERN IRAQ WITH TIME SERIES MODELS	
Nabeel Taher Abdulazeez ALGAILANI & Nazire MİKAİL	1588
DOĞRUSAL OLMAYAN REGRESYON MODELLERİ VE HAYVANCILIKTA UYGULAMALARI	
Sibel SİLİCİ	1605
ÜLKEMİZDE ÜRETİLEN BAL VE PROPOLİS ÜRÜNLERİNİN BİYOAKTİVİTESİ	
Sibel SİLİCİ	1617
PROPOLİS ZEYTİNYAĞI ÖZÜTÜNÜN ANTİKARSİNOJENİK AKTİVİTESİ	
Sibel SİLİCİ & Olgay Kaan TEKİN	1625
KAYSERİ-ÖZVATAN İLÇESİ BALLARININ PALİNOLOJİK ÖZELLİKLERİ	
Umut Tolga GÜMÜŞ & Erkan ÇIBIK	1633
BİST'DE İŞEM GÖREN ENERJİ SEKTÖRÜNDEKİ İŞLETMELERİN FİNANSAL PERFORMANLARININ BORSA GETİRİLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI	
Umut Tolga GÜMÜŞ & Erkan ÇIBIK	1646
MALİ BÜROLARDA ÇALIŞAN PERSONELİN MUHASEBE EĞİTİM DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ: SPSS ÇALIŞMASI	
Bülent YILDIZ & Umut Tolga GÜMÜŞ & Erkan ÇIBIK	1659
BİST 100'DE YER ALAN İMALAT İŞLETMELERİNİN FİNANSAL PERFORMANSLARININ ÖLÇÜLMESİ	
Hüseyin Nasip ÖZALTAŞ & Gülseren ÖZALTAŞ SERÇEK	1671
REKREASYON VE REKREASYON YÖNETİMİ BÖLÜMLERİNİN MÜFREDAT AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI	
Gülseren ÖZALTAŞ SERÇEK & Lokman TOPRAK & Sadık SERÇEK	1680
GASTRONOMİ TURİZMİNİN GELİŞİMİNDE MUTFAK KÜLTÜRÜNÜN ÖNEMİ	
Gülseren ÖZALTAŞ SERÇEK	1687

ENDÜSTRİ 4.0'İN TURİZME ETKİSİ: AKILLI TURİZM UYGULAMALARI	
Rifat YILMAZ	1701
ETKİLİ BİR PERFORMANS ÖLÇÜM SİSTEMİ OLARAK FRANSIZ KONTROL PANELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	
Rifat YILMAZ	1708
MALİYET YÖNETİMİNDE PARAMETRİK MALİYET ANALİZİ TEKNİĞİNİN KULLANILMASI	
Fatma KIZILKAYA & Mehmet DAĞ	1713
NİC ÜLKELERİNDE İŞSİZLİK HİSTERİSİ: FOURIER YAKLAŞIMI	
Mehmet DAĞ & Fatma KIZILKAYA	1717
TÜRKİYE'DE ENFLASYONUN BÜTÇE AÇIĞI ÜZERİNE ETKİSİ: EŞBÜTÜNLEŞME ANALİZİ	
Mehmet KAYA & İrfan KALAYCI	1722
DİYARBAKIR'IN SANAYİLEŞMESİNDE TEKNOKENTİN KATKISI ÜZERİNE	
İrfan KALAYCI & Mehmet KAYA	1734
DİYARBAKIR'IN İKTİSADİ SİRLERİ	
Mehmet Eryılmaz	1740
FİRMALARDA DİJİTALİZASYON, ÖĞRENME, UNUTMA VE PERFORMANS İLİŞKİSİ ÜZERİNE BİR TARTIŞMA	
Mehmet Eryılmaz	1742
TÜRK AKADEMİASININ BİLGİ ÇEVİRİ/TRANSFER EĞİLİMLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	
Mehmet Eryılmaz	1747
YÜKSEKÖĞRETİM ÖRGÜTLERİNDE KURUMSAL RİSK YÖNETİMİ: BİR YAZIN TARAMASI	
Mehmet Eryılmaz & Abdulrahman Joukhaji	1752
MÜLTECİ GİRİŞİMCİLİK ARAŞTIRMALARININ GÜÇLÜKLERİ ÜZERİNE METODOLOJİK BİR TARTIŞMA	
Zihni MEREY & Sabahattin KESGİN	1755
ORTAÖĞRETİM ÖĞRETMENLERİNİN ALGILARINA GÖRE OKUL YÖNETİMİNDE KAYIRMACILIK	
Zihni MEREY & Neclan BAYHAN	1762
TÜRKİYE'DE BARIŞ EĞİTİMİ ALANINDA YAPILAN YÜKSEK LİSANS VE DOKTORA TEZLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	
Zehra Aydın	1771
THE COMPARISON OF SHORT STORIES: "THE INVISIBLE JAPANESE GENTLEMAN" AND "THE REVIVAL"	
Zehra Aydın	1776
THE HUMAN CONDITION IN JEANETTE WINTERSON'S THE STONE GODS	
Zöhre BAŞ KORKMAZ	1782
RECLAIMING CHILDREN'S IDENTITIES: LORD OF THE FLIES (1954) PROTESTING THE CORAL ISLAND (1858)	
Zöhre BAŞ KORKMAZ	1787
POSTCOLONIAL READING OF "MY SON THE FANATIC" (1994) BY HANIF KUREISHI: IDENTITY AND MULTICULTURALISM	
Aydın GÖRMEZ & Zeki EDİS	1794
COLOURISM AS REFLECTED IN LITERARY STUDIES	
Aydın GÖRMEZ & Zeki EDİS	1798
MALCOLM X IN BLACK MOVEMENT	
Metin Eren	1802
AVANZÂDE MEHMET SÜLEYMAN'IN İZDİVAÇTA BÜYÜCÜLÜK ADLI ESERİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME	

Metin Eren	1807
ERCİŞLİ EMRAH İLE SELVİHAN HİKÂYESİNİN ÂŞİK HAYRETTİN ANLATMASINA DAYANAN VARYANTI ÜZERİNE BİR İNCELEME	
Metin Eren	1812
SÖZLÜ KÜLTÜR TAŞIYICISI OLARAK ÂŞİK HAYRETTİN VE ONUN KÖROĞLU ANLATMASI ÜZERİNE BİR İNCELEME	
Songül PEKTAŞ & Münire Meral YAĞCI TURAN	1817
MÜZİK VE GÖRSEL SANATLAR TERAPİSİ BAĞLAMINDA SANATIN PSİKOTERAPİDEKİ İŞLEVİ	
Münire Meral YAĞCI TURAN & Songül PEKTAŞ	1824
ÖZEL GEREKSİNİMLİ BİREYLERİN EĞİTİMİNDE RESİM VE MÜZİK BAĞLAMINDA SANAT EĞİTİMİNİN YERİ VE ÖNEMİ	
Emrah Önder & Canser Boz & Uğur Arcagök	1832
YÜKSELEN VE BÜYÜMENİN ÖNCÜSÜ EKONOMİLERİN (KARTALLAR) MAKRO-EKONOMİK PERFORMANS ANALİZİ	
Uğur Arcagök & Emrah Önder & Canser Boz & Cem Gürler	1837
AVRUPA BİRLİĞİ ÜYESİ VE AVRUPA BİRLİĞİ'NE ADAY ÜLKELERİN MAKROEKONOMİK GÖSTERGELERİ KULLANILARAK ÇOK BOYUTLU ÖLÇEKLEME VE KÜMELEME ANALİZİ	
Canser Boz & Emrah Önder & Uğur Arcagök	1844
İSTANBUL İLİNDE BİR EĞİTİM ARAŞTIRMA HASTANESİNDE ÇALIŞAN HEMŞİRELERİ ETKİLEYEN PSİKOSOSYAL RİSK FAKTÖRLERİ	
Mevlüt ALATAŞ	1851
JAPON BALIKLARI (<i>CARASSIUS SP.</i>)'NDA RENK TERCİHİ VAR MIDIR?	
Mevlüt ALATAŞ	1856
SOĞAN (<i>ALLIUM CEPA</i>) BİTKİSİNİN DEĞİŞİK PH' LAR DA YETİŞTİRİLMESİ	
Hayrunnisa Bekis Bozkurt & Çiğdem Eda Balkan	1861
KAFKAS ÜNİVERSİTESİ ARAŞTIRMA HASTANESİ'NE BAŞVURAN ÇOCUK HASTALARIN İKİ YILLIK KAN KÜLTÜR PREVALANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ	
Yusuf Doğan & Enver Kendal	1867
MARDİN EKOLOJİK KOŞULLARINDA NOHUT GENOTİPLERİNİN BİPLOT YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ	
Orhan BEYAZ	1874
BAZI ÖZEL YÜZEYLERİN KARAKTERİZASYONU	
Canser Boz & Emrah Önder & Uğur Arcagök	1885
İSTANBUL İLİNDE BİR EĞİTİM ARAŞTIRMA HASTANESİNDE ÇALIŞAN HEMŞİRELERİ ETKİLEYEN PSİKOSOSYAL RİSK FAKTÖRLERİ	
Emrah Önder & Canser Boz & Uğur Arcagök	1894
YÜKSELEN VE BÜYÜMENİN ÖNCÜSÜ EKONOMİLERİN (KARTALLAR) MAKRO-EKONOMİK PERFORMANS ANALİZİ	
Uğur Arcagök & Emrah Önder & Canser Boz & Cem Gürler	1900
AVRUPA BİRLİĞİ ÜYESİ VE AVRUPA BİRLİĞİ'NE ADAY ÜLKELERİN	

MAKROEKONOMİK GÖSTERGELERİ KULLANILARAK ÇOK BOYUTLU ÖLÇEKLEME VE KÜMELEME ANALİZİ	
Vüsale Tağızade	1908
M. F. AHUNDZADE`NİN “ALDATILMIŞ KEVAKİB” ESERİNDE DOĞU VE BATI SORUNU VE SANATSAL ÇÖZÜM	
Sevim GÜLGÜN & Yaşar ÖZBAY	1917
ÖZNEL EŞ AFFEDİCİLİĞİ ÖLÇEĞİ: GEÇERLİK VE GÜVENİLİRLİK ÇALIŞMASI	

ENERJİ İÇECEKLERİNİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ HEALTH EFFECTS of ENERGY DRINKS

Dr. Öğr. Üyesi Yahya ÖZDOĞAN¹
Uzm. Arş. Gör. Özlem YILMAZ²

ÖZET

Enerji içecekleri kafein, taurin, glukoronolakton, inositol, karbonhidrat, aminoasitler, vitaminler, mineraller ve diğer gıda ve bileşenlerini içerebilen, aromalandırılmış alkolsüz içecekler olarak tanımlanmaktadır. Türkiye’de tüketim sıklığı yaklaşık %54 olan enerji içeceklerinin çoğunlukla genç yetişkin ve adölesan bireyler tarafından tercih edildiği belirlenmiştir. Sporcuların egzersiz sonrası rehidratasyona yardımcı olmaları amaçlanan spor veya izotonik içeceklerin aksine, yorgunluğu gidermek ve zihinsel uyanıklığı geliştirmek için bir yol olarak pazarlanmaktadır. Yapılan bilimsel çalışmalar enerji içeceği tüketiminin bilişsel performansın artması, daha iyi ruh hali, daha fazla fiziksel enerji ve uyanıklığın artması gibi geçici faydalar sağlayan etkilerine odaklanmaktadır. Ancak uzun süreli kullanımının olumsuz fizyolojik ve psikolojik etkileri, bedensel ve zihinsel iyilik hali üzerinde ortaya çıkmaktadır. Özellikle içerdiği yüksek kafein nedeniyle kalp ritim bozukluğu, taşikardi, migren, kaygı bozukluğu, uykusuzluk gibi sağlık sorunlarının oluşma riskinin yüksek olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle enerji içeceklerinin tüketimi hakkında toplumun bilinçlendirilmesi ve aşırı tüketiminin önlenmesi için gerekli standartları sağlayan politikaların yürütülmesi önem taşımaktadır. Bu çalışma, enerji içeceklerinin sağlık üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla planlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Enerji içecekleri, kafein, sağlık

ABSTRACT

Energy drinks are defined as flavored non-alcoholic beverages, which may include caffeine, taurine, glucoronolactone, inositol, carbohydrates, amino acids, vitamins, minerals and other food and components. The frequency of energy drink consumption in Turkey was determined as 54% of which is often preferred by young adults and adolescents. Unlike sports or isotonic drinks intended to help athletes post-exercise rehydration, they are marketed as a way to relieve fatigue and improve mental alertness. Scientific research focuses on the effects of energy drink consumption that provide temporary benefits such as improved cognitive performance, better mood, more physical energy and alertness. However, the negative physiological and psychological effects of long-term consumption appear on the physical and mental well-being. It is reported that the risk of health problems such as heart rhythm disorder, tachycardia, migraine, anxiety disorder, insomnia is high due to high caffeine content. For this reason, it is important to carry out policies that provide the necessary standards for the public to raise awareness on the consumption of energy drinks and to prevent excessive consumption. In this review we aim to assess the effects of energy drinks on health.

Keywords: Energy drinks, caffeine, health

GİRİŞ

Enerji içecekleri kafein içeren, taurin, glukoronolakton, inositol, karbonhidrat, aminoasitler, vitaminler, mineraller ve diğer besin ve bileşenlerini içerebilen, aromalandırılmış alkolsüz içeceklerdir (Gıda, 2017/4). Günümüzde yaklaşık 140’ın üzerinde ülkede pazarlanmakta olan enerji içecekleri ilk kez 1987 yılında Avusturya’da piyasaya sürülmüştür (Ali, Rehman, Babayan, Stapleton, & Joshi, 2015). Yüksek kafein içeriği nedeniyle Türkiye’de yasak olan enerji içecekleri, 2006 yılındaki yasal düzenleme sonucu kafein miktarının 150 mg/l aşmaması koşulu ile marketlerde

¹ Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, Türkiye, yozdogan@ybu.edu.tr

² Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, Türkiye, o.yilmaz@ybu.edu.tr

yerini almıştır (Esin, 2017; Gıda, 2017/4). Türkiye’de enerji içeceği tüketiminin yaklaşık %54 olduğu bildirilmiştir (Esin, 2017).

Enerji içeceklerindeki ana etken madde kafein olmakla birlikte (Reissig, Strain, & Griffiths, 2009) ayrıca karbonhidratlar (örn., glikoz), amino asitler (örn., taurin, tirozin, L-triptofan, L-arjinin, L-teanin), bitkisel özler (örn., guarana, yerba mate, yeşil çay, ginkgo biloba, ginseng, St. John's wort), vitaminler (örn., A, B, C, E vitaminleri), mineraller (örn., demir, kalsiyum) ve diğer çeşitli besin maddelerini de (örn., karnitin, sitikolin, kreatin, 1-3-dimetilamilamin, malik asit) içermektedir. İçeriğinde yer alan bu maddelerin çoğu Gıda ve İlaç Ajansı (FDA) tarafından genel olarak güvenli kabul edilmektedir (Childs, 2014). Enerji içecekleri tüketiminin sağlığı olumsuz etkilediğini gösteren çalışmalarda artış hem toplum hem de bilimsel camiada endişeye yol açmaktadır. Bu derlemenin amacı enerji içeceklerinin sağlık üzerine etkilerini değerlendirmektir.

GELİŞME SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Enerji içeceği firmaları, bu içeceklerin tüketiminin fiziksel performans, enerji, dayanıklılık ve dikkati arttıracığı, yorgunluğu azaltıp genel performansını geliştireceği algısı yaratmaktadır (Rath, 2012). Enerji içecekleri tüketimi genelde çoğu firmanın da hedef kitlesi olan çocuk, adolesan ve genç yetişkinlerde yaygındır (Babu, Church, & Lewander, 2008; Bernstein, Carroll, Thuras, Cosgrove, & Roth, 2002; Strain, Mumford, Silverman, & Griffiths, 1994; Temple, 2009). Bu yaş grubundaki bireylerin %30-50’si ayda birden fazla enerji içeceği tüketmektedir (Mintel Global New Products Database, 2009). Dört yüz doksan altı üniversite öğrencisinin dahil edildiği bir çalışmada (Malinauskas, Aeby, Overton, Carpenter-Aeby, & Barber-Heidal, 2007) katılımcıların %51.0’inin ayda 1’den fazla enerji içeceği tükettikleri ve tüketenlerin çoğunluğunun alışkanlığa bağlı olarak haftada birkaç kez tükettikleri rapor edilmiştir. Enerji içecekleri tüketiminin en yaygın nedenlerinin yetersiz uyku (%67.0) ve enerjisi artırma isteği (%65.0) olduğu bildirilmiştir (Malinauskas et al., 2007). Yedi yüz doksan beş üniversite öğrencisi ile yapılan bir çalışmada (Miller, 2008) ise katılımcıların %39.0’unun bir önceki ay enerji içeceği tükettikleri ve erkeklerin ortalama 2,5 gün/ay, kadınlarmsa 1,2 gün/ay tükettikleri belirlenmiştir. Çoğu yetişkin için 300 mg’ın altında kafein içeren enerji içeceklerinin ılımlı miktarlarda tüketiminin güvenli olduğu bilinmektedir (Clauson, Shields, McQueen, & Persad, 2008). Düşük miktarlarda tüketimin aerobik ve anaerobik dayanıklılığı arttırdığı, sürücülerin uykululuğunu azalttığı, uyarılmayı sağladığı ve ruh halini olumlu etkilediği düşünülmektedir (Babu et al., 2008). Ancak enerji içeceklerinin performans veya bilişsel fonksiyonları iyileştirmede alkolsüz içecekler, kahve ve çay gibi geleneksel kafeinli içeceklerden daha etkili olduğuna yönelik kanıtlar yetersizdir (Clauson et al., 2008). Bunun yanısıra vücut enerji içeceklerine alıştıkça performansı artırmak ve sürdürmek için içeriğinde bulunan maddelerin daha fazlasına gereksinime duymaktadır (Reissig et al., 2009). Çoğu birey bu içeceklerin uzun süre ya da fazla miktarda tüketiminin zararlı etkilerinin nadiren farkındadır (Rath, 2012).

Aşırı kafein tüketiminin sağlık üzerine olumsuz etkilerine yönelik endişeler geçmiş yıllarda Danimarka, Türkiye, Norveç, Uruguay, İzlanda ve Fransa gibi ülkelerde enerji içeceklerinin yasaklanmasına yol açmıştır (Breda et al., 2014). Günümüzde çoğu ülkede enerji içeceği satışı olsa da bazı ülkelerde çocuklarda satışına yönelik sınırlandırma getirilmesi gibi daha spesifik yaklaşımlar geliştirilmiştir. Örneğin İsveç’te bazı ürünler yalnızca eczanelerde satılmaktadır ve bu ürünlerin 15 yaşından küçüklere satılması yasaktır (Breda et al., 2014). Kanada’da ise enerji içeceklerinin etiketlerinde günlük alınabilecek maksimum miktar ve alkolle karıştırmanın zararlarına yönelik uyarıların bulunması zorunludur (für Risikobewertung, 2008). Daha önceki yıllarda Avustralya ve Yeni Zelanda’da, enerji içeceği üreticileri 80 mg/250 ml kafein sınırlamasını atlatmak için bu ürünleri “diyet takviyesi” olarak belirtmişlerdir (Oddy & O’sullivan, 2009). Kahve ve çay gibi doğal olarak kafein içeren içeceklerin tüketiminin yaygın olması nedeniyle gelişmiş ülkelerde enerji içecekleri büyük oranda kontrol edilmemektedir. Enerji içeceklerindeki yüksek kafein düzeyi kafein zehirlenmesi ve çeşitli ciddi yan etkilere yol açabilir. Kafeinin doğrudan uyarıcı etkileri ve hızlı dağılımına bağlı olarak vücuttaki birçok sistem etkilenir (Ali et al., 2015; Breda et al., 2014). Aşırı doz kafein çarpıntı, hipertansiyon, diürezis, merkezi sinir sisteminin

uyarılması, bulantı, kusma, belirgin hipokalsemi, metabolik asidoz, konvülsiyonlar ve nadiren de olsa ölümlere yol açabilir (Breda et al., 2014). 2007'de Avustralya'da bir kişinin yoğun fiziksel aktivite sırasında yedi ila sekiz kutu enerji içeceği tükettikten sonra kalp krizi geçirdiği bildirilmiştir (Berger & Alford, 2009). Amerika'da erişkin başlangıçlı nöbet geçiren dört hasta incelenmiş ve hepsindeki ortak bulgunun yüksek miktarda enerji içeceği tüketimi olduğu bildirilmiştir (Iyadurai & Chung, 2007). Hastalar enerji içeceklerini tüketmeyi bıraktıktan sonra bir daha nöbet geçirmemişlerdir. Avcı vd. (2013) tarafından basketbol maçından 5 saat önce 5 adet 250 ml'lik enerji içeceği tüketen 28 yaşındaki bir erkeğin oyundan yarım saat sonra bilincini kaybettiği, kalbinin durduğu ve 3 gün sonra öldüğü rapor edilmiştir. Almanya'da 2002 yılından itibaren enerji içeceği tüketimi ile ilişkili vakaların kaydı tutulmuş ve karaciğer hasarı, böbrek yetmezliği, akciğer hastalıkları, nöbetler, gerginlik, psikoz durumları, rabdomiyoliz, taşikardi, kalp yetmezliği ve ölümler bildirilmiştir (Starling, 2008). İrlanda zehir merkezi 1999-2005 yılları arasında 17 kişide enerji içeceğine bağlı konfüzyon, taşikardi, nöbetler ve 2 kişide ölüm rapor etmiştir (für Risikobewertung, 2008). Yeni Zelanda zehir merkezi, 2005-2009 yılları arasında enerji içeceğine bağlı 20 olumsuz vaka bildirmiş, bu vakalardan 12'si kusma, bulantı, abdominal ağrı, sinirlilik ve gerginlik tedavisi için hastaneye sevk edilmiştir (Thomson & Schiess, 2011). Yüksek kafein tüketimi insülin duyarlılığını azalttığı için yetişkinlerde arteriyel hipertansiyon ve Tip 2 diyabet riskini arttırmaktadır. Hamilelerin yüksek kafein tüketimi düşük ve ölü doğum riskini artırır. Bazı kahve türleri enerji içecekleriyle benzer miktarda kafein içerse de, kahve genellikle sıcak ve daha yavaş tüketilir. Bunun yanı sıra piyasaya yeni sürülen enerji içeceklerinden bazıları markanın sektörde ismini duyurabilmesi adına çok yüksek miktarlarda kafein içermektedir (Ali et al., 2015; Breda et al., 2014; Rath, 2012).

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi çalışmasının sonuçları toplam kafein alımının enerji içeceklerinden gelen miktarını çocuklarda %43.0, adölesanlarda %13.0 ve yetişkinlerde %8.0 olarak rapor etmiştir (Zucconi et al., 2013). Fiziksel bağımlılık ve düşünlüğe neden olabilecek nörolojik etkileri de dahil olmak üzere çocuklar ve adölesanlar arasında kafein tüketimi ciddi sağlık problemlerine yol açmaktadır (Schneider & Benjamin, 2011). Adölesanlarda enerji içeceklerinin tüketimi heyecan arayışı, sigara ve diğer zararlı maddelerin kullanımı gibi başka bir takım negatif sağlık ve davranış problemleri ile ilişkilidir. Literatürde enerji içeceği tüketen adölesanlarda davranış modifikasyonu ve bilişsel kapasitede görülen problemlerde artış rapor edilmiştir (Azagba, Langille, & Asbridge, 2014; Batenburg-Eddes, Lee, Weeda, Krabbendam, & Huizinga, 2014). Enerji içecekleri alkolle karıştırılarak tüketilmese bile alkol bağımlılığı için bir risk faktörü olabilir. Bu durumun kafeinin nörofarmakolojik etkilerinden dolayı bağımlılık eğilimini artırmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Arria et al., 2011). Enerji içeceklerindeki yüksek şeker miktarı obezite riskini de arttırmaktadır. ABD'de yapılan bir çalışmada (Marshall et al., 2003) diş kavtelerinin enerji içecekleri gibi ürünlerin asidik pH'ı ve yüksek şeker içeriğinden kaynaklanabileceği gösterilmiştir. Başka bir çalışmada (Pinto et al., 2013) ise enerji içeceklerinin tüketilmesinin dişlerde erozyona ve servikal dentinin aşırı duyarlılığına yol açabileceği rapor edilmiştir.

Tahmin edilenden daha popüler olan bir diğer uygulama ise enerji içeceklerinin alkolle karıştırılmasıdır. Bu uygulamanın daha fazla miktarda alkol tüketimi, cinsel taciz ve alkollüyen araç kullanma gibi alkole bağlı ciddi problemler ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir (Arria et al., 2011). Tüketiciler arasında kafeinin alkolün olumsuz etkisini azalttığı izlenimi yaygın olsa da, araştırmalar enerji içeceği ile birlikte alkol tüketen bireylerin hasar düzeylerini hafife aldıklarını göstermektedir (Ferreira, De Mello, Pompéia, & De Souza- Formigoni, 2006). Alkol alındıktan sonra kafein tüketimi uyukuluğu azaltsa da, alkole bağlı oluşan hasarı hafifletmemektedir. Ayrıca böyle bir durumdaki insan kendinde alkole bağlı oluşan mental yavaşlamayı doğru bir şekilde değerlendiremeyeceğinden riskli davranışlar gösterebilir. Bu durum 'uyanık sarhoşluk' olarak adlandırılmaktadır. En büyük endişe kaynaklarından bir diğeri ise alkol ve enerji içeceklerinin beraber tüketilmesinin içme süresini uzatarak bireyi daha uzun süre uyanık tutacağı ve böylece istenenden daha fazla miktarda alkol tüketimine yol açacağı düşünülmektedir. Enerji içeceklerinin

alkolle beraber tüketilmesi ile alkol zehirlenmesi riski arasındaki ilişkiyi açıklığa kavuşturmak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu bildirilmiştir (Arria & O'brien, 2011).

Enerji içeceklerindeki ana bileşen kafein olmasına rağmen, sağlık üzerine çeşitli etkileri olan başka birçok bileşeni de barındırmaktadır. Bunların en yaygınları guarana, taurin, glukuronolakton ve B vitaminleridir (Breda et al., 2014). Tablo 1'de enerji içeceklerinde en fazla bulunan bileşenler ve bu bileşenlerin iddia edilen etkileri ve sakıncaları gösterilmektedir. Bu maddelerin birçoğunun kafeinle birlikte alınmasının akut ve uzun vadeli etkileri iyi bilinmediğinden, özellikle uzun süreli ve alışkanlığa bağlı enerji içeceği tüketiminin sağlığa etkilerini inceleyen daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Tablo 1. Enerji içeceklerinde sıklıkla bulunan bileşenler ve etkileri (Seifert et al., 2011).

BİLEŞEN	İDDİA EDİLEN ETKİ	YAN ETKİLERİ (Özel Bir Durum ya da Aşırı Doza Bağlı)
Kafein	Yorgunluk veya uykusuzluk halinde egzersiz dayanıklılığını artırma, bilişsel fonksiyonları ve ruh halini iyileştirme	Gerginlik, sinirlilik, anksiyete, uykusuzluk, taşikardi, çarpıntı, mide rahatsızlığı, kusma, abdominal ağrı, hipokalemi, paraliz, halüsinasyonlar, intrakranial basınçta artış, serebral ödem, nöbetler, rabdomiyoliz, supraventriküler ve ventriküler taşiaritmiler
Guarana	Uyarıcı etki, ağırlık kaybı sağlama	FDA tarafından genellikle güvenilir kabul edilmekte
Taurin	Göz ve safra sağlığını iyileştirme, kalp kasılmasını geliştirirken kan basıncını düşürerek konjestif kalp yetmezliğini önleme	FDA tarafından genellikle güvenilir kabul edilmekte
L-Karnitin	Yağ metabolizasyonu ve dayanıklılığı artırma	Yüksek dozlarda bulantı, kusma, abdominal ağrı ve diyare
Ginseng	Fiziksel performansı geliştirme	Diyare, vajinal kanama, baş ağrısı, vertigo, cinnet, hipertansiyon, kaşıntı, uykusuzluk, sinirlilik, agranülositozis

SONUÇ

Enerji içecekleri tüketimi özellikle adölesan ve genç yetişkinlerde yaygın olmakla birlikte her yaş grubu için endişe vericidir. Sağlık profesyonelleri enerji içeceği tüketiminin potansiyel zararlı etkilerini bilmeli ve risk altındaki bireyler ve ailelerini bu içeceklerin tüketiminin sağlık üzerine etkileri konusunda eğitmelidir. Ayrıca etiketleme prosedürleri geliştirilmeli ve içeriğindeki bileşenlerin net olarak belirtilmesine yönelik politikalar uygulanmalıdır. Tüketime bağlı meydana gelen çeşitli yan etkiler tam olarak ispatlanmamış olsa da dikkatli olunması gerektiği açıktır. Yasal denetimleri arttırmak ve sağlık üzerine etkilerini net olarak belirleyebilmek için uzun süreli çalışmalara ihtiyaç vardır. Uzun süreli çalışmalar maksimum güvenilir alım düzeyleri, kronik kullanımın ve riskli popülasyonlarda (başka bir tıbbi hastalığı olanlar, egzersiz sırasında veya sonrasında enerji içeceği tüketenler veya alkolle enerji içeceğini karıştıranlar) sağlık üzerine etkilerini ortaya koymalıdır. Eğer araştırmalarla özellikle çocuk ve adölesan grupta güvenilir olduğu gösterilmezse, sigara, alkol veya reçeteli ilaçlardaki gibi yasal düzenlemelerin getirilmesinin şart olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- 1) Ali, F., Rehman, H., Babayan, Z., Stapleton, D., & Joshi, D.-D. (2015). Energy drinks and their adverse health effects: a systematic review of the current evidence. *Postgraduate medicine*, 127(3), 308-322.
- 2) Arria, A. M., Caldeira, K. M., Kasperski, S. J., Vincent, K. B., Griffiths, R. R., & O'Grady, K. E. (2011). Energy drink consumption and increased risk for alcohol dependence. *Alcoholism: Clinical Experimental Research*, 35(2), 365-375.

- 3) Arria, A. M., & O'brien, M. C. (2011). The “high” risk of energy drinks. *Jama*, 305(6), 600-601.
- 4) Avcı, S., Sarıkaya, R., & Büyükcam, F. (2013). Death of a young man after overuse of energy drink. *The American journal of emergency medicine*, 31(11), 1624. e1623-1624. e1624.
- 5) Azagba, S., Langille, D., & Asbridge, M. (2014). An emerging adolescent health risk: caffeinated energy drink consumption patterns among high school students. *Preventive Medicine*, 62, 54-59.
- 6) Babu, K. M., Church, R. J., & Lewander, W. (2008). Energy drinks: the new eye-opener for adolescents. *Clinical Pediatric Emergency Medicine*, 9(1), 35-42.
- 7) Batenburg-Eddes, V., Lee, N. C., Weeda, W. D., Krabbendam, L., & Huizinga, M. (2014). The potential adverse effect of energy drinks on executive functions in early adolescence. *Frontiers in psychology*, 5, 457.
- 8) Berger, A. J., & Alford, K. (2009). Cardiac arrest in a young man following excess consumption of caffeinated “energy drinks”. *The Medical Journal of Australia*, 190(1), 41-43.
- 9) Bernstein, G. A., Carroll, M. E., Thuras, P. D., Cosgrove, K. P., & Roth, M. E. (2002). Caffeine dependence in teenagers. *Drug alcohol dependence*, 66(1), 1-6.
- 10) Breda, J. J., Whiting, S. H., Encarnação, R., Norberg, S., Jones, R., Reinap, M., & Jewell, J. (2014). Energy drink consumption in Europe: a review of the risks, adverse health effects, and policy options to respond. *Frontiers in public health*, 2, 134.
- 11) Childs, E. (2014). Influence of energy drink ingredients on mood and cognitive performance. *Nutrition reviews*, 72(suppl_1), 48-59.
- 12) Clauson, K. A., Shields, K. M., McQueen, C. E., & Persad, N. (2008). Safety issues associated with commercially available energy drinks. *Journal of the American Pharmacists Association*, 48(3), e55-e67.
- 13) Database, M. G. N. P. (2009). Energy drink ingredients continue down unhealthy path.
- 14) Esin, A. (2017). Türkiye'deki Enerji İçeceği Kullanım Sıklığının Klasik ve Bayesci Meta-analiz Yöntemlerine Göre Belirlenmesi. *Dergipark*, 2, 320-330. doi: <http://dx.doi.org/10.17714/gufbed.2017.07.022>
- 15) Ferreira, S. E., De Mello, M. T., Pompéia, S., & De Souza- Formigoni, M. L. O. (2006). Effects of energy drink ingestion on alcohol intoxication. *Alcoholism: Clinical Experimental Research*, 30(4), 598-605.
- 16) für Risikobewertung, B. (2008). New human data on the assessment of energy drinks. *Federal Institute for Risk Assessment*.
- 17) Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. *Türk Gıda Kodeksi Enerji İçecekleri Tebliği*. 2017 (2017/4).
- 18) Iyadurai, S. J. P., & Chung, S. S. (2007). New-onset seizures in adults: possible association with consumption of popular energy drinks. *Epilepsy Behavior*, 10(3), 504-508.
- 19) Malinauskas, B. M., Aeby, V. G., Overton, R. F., Carpenter-Aeby, T., & Barber-Heidal, K. (2007). A survey of energy drink consumption patterns among college students. *Nutrition journal*, 6(1), 35.
- 20) Marshall, T. A., Levy, S. M., Broffitt, B., Warren, J. J., Eichenberger-Gilmore, J. M., Burns, T. L., & Stumbo, P. J. (2003). Dental caries and beverage consumption in young children. *Pediatrics*, 112(3), e184-e191.
- 21) Miller, K. E. (2008). Wired: energy drinks, jock identity, masculine norms, and risk taking. *Journal of American College Health*, 56(5), 481-490.
- 22) Oddy, W., & O'sullivan, T. (2009). Energy drinks for children and adolescents. *British Medical Journal*, 339.
- 23) Pinto, S. C., Bandeca, M. C., Silva, C. N., Cavassim, R., Borges, A. H., & Sampaio, J. E. (2013). Erosive potential of energy drinks on the dentine surface. *BMC research notes*, 6(1), 67.
- 24) Rath, M. (2012). Energy drinks: what is all the hype? The dangers of energy drink consumption. 24(2), 70-76.

- 25) Reissig, C. J., Strain, E. C., & Griffiths, R. R. (2009). Caffeinated energy drinks—a growing problem. *Drug and alcohol dependence*, 99(1-3), 1-10.
- 26) Schneider, M. B., & Benjamin, H. J. (2011). Sports drinks and energy drinks for children and adolescents: are they appropriate? *Pediatrics*, 127(6), 1182-1189.
- 27) Seifert, S. M., Schaechter, J. L., Hershorin, E. R., & Lipshultz, S. E. (2011). Health effects of energy drinks on children, adolescents, and young adults. *Pediatrics*, peds-2009.
- 28) Starling, S. (2008). Energy Drinks Safety Questioned by German Agency.
- 29) Strain, E. C., Mumford, G. K., Silverman, K., & Griffiths, R. R. (1994). Caffeine dependence syndrome: evidence from case histories and experimental evaluations. *Jama*, 272(13), 1043-1048.
- 30) Temple, J. L. (2009). Caffeine use in children: what we know, what we have left to learn, and why we should worry. *Neuroscience Biobehavioral Reviews*, 33(6), 793-806.
- 31) Thomson, B., & Schiess, S. (2011). Risk profile: caffeine in energy drinks and energy shots. *Institute of Environmental Science Research Limited*.
- 32) Zucconi, S., Volpato, C., Adinolfi, F., Gandini, E., Gentile, E., Loi, A., & Fioriti, L. (2013). Gathering consumption data on specific consumer groups of energy drinks. *EFSA Supporting Publications*, 10(3), 394E.

ÇOK BOYUTLU BİR KAVRAM: BEDEN ALGISI A MULTI-DIMENSIONAL CONCEPT: BODY PERCEPTION

Dr. Öğr. Üyesi Yahya ÖZDOĞAN¹
Uzm. Arş. Gör. Öykü Peren TÜRK FİDAN²

ÖZET

Ağırlık yönetiminin tarihsel süreçte çeşitli anlamlar taşıdığı bilinmektedir. Bazı dönemlerde vücut ağırlığının fazla olması; güç, kudret, bolluk ve bereket olarak görülmüş, kadınlardaki fazla yağ dokusu ise doğurganlığın işareti olarak kabul edilmiştir. Sanayi devrimiyle fiziksel olarak daha hızlı olmanın avantaj haline gelmesi, şişmanlığın yavaşlık, hantallık ve hastalık olarak görülmesi ile sonuçlanmıştır. Günümüzde ise obezite sebep olduğu sağlık sorunları ve toplumsal sorunlarla birlikte tıbbi bir durum olarak değerlendirilmektedir. Çağımızda güzellik ince olmakla eş değer görülebilmektedir. Beden algısı yaşanan çağa ya da topluma göre değişmektedir ve zihnimizde şekillendirdiğimiz bedenimizin kendimizce nasıl olduğudur. Bu sübjektif bir değerlendirme olup kişinin kendisini nasıl algıladığı ile ilgilidir ve gerçeğe uyumlu olmak zorunda değildir. Artık olumlu algı kadınlar için ince bir bedene sahip olabilmek iken, erkekler için kaslı bir vücut yapısı olabilmektedir. Toplumda beden hoşnutsuzluğu gerçek beden ağırlığından çok, algılanan beden ağırlığıyla ilişkilidir. Ayrıca kişinin kendisini olumlu ya da olumsuz olarak değerlendirmesi, benlik saygısını belirlemede de bir kriter olabilmektedir. Toplumda bazı bireylerin ağırlık durumlarını doğru bir şekilde değerlendiremedikleri bilinmektedir. Bazı obez bireyler kendi vücut ağırlıklarını daha az hissederken, normal vücut ağırlığına sahip olanlar ise kendilerini obez olarak hissedebilmektedirler. Beden algısının tutuma ilişkin çok boyutlu bir yapı olduğu görülmektedir. Biyolojik, psikolojik, toplumsal, kültürel etkiler altında gelişmekte ve değişmekte iken, ağırlık kontrolünde rol oynamaktadır. Dolayısı ile obezite yönetiminde, beden algısı üzerinde durmanın önemi büyüktür. Olumsuz beden algısı, ağırlık ile ilgili endişeler, yeme bozuklukları, düşük özgüven, depresif ruh hali oluşturabilmekte, kişinin yanlış diyetler uygulaması gibi sağlıksız eylemlerle sonuçlanabilmektedir. Gelecek nesillerin sağlığının iyileştirilmesi amacıyla, bedensel algının toplumda daha iyi yerleştirilmesi ve beden farkındalığının yetersizliğinin olası nedenlerinin araştırılması gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Beden Algısı, Obezite, Ağırlık Yönetimi, Sağlık, Benlik Saygısı

ABSTRACT

Weight management has various meanings in the historical process. In some periods, being overweight has been seen as strength, potency, abundance and fertility, and even the excess fat in women has been accepted as a sign of fertility. Being physically quicker with the industrial revolution has become an advantage, and obesity has been seen as slowness, malaise and illness. Today, obesity is considered as a medical condition with health problems and social problems. In our age, beauty can be seen as being thin. Body perception varies according to the age or society, and it is how our body is shaped in our minds. This is a subjective assessment of how a person perceives himself / herself and does not have to be compatible with the reality. Now, the positive perception can be a muscular body structure for men while being able to have a thin body for women. Body displeasure in society is associated with perceived body weight rather than actual body weight. In addition, evaluating the person himself as a positive or negative, is a criterion in determining self-esteem. Obese individuals may not be able to assess their weight status correctly. Some people see themselves as less overweight. On the other hand, some obese groups may have more body displeasure. Normal weighted individuals also face situations in which they perceive

¹Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, Türkiye, yozdogan@ybu.edu.tr

²Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, Türkiye, oturk@ybu.edu.tr

themselves as overweight. It is seen that body perception is a multidimensional structure of attitude. It plays a role in weight control while developing and changing under biological, psychological, social and cultural influences. Therefore, it is of great importance to focus on body perception in obesity management. Negative perception of body, concerns about weight, eating disorders, low self-esteem, depressive mood can occur, such as the application of the wrong diets can result in unhealthy actions. In order to improve the health of future generations, it is thought that physical perception should be better placed in the society and the possible causes of lack of body awareness should be investigated

Key Words: Body Perception, Obesity, Weight Management, Health, Self-Esteem

GİRİŞ

Beden algısı kavramı 1920 yılında Paul Schilder tarafından ele alınmış, “Zihnimize biçimlendirdiğimiz kendi vücudumuzun resmidir, yani kendimize nasıl görüldüğümüzdür.” şeklinde tanımlamıştır (Grogan, 2008).

Beden algısı zihnimize şekillendirdiğimiz bedenimizin kendimizce nasıl olduğudur (Teletar vd., 2015). Subjektif bir değerlendirme olup kişinin kendisini nasıl algıladığı ile ilgilidir. Beden algısı, tutuma ilişkin çok boyutlu bir yapıdır. Biyolojik, psikolojik, toplumsal ve kültürel etkiler altında gelişir ve değişir (Ata vd., 2014). En basit tanımı ile beden algısı, kendi bedenimizin zihnimize bize nasıl görüldüğüdür (Gönenir Erbay vd., 2018).

Ağırlık yönetimi tarihsel süreçte çeşitli anlamlar taşımıştır. Bazı dönemlerde kilolu olmak güç, kudret, bolluk ve bereket olarak görülmüş, hatta kadınlarda fazla yağ dokusu doğurganlığın işareti olarak kabul edilmiştir (Aslan, 2018). Beden algısı yaşanan çağa ve topluma göre değişmektedir. Eski çağlarda tanrıçalar aşırı kilolu ve bu halleriyle beğeni toplarken, günümüzde kadınlar ince ve narin bir beden yapısına özendirilmektedir (Ata vd., 2014).

Sanayi devrimiyle fiziksel olarak daha hızlı olmanın avantaj haline gelmesi, şişmanlığın yavaşlık, hantallık ve hastalık olarak görülmesi ile sonuçlanmıştır. Günümüzde ise obezite sebep olduğu sağlık sorunları ve toplumsal sorunlarla birlikte tıbbi bir durum olarak değerlendirilmektedir. Çağımızda güzellik ince olmakla eş değer görülebilmektedir (Aslan, 2018).

Ayrıca kitle iletişim araçlarının artması ve bu yol ile sunulan ideal bedenlerle, tüm toplumlarda ideal beden algısı ile ilgili düşünce süreçlerinde bozulmalar olmuştur. Toplumlar da ağırlık kazanımı korkusu oluşmuştur. Bununla birlikte yeme bozuklukları daha çok gündeme gelmeye başlamıştır (Tahiroğlu vd., 2005). Bir taraftan tüketim kültürü de enerjik kalma, “fit” bir bedene sahip olma, iyi görünme, sağlıklı olma hakkında çeşitli görüşler sunarak, bireye yeni sağlıklı bir beden algısı oluşturmaya çalışmaktadır (Öngören, 2015).

Kültürel ve etnik yapı ile beden algısı arasındaki ilişki göz önünde bulundurulduğunda, kültürün de beden algısını etkileyen önemli bir değişken olduğu görülmektedir. Kültürün tek başına etkisi dışında, kültürel bir takım değerlerin nasıl içselleştirildiği ve diğer değişkenlerle nasıl etkileştiği de beden algısında önem taşımaktadır (Bektaş, 2004). Bu derlemenin amacı beden algısının çeşitli yönlerden irdelenmesidir.

GELİŞME

Benlik Saygısı ve Beden Algısı

Kişinin kendisini nasıl algıladığı ve değerlendirdiği benlik kavramı ile ifade edilmektedir. Benlik saygısı ise bireyin kendisini değerlendirmesi ve kendisinden memnun olup olmaması sonucu oluşan öznel bir olgudur. Olumlu ya da olumsuz olabilmektedir (Oktan, 2010). Benlik saygısı bireyin genel olarak kendisini değerli duyumsaması olarak da ifade edilebilir. Beden algısının, kişinin benlik değeri ile psikolojik iyi olma halinin oldukça önemli bir yönünü oluşturduğu ileri sürülmektedir (Okumuşoğlu, 2017).

Benlik saygısı ve beden algısı yakından ilişkili kavramlardır ve birbirlerinden etkilenebilmektedir (Teletar vd., 2015; Gönenir Erbay vd., 2018). Kişinin kendisini olumlu ya da olumsuz olarak

değerlendirmesi, benlik saygısını belirlemede kriterdir. Beden algısı ile benlik saygısı arasındaki bağlantı kalıcı bir ilişki değil, bir süreç olarak görülmektedir (Ata vd., 2014).

Beden algısı, kişinin edindiği tecrübelerden beslenerek ortaya çıkmaktadır. Kişilerin tutumlarına ve tecrübe edilen olaylara karşı kazanılan farkındalıklarla gelişen bir olgudur. Bireyin bedenini fark etmesi ve değerlendirmesi, öz saygısının ve güveninin oluşmasında destekleyici olabilmektedir (Er, 2015).

Çağımızda neredeyse tüm dünya uluslarında güzellik ince olmakla eş değer görülmektedir. Genel olarak olumlu algı kızlar için ince bir bedene sahip olmak iken erkekler için kaslı, sportmen vücut yapısına sahip olmak olarak oluşmuştur. Bu kriterlere göre bedenlerine ve ağırlık yönetimine dikkat eden bireylerin bedenlerini ve kendilerini sevdikleri, buna bağlı olarak da benlik saygılarının yüksek olabildiği düşünülmektedir (Ata vd., 2014). Bedenin olumsuz algılanması ise benlik saygısının düşmesine neden olabilmekte ve düşük benlik saygısı depresif belirtilerle ilişkili olabilmektedir (Barlas vd., 2014). Kişinin kendisini nasıl tanımladığı, kendi ile ilgili algıları ve düşünceleri benliğini oluşturmada, kendine olan güvenini belirler hale gelmektedir (Bektaş, 2004).

Beden algısı ve benlik saygısı obez hastalarda da araştırılan önemli konulardandır. Aşırı kilolu, obez ve morbid obez hastalarda benlik saygısı sağlıklı bireylerden düşük olabilmektedir. Aşırı kilolu veya obez kadınlar normal kilolu kadınlara göre bedenleriyle ilgili daha fazla hoşnutsuzluk yaşayabilmektedirler (Sarısoy vd., 2013)

Ergenlik Çağı ve Beden Algısı

Beden algısı, bireyin kendisini diğer bireylerden ayırt etmeye başladığı birinci yaştan itibaren ortaya çıkmakta ve yaşam boyu sürekli gelişerek değişmektedir (Uskun ve Şabaplı, 2013). Ergenlik döneminden önce beden algısı ile ilgili düşünce süreçlerine çocukluktan itibaren girildiği bilinmektedir. Çocukların 1,5 yaş civarında kendisiyle başkalarını karşılaştırmaya başladığı düşünülmektedir. Beş yaş civarındaki çocuklar ise diğer çocukları kilo ve görünümüne göre değerlendirebilmektedir (Ata vd., 2014). Daha sonra çevresel etkenler ve özellikle aile etkisi ile de çocukluk ve ergenlik döneminde beden algısı şekillenmektedir (Bektaş, 2004). Beden algısı bireyin hayatı boyunca gelişmesine rağmen, ergenlik dönemi beden algısı ve problemlerinin sıklıkla görüldüğü bir dönemdir. Ergenlik dönemi bireylerde bedensel değişimlerin yoğun olarak yaşandığı dönemdir. Adölesanlar bu dönemde kendilerini başkalarıyla karşılaştırır ve başkalarının görüşlerine değer verirler (Er, 2015).

Ergenlik dönemi, gelişimsel birçok değişikliğin olduğu, aynı zamanda bu değişikliklere uyum sağlanması gerektiği bir dönemdir. Ergenler özellikle bedensel açıdan kendilerinde meydana gelen değişikliklere karşı duyarlıdırlar. Beden yapısındaki ve beden algısındaki değişimler, ergenlik dönemindeki en büyük değişimlerdenidir. Bu dönemde ergen, içinde yaşadığı kültürün ideal vücut olarak sunduğu modelin etkisi altında kalarak beden algısını yeniden şekillendirebilmektedir. Ergen için ideal beden görünümü, arkadaş grubu, aile ve toplum tarafından belirlenebilmekte, akranlarından, medyadan ve aileden aldığı mesajlar bedenini değerlendirmede önemli bir yere sahip olabilmektedir (Oktan vd., 2010). Beden algısının gelişmesinde bedenle ilgili yorumlar önemli olmaktadır (Er, 2015).

Ergenlik çağında dış görünüş algısı ile öz güven arasında bir bağ olduğu ve özellikle ergenlerin fiziksel görünüşlerine çok önem verebildikleri bilinmektedir. Fiziksel görünüş, ergenlerin kendilerine olan güvenlerini tehdit edebilecek nitelikte bir değişken bile olabilmektedir (Bektaş, 2004). Ergenlikte olumlu beden algısının oluşması, olumlu benlik kavramı ve benlik saygısının oluşmasını sağlamakta ve bu durum kişinin kendini arkadaş ilişkilerinde daha özgür hissetmesi ile başarılı algılamasına da neden olabilmektedir (Karadamar vd. 2015). Sağlıklı beden algısı sosyal kabul ve sosyal ilişkileri olumlu yönde etkileyebilmektedir (Öngören, 2015). Kişilerin boyu, ağırlık durumu, beden ölçüleri, sağlık durumu, kendine verdiği değer gibi faktörler, kendine karşı davranışlarını oluşturmada ve bütün bunlar sosyal ilişkilerine yansımaktadır (Er, 2015).

Özellikle toplumsal güzellik ölçütlerinin hızla değişmesi, medyada aşırı zayıflığın güzel olmakla eşdeğer tutulması ergenlerde olumsuz beden algısına sebep olabilmektedir (Karadamar vd. 2015). Beden algısı rahatsızlıkları çocuklukta gelişebildiği gibi, daha çok ergenlik döneminde başlamaktadır. Bireyin ağırlık durumu normal olsa dahi, kendini kilolu olarak görüp diyet davranışlarına yönelebilmektedir. Bunun yanı sıra fazla kilolu ergenler de kendini keyifsiz, stres altında hissettiğinde besin alımına yönelebilmektedir. Zaten olumsuz dönüşmüş beden algısı böylece daha da bozulabilmektedir (Ata vd., 2014). Düşük benlik saygısı ve olumsuz beden algısı ergenleri olumsuz sağlık davranışlarına yönlendirebilmektedir. Örneğin bilinçsizce başlanan ve sürdürülen diyet uygulamaları ortaya çıkabilmektedir. Çoğu zaman diyet yapması gerektiğine ergenlik çağında birey kendisi karar verebilmektedir. Uzman kontrolünde olmadan kendi kendilerine uygulanan diyet ise ergenin büyüme ve gelişmesi için gerekli olan besin öğelerini karşılamayabilmektedir. Bu dönemde edinilecek yanlış beslenme alışkanlıkları ve yanlış diyet uygulamaları ilerleyen yıllarda obezite, diyabet, kalp-damar hastalıkları, anoreksiya nervosa ve bulimiya gibi önemli hastalıklara yol açabilmektedir (Karadamar vd., 2015).

Obezite ve Beden Algısı

Beden algısı ağırlık kontrolünü etkileyen bir önemli faktördür (Bektaş, 2004). Beden memnuniyetsizliği ve benlik algısı ile ilişkili diyet çabaları, hem obezite hem de yeme bozukluklarıyla ilişkilendirilebilmektedir (Okumuşoğlu, 2017). Obez bireylerde daha fazla beden hoşnutsuzluğu olabilmektedir. Obez kişilerin ağırlık kaybetmeyi isteme nedenlerinden birisi de bu hoşnutsuzluktur. Obez gruplarda beden hoşnutsuzluğu gerçek beden ağırlığından çok, algılanan beden ağırlığıyla ilişkilidir. Dolayısı ile obezite yönetiminde, beden algısı üzerinde durmanın önemi büyüktür (Teletar vd., 2015).

Obezlere karşı toplumda, okulda ve iş yaşamında ayrımcılık ve önyargılar söz konusu olabilmektedir. Obezler bu durumdan mutsuz olmalarına karşın kendilerini savunmak için inkar mekanizması geliştirebilmektedir. Zaman zaman kendileri durumlarıyla dalga geçerek veya ağırlıkları ile ilgili şaka yaparak çevreden gelecek eleştirilerden sakınmayı seçebilmektedirler. Kendilerine obez olmayı yakıştırmayabilmektedirler. Obezler bazı durumlarda gerçek vücut ağırlığını değil algılanan bedeni ölçüt alabilmektedir. Beden algısı gerçekte uyumlu olmak zorunda değildir (Ata, 2014).

Kişilik Özellikleri ve Beden Algısı

Beden algısı temelde fizyolojik esaslı olmasına rağmen algı, fiziksel, psikolojik ve sosyal deneyimlerden etkilenmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde beden algısı hem kişilik yapısını ortaya koyabilmekte hem de sosyolojik anlam ifade edebilmektedir. Kişinin bedenini kendisine verdiği memnuniyet, bireyin kendine güveniyle ilişki içindedir (Er, 2015).

Beden algısıyla aşırı derecede meşgul olmanın ve bu doğrultuda bir takım davranışlar geliştirmenin sadece toplumun etkisinden kaynaklanmadığı, kişilik özelliklerinin de etkili olduğu düşünülmektedir. Bedene yönelik olumsuz tutumun kişinin kendine olan güvensizliği ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Kendine güvensizlik ve depresif kişilik yapısı, beden algısını ve yeme bozukluklarını etkileyen faktörlerden bazılarıdır. Ayrıca nerotizm ve mükemmeliyetçilik de beden algısı ile ilişkilendirilen kişilik özellikleridir (Bektaş, 2004). Mükemmeliyetçilik aşırı yüksek standartlara sahip olma ve güçlü bir mükemmel olma arzusu ile karakterizedir. Mükemmeliyetçi tutum, kişinin fiziksel görünüşü ve fiziksel yeterliliği ile ilgili değerlendirmelerini etkileyebilmektedir (Barlas vd., 2014). Kendine güvensizlik, yüksek derecede nerotizm ve mükemmeliyetçilik ağırlık yönetimi, diyet ve beden memnuniyeti ile ilişkili psikolojik değişkenler olarak düşünülmektedir (Bektaş, 2004).

SONUÇ

Beden algısının gelişmesi ve sürekli değişmesi bedensel gelişim dışında birçok faktörden etkilenmektedir. Bunlar arasında; cinsiyet, yaş, vücut yapısı ve ağırlık durumu, benlik gücü, dürtüler, güven duygusu, bedene karşı olan duyarlılık ve verilen anlam, medya baskısı ve toplumun

beden görünüşüne verdiği değer sayılabilir. Kişinin sahip olmak istediği beden şekli ile var olan arasında fark varsa beden memnuniyetsizliği ortaya çıkabilmektedir. Yaşam boyu beden algısı ile ilgili değişimin sürmesine karşın, özellikle ergenlik dönemi beden algısı sorunlarının yaşandığı bir dönem olarak dikkat çekmektedir. Toplumun belirlediği ideal vücut ölçülerine kavuşma isteği, bu istek neticesinde beslenme düzeni üzerinde yapılan uzman kontrolünde olmayan değişiklikler ve yanlış diyet uygulamaları ise her yaş grubunda yetersiz ve dengesiz beslenmeye sebep olabilmektedir (Uskun ve Şabaplı, 2013).

Diğer taraftan obezite yönetiminde de, beden algısı üzerinde durmanın önemi büyüktür. Obez bireylerde de olumsuz beden algısı, ağırlık ile ilgili endişeler, yeme bozuklukları, düşük özgüven, depresif ruh hali oluşturabilmekte, kişinin yanlış diyetler uygulaması gibi sağlıksız eylemlerle sonuçlanabilmektedir. Gelecek nesillerin sağlığının iyileştirilmesi amacıyla, bedensel algının toplumda daha iyi yerleştirilmesi ve beden farkındalığının yetersizliğinin olası nedenlerinin araştırılması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- 1) Aslan, N. (2018). Kadınlarda Beden Kitle İndeksi İle İlişkili Psikososyal Faktörlerin Belirlenmesi. *KOU Sag Bil Derg*, 4(2), 50-56.
- 2) Ata, A., Vural, A. & Keskin, F. (2014). Beden Algısı ve Obezite. *Ankara Medical Journal*, 14(3), 74-84.
- 3) Barlas, G. Ü., Karaca, S., Onan, N., Öz, Y. C., Gürkan, A., Işık, I., & Sümeli, F. (2014). Estetik Cerrahi Hastalarında Beden İmajı, İşlevsel Olmayan Tutumlar ve Depresyon. *Türk Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Dergisi (Turk J Plast Surg)*, 22(3), 108-113.
- 4) Bektaş, D. Y. (2004). Ergenlerde Beden İmgesi Üzerine Bir Çalışma. *Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi*, 3(22), 67-75.
- 5) Er, Y. (2015). Aerobik Antrenmanların Beden Algısı Üzerine Etkisi (Doctoral Dissertation, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü), Konya.
- 6) Gönenir Erbay, L., Akyüz, M., Şahin, İ., Evren, B., Kayaalp, C. & Karlidağ, R. (2018). Bariatrik Cerrahi Adayı Morbid Obezite Hastalarının Yaşam Doyumunun Beden Algısı ve Benlik Saygısı İle İlişkisi. *Fırat Tıp Dergisi*, 23(1),1-5.
- 7) Grogan S, (2008). *Body Image: Under Standing Body Dissatisfaction in Men, Women, and Children*, Routledge, Psychology Press.
- 8) Karadamar, M., Yiğit, R. & Sungur, M. A. (2015). Ergenlerin Kiloları İle İlgili Algıları ve Kilo Kontrolüne Yönelik Davranışlarının İncelenmesi. *Turkish Journal of Research & Development in Nursing*, 17(1)51-61.
- 9) Oktan, V. & Şahin, M. (2010). Kız Ergenlerde Beden İmajı İle Benlik Saygısı Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 7(2), 543-556.
- 10) Okumuşoğlu, S. (2017). Diyet Yapan Kadınlarda Beden Algısı, Benlik Saygısı, Yaş ve Vücut Kitle İndeksi İlişkisinin Araştırılması. *Ulakbilge*, 5(13), 1171-1181.
- 11) Öngören, B. (2015). Sosyolojik Açıdan Sağlıklı Beden İmgesi. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Dergisi*, (34), 25-45.
- 12) Sarısoy, G., Atmaca, A., Ecemiş, G., Gümüş, K. & Pazvantoğlu, O. (2013). Obezite Hastalarında Dürtüsellik ve Dürtüsellüğün Beden Algısı ve Benlik Saygısı İle İlişkisi. *Anadolu Psikiyatri Derg*, 14, 53-61.
- 13) Tahiroğlu, A. Y., Fırat, S., Diler, R. S. & Avcı, A. (2005). Erkek Çocuklarda Yeme Bozuklukları; Bir Anoreksiya Nervosa Vakası. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 48, 151-157.
- 14) Telatar, B., Öner, C., Hamurcu, P. & Yeşildağ, Ş. (2015). Obezitenin Benlik Saygısı ve Beden Algısı Üzerine Etkisi. *Türkiye Aile Hekimliği Dergisi*, 19(3), 122-129.
- 15) Uskun, E. & Şabaplı, A. (2013). Lise Öğrencilerinin Beden Algıları ile Yeme Tutumları Arasındaki İlişki. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 12(5), 519-528.

OBEZİTE VE MİKROBİYOTA
OBESITY AND MICROBIOTA

Dr. Öğr. Üyesi Lale SARIYE AKAN¹
Arş. Gör. Zehra Nur AKKUŞ²

ÖZET

Obezite, sağlığa zarar verebilecek ölçüde anormal veya aşırı yağ birikimi olarak tanımlanır. Obezite, kardiyovasküler hastalık, hipertansiyon, diyabet ve çeşitli kanserler gibi birçok hastalık için önemli bir risk faktörüdür ve dünya genelinde önemli bir mortalite ve morbidite nedenidir. Obezitenin gelişimi multifaktöriyeldir. Genetik, bireysel ve çevresel risk faktörlerinden etkilenir. Artan çalışmalar, bağırsak mikrobiyotasının obezitede önemli bir rol oynayan çevresel bir faktör olduğunu düşündürmektedir. İnsan mikrobiyotasındaki en büyük mikroplar topluluğu bağırsakta bulunur ve konakçıyla simbiyotik bir ilişki içinde sağlık ve metabolik homeostazın korunmasında rol oynar. Bağırsak mikroorganizmalarındaki değişiklikler, obezitenin patogenezinde önemli bir rol oynayabilir. Bağırsak mikrobiyota bileşimi sağlıklı bireylerde çok çeşitli olmasına rağmen, obez bireylerde düşük bakteriyel çeşitlilik göstermektedir. Ayrıca, Bacteroidetes ve Firmicutes oranındaki değişimin obezitenin gelişmesine yol açtığını gösteren çok sayıda kanıt vardır. Firmicutes filumundaki bakterilerin artmasının ve Bacteroidetes filumundaki bakterilerin azalmasının, daha çok enerji hasadı ve artmış düşük dereceli enflamasyon ile ilişkili olduğu birçok çalışmada gösterilmiştir. Bağırsak mikrobiyotasındaki değişiklikler mikrobiyota ve bağırsak arasındaki homeostatik etkileşimi bozar ve metabolik bozukluklara katkıda bulunabilir. Bağırsak mikrobiyotasının obeziteye katkıda bulunabileceği mekanizmalar; kronik düşük dereceli endotoksemi, bağırsak kaynaklı peptid hormonlarının sekresyonunun modülasyonu, aktif adipoz doku kompozisyonunun düzenlenmesi ve konakçı diyetinden artan enerji hasadı olarak öne sürülmüştür. Bu yüzden bağırsak mikrobiyotasının module edilmesinin obeziteyi yönetmek ve metabolik sağlığı iyileştirmek için uygun bir strateji olup olmadığını belirlemede büyük bir ilgi vardır. Bu çalışma, bağırsak mikrobiyotasının obezitenin gelişimindeki potansiyel rolünü incelemek amacıyla planlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Obezite, Bağırsak Mikrobiyotası, Enerji Hasadı, Düşük Dereceli Enflamasyon

ABSTRACT

Obesity is defined as abnormal or excessive fat accumulation that may impair health. Obesity is major risk factor for a number of chronic diseases, including diabetes, cardiovascular diseases and cancer. The development of obesity is multifactorial and is affected by genetic, individual and environmental risk factors. Increasing evidence suggests that gut microbiota is an environmental factor that plays a crucial role in obesity. The largest community of microbes in the human microbiota reside in the gut and, through a symbiotic relationship with the host, play a role in maintaining health and metabolic homeostasis. Changes in intestinal microorganisms may play an important role in the pathogenesis of obesity. Although the intestinal microbiota composition is very diverse in healthy individuals, obese individuals exhibit low bacterial diversity. In addition, there is a lot of evidence showing that the change in the rate of Bacteroidetes and Firmicutes leads to the development of obesity. Many studies have shown that the increase in bacteria in the Firmicutes phylum and the decrease of bacteria in the Bacteroidetes phylum are more related to energy harvesting and increased low-grade inflammation. Changes in intestinal microbiota impair the homeostatic interaction between the microbiota and the intestine and contribute to metabolic disorders. Chronic low-grade endotoxemia, modulation of secretion of gut-derived peptide hormones, regulation of active adipose tissue composition and increased energy harvest from host diet have been suggested as mechanisms through which the gut microbiota may contribute to

¹ Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, lakan@ybu.edu.tr

² Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, zakkus@ybu.edu.tr

obesity. There is therefore a great interest in determining whether modulating intestinal microbiota is an appropriate strategy for managing obesity and improving metabolic health. This review deals with the potential role of intestinal microbiota in the development of obesity.

Keywords: Obesity, Gut Microbiota, Energy Harvest, Low-Grade İnflammation

GİRİŞ

Kardiyovasküler hastalık, hipertansiyon, diyabet ve çeşitli kanserler gibi birçok hastalığın risk faktörü obezitedir ve dünya genelinde önemli bir mortalite ve morbidite nedenidir (1). Obezite, sağlığa zarar verebilecek ölçüde anormal veya aşırı yağ birikimi olarak tanımlanmaktadır (2). Genetik, bireysel ve çevresel risk faktörlerinden etkilenmektedir (3). Artan çalışmalar, bağırsak mikrobiyotasının obezitede önemli bir rol oynayan çevresel bir faktör olduğunu düşündürmektedir (4). İnsan mikrobiyotasındaki en büyük mikroplar topluluğu bağırsakta bulunur ve konakçıyla simbiyotik bir ilişki içinde sağlık ve metabolik homeostazın korunmasında rol oynar (5). Diyet, ilaçlar, toksinler ve patojenler gibi çeşitli çevresel faktörlere maruziyet ise bağırsak mikrobiyotasında değişikliklere neden olmaktadır (6). Mikrobiyota bileşiminin neden olduğu olumsuz değişiklikler disbiyozis olarak adlandırılmaktadır (7). Bağırsak mikrobiyotasındaki değişiklikler mikrobiyota ve bağırsak arasındaki homeostatik etkileşimi bozar ve metabolik bozukluklara katkıda bulunabilir (4). Bağırsak mikrobiyotasının obeziteye katkıda bulunabileceği mekanizmalar; kronik düşük dereceli endotoksemi, bağırsak kaynaklı peptid hormonlarının sekresyonunun modülasyonu, aktif adipoz doku kompozisyonunun düzenlenmesi ve konakçı diyetinde artan enerji hasadı olarak öne sürülmüştür (8). Bu yüzden bağırsak mikrobiyotasının module edilmesinin obeziteyi yönetmek ve metabolik sağlığı iyileştirmek için uygun bir strateji olup olmadığını belirlemede büyük bir ilgi vardır (9). Bu çalışma, bağırsak mikrobiyotasının obezitenin gelişimindeki potansiyel rolünü incelemek amacıyla planlanmıştır.

OBEZİTE

Obezite, 21. yüzyılın en büyük halk sağlığı sorunlarından biridir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) obeziteyi sağlığa zarar verebilecek ölçüde anormal veya aşırı yağ birikimi olarak tanımlamaktadır (2). Obezitede vücut yağ oranını doğru olarak değerlendirmek gelişmiş bir teknoloji gerektirir (10). Bundan dolayı DSÖ, obezitenin değerlendirilmesi için beden kütle indeksinin (BKİ) kullanılmasını önermektedir. BKİ, bireyin vücut ağırlığının (kg) boyunun karesine (m^2) bölünmesi ile hesaplanmaktadır. $BKİ \geq 30$ olan bir kişi genellikle obez, $BKİ \geq 25$ olan bir kişi ise genellikle fazla kilolu olarak kabul edilmektedir (2).

Fazla kilolu ve obezite prevalansı dünya çapında son yıllarda giderek artmaktadır. DSÖ'ne göre, dünya genelinde 2016 yılında 1,9 milyar fazla kilolu ve 650 milyon obez yetişkin olduğu tahmin edilmektedir. Bununla birlikte, 18 yaş ve üstü yetişkinlerin % 39'unun fazla kilolu olduğunu gösterilmektedir (2). Türkiye için yapılan ulusal ve yerel epidemiyolojik çalışmalar, obezite prevalansı ve eğiliminin 1990'dan 2010'a kadar önemli ölçüde arttığını göstermektedir (11). Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması-2010 verilerine göre, obezite prevalansı %30,3 bulunmuştur (12). Ülkemizde yetişkin toplumunda obezite prevalansı, %30'luk kritik yüksek oranı aşmıştır (13).

Obezite oranları arttıkça, obezitenin komplikasyonları da artmaktadır ve birçok hastalığıdaki rolü daha iyi anlaşılmaktadır. Bu durum, diyabet, kalp hastalığı, demans ve kanser gibi obeziteye bağlı komplikasyonların son 50 yıldır görülen yaşam beklentisindeki gelişmeleri yavaşlatmasına hatta tersine çevirmesine dair endişelere yol açmıştır (14). Bu nedenle, gözlenen eğilimleri acilen tersine çevirmek için obezite halk sağlığı krizi olarak kabul edilmektedir (15).

Obezitenin gelişimi multifaktöriyeldir ve genetik, bireysel ve çevresel risk faktörlerinden etkilenir (3). Artan kanıtlar bağırsak mikrobiyotalarının obezitede önemli bir rol oynayan çevresel bir faktör olduğunu düşündürmektedir (4).

BAĞIRSAK MİKROBİYOTASI

İnsan mikrobiyomu, insan vücudunun çeşitli bölgelerinde ve simbiyotik olarak yaşayan protozoa, archaea, ökaryotlar, virüsler ve baskın olarak bakterilerden oluşan toplu mikroorganizma genomlarından oluşur. Bu mikroorganizmalar ağız boşluğu, genital organ, solunum yolu, deri ve gastrointestinal sistemde kolonize olmaktadır (16). İnsan vücudunda en fazla yer kaplayan alanlardan birisi olan, gastrointestinal kanalda kolonize olan mikroorganizmalardan oluşan ve organ gibi işlev gören ekosistem “bağırsak mikrobiyotası” olarak adlandırılmaktadır (11). Midenin asidik ortamı mikroorganizmaları 10^3 - 10^4 hücre / mL içerirken giderek artan bir şekilde kolonda $\sim 10^{11}$ hücre / mL içeriğine ulaşmaktadır (17).

Bağırsak mikrobiyotası çok sayıda ve çeşitlilikte mikroorganizma tarafından oluşturulmuş karmaşık bir sistemdir (18). Çalışmalardan derlenen veriler sonucunda, insanlardan izole edilen 2172 tür tanımlanmış ve 12 farklı filuma sınıflandırılmıştır. Bu filumların % 93,5 'ini Proteobacteria, Firmicutes, Actinobacteria ve Bacteroidetes oluşturmaktadır (19). Bacteroidetes ve Firmicutes filumları ise ortalama insan yetişkin bağırsak mikrobiyotasının \sim % 90'ını oluşturmaktadır (20).

Bağırsak mikrobiyotası, bağırsak mukozası ile simbiyotik bir ilişki sürdürür ve sağlıklı bireylerde önemli metabolik, immünolojik ve bağırsak koruyucu işlevler yürütmektedir (21). Bağırsak mikrobiyotasını; lenfoid yapıların gelişiminde, bağışıklık sisteminde, vitamin ve kofaktörlerin sentezinde, kompleks polisakaritlerin kısa zincirli yağ asitlerine parçalanması ve sindirilmesinde [(KZYA(propionat, bütirat, asetat); kolon epitel hücrelerinin ana besin maddesi)], lipid metabolizmasında, gastrointestinal motilitenin düzenlenmesinde ve bağırsak hormonların kontrolünde önemli bir rol oynamaktadır (22). Konakçı, bu hayati işlevler için bağırsak mikrobiyotasına bağlıdır ve böylece bağırsak mikrobiyotası sağlığa katkıda bulunabilmektedir (6).

Sağlıklı bireylerde, konakçı ve bağırsak mikrobiyotası arasında çapraz-karışma ve çapraz-düzenleme vardır. Bu sayede bakteriler homeostatik bir denge içerisinde olur, böylece potansiyel olarak patojenik bakterilerin aşırı çoğalması önlenmiş olur (23). Diyet, ilaçlar, toksinler ve patojenler gibi çeşitli çevresel faktörlere maruziyet ise bağırsak mikrobiyotasında değişikliklere neden olmaktadır (6). Mikrobiyota bileşiminin neden olduğu olumsuz değişiklikler disbiyozis olarak adlandırılmaktadır (7). Obezite, inflamatuvar barsak hastalığı, diabetes mellitus, metabolik sendrom, ateroskleroz, alkolik karaciğer hastalığı, non-alkolik yağlı karaciğer hastalığı, siroz ve hepatoselüler karsinom gibi çok çeşitli hastalıklarda disbiyozis önemli rol oynamaktadır (23, 24).

OBEZİTE ve BAĞIRSAK MİKROBİYOTASI İLİŞKİSİ

Obezite prevelansında ve komplikasyonlarındaki artış nedeniyle obezitenin altta yatan mekanizmasının anlaşılmasına büyük önem verilmektedir (25). Son 10 yılda, bilim insanlarının yaptığı araştırmalar, disbiyozun obezitedeki rolü hakkındaki bilgileri arttırmıştır (26). Obezitenin bağırsak mikrobiyotası ile ilişkisi; obezlerin bağırsak mikrobiyota bileşimi, kısa zincirli yağ asitleri, enerji hasadı, bağırsak kaynaklı peptid hormonların sekresyonunun modülasyonu, adipoz doku kompozisyonunun düzenlenmesi, metabolik endotoksemi, inflamasyon ve yüksek yağlı diyet tüketimi gibi çeşitli mekanizmalar ile açıklanmaktadır.

Obezlerin Bağırsak Mikrobiyota Bileşimi

Obez hastaların bağırsak mikrobiyota bakteriyel bileşenleri sağlıklı bireylere göre daha az çeşitli ve zengindir (27). Obez fare modellerinde iki ana bakterinin genel oranlarında bir değişiklik olduğu gösterilmiştir. Normal insanlar ve fareler %60-80 Firmucutes ve %20 Bacteroidetes'e sahip iken obez fare modellerinde ise Bacteroidetes'in %50 oranında azaldığı ve Firmucutes'in arttığı gözlenmiştir (28). Çeşitli çalışmalarda obez bireylerin normal vücut ağırlığındaki bireylere göre Firmucutes/Bacteroidetes oranının arttığı ve Bacteroidetes'in azaldığı gösterilmiştir (29, 30, 31). Bu çalışmaların aksine Kocelak ve ark., Bacteroidetes ve Firmucutes oranlarını obez ve normal vücut ağırlığına sahip bireyler arasında farklı bulmamıştır (32).

Kısa Zincirli Yağ Asitleri

Obez ve normal bireylerin mikrobiyotalarını farklılaştıran önemli bir fonksiyonel gösterge, bağırsak mikrobiyotalarının üyeleri tarafından gerçekleştirilen fermantasyon yeteneğidir (33). Sindirilemeyen karbonhidratlar üst gastrointestinal sistemden etkilenmeden geçer. Distal ve proksimal kolonda, Bacteroidetes, Firmicutes ve Actinobacteria tarafından fermente edilir. Fermantasyon sonucunda, çoğunluğunu KZYA'ı oluşturan birçok metabolit açığa çıkarmaktadır (33, 34). Kolondaki KZYA'lerin % 90-95'ini asetat, propiyonat ve bütirat oluşturmaktadır. KZYA'lerinin intraluminal bireysel konsantrasyonları ise; %60 asetat, %25 propiyonat ve %15 bütirattır (35). Bacteroidetes filumu esas olarak asetat ve propionat üretirken, Firmicutes filumunun birincil metabolik son ürünü bütirattır (36).

Obez ve normal vücut ağırlığına sahip bireylerin fekal KZYA konsantrasyonlarını araştıran çalışmada, obez grubun toplam KZYA miktarını %20 daha yüksek bulmuştur. Propiyonat %41, bütirat %28 ve asetat %18 artış göstermiştir (37). Fernandes ve ark. çalışmalarında benzer sonuçlar elde etmiştir ve adipozitenin sağlıklı insanlarda bağırsak mikrobiyota ve fekal KZYA konsantrasyonları ile bağlantılı olabileceğini göstermişlerdir (38). Asetat obezojenik olarak, ancak bütirat ve propiyonat antiobezojenik olarak tanımlanmaktadır (39). Butirat mitokondriyal aktivitede artış, metabolik endotokseminin önlenmesi ve bağırsak glukoneogenezinin aktivasyonunu içeren metabolik etkilere sahip olduğu gösterilmiştir. Bütiratın besin alımını azalttığı, vücut ağırlığını düzelttiği, leptini uyardığı ve hormonal aktiviteleri düzenlediği bulunmuştur (39, 40). Butirat, farelere ağızdan verildiğinde, insülin duyarlılığını artırdığı ve obezitenin azalmasına yol açabilecek mitokondriyal fonksiyonu geliştirerek enerji tüketimini artırdığı bulunmuştur (41). Butiratın bu etkileri, bağırsakta butirat üreten bakterilerin azalmış popülasyonunun insanlarda metabolik risk ile ilişkili olduğu gözlemini desteklemektedir. Butirat gibi, propiyonat da obezitede olumlu etkilere sahiptir (39). Asetat ise karaciğer ve diğer dokularda lipogenez ve kolesterol sentezi için bir substrat olduğundan, butirat ve propionattan daha fazla obezojeniktir (42).

Enerji hasadı

KZYA obezite ile ilişkili patolojilere katkısı kesin mekanizmalarla bilinmemesine rağmen, enerji hasadında daha fazla kapasite ile çalıştıkları düşünülmektedir (43). KZYA'leri asetat, propionat ve bütirat kolonik mukoza tarafından emilerek lipid ve glukozun de novo sentezinde kullanılır (44). Bunun sonucunda sağlıklı bireylerde, diyetten elde edilen toplam enerjinin yaklaşık % 10'unu sağlamaktadır ve bu enerji konakçı tarafından yağ olarak depolanır (33, 45). Obezlerde, Firmicuteslerde %20 artış buna karşılık Bacteroidetes' de azalma yaklaşık 150 kalorilik enerji hasadını arttırmaktadır (46). Obez ve normal vücut ağırlığı olan gençler üzerinde bağırsak mikrobiyotasının karbonhidratları fermente etme oranları karşılaştırıldığı çalışmada, BKİ, visseral adipoz ve subkuton adipoz doku; plazma asetat, propiyonat ve bütirat ile ilişkilendirilmiştir. Bununla birlikte, obez gençlerin bağırsak florasının karbonhidratı daha fazla fermente ettiği gösterilmiştir (47).

Bağırsak kaynaklı peptid hormonlarının sekresyonunun modülasyonu

KZYA bağırsak epitel hücreleri üzerindeki G-protein bağlı reseptörlerine (GPR 41/43) bağlanır ve peptid YY (PYY) ve glukagon benzeri peptid-1'i (GLP-1) üretir (22). Bu enteroendokrin peptidler mide boşalmasını geciktirirler ve doyumunu arttırarak iştahı bastırmaktadır (48). Farelerde yapılan çalışmada, azaltılmış GLP-1 seviyelerinin daha büyük vücut yağ kütlelerine katkıda bulunabileceği gösterilmiştir (49). Batterham ve ark. çalışmasında, obez bireylerin daha az PYY3-36 ürettiğini ve hormona karşı herhangi bir direnç göstermediğini bulmuşlardır. Bununla birlikte, obez bireylere PYY3-36 infüzyonundan 90 dakika sonra ötenrofik hastalara benzer şekilde besin alımında % 30'luk bir azalma bulmuşlardır (50).

Adipoz doku kompozisyonunun düzenlenmesi

Lipoprotein lipaz (LPL), trigliseritlerin hidrolize edilmesinde ve yağ asitlerinin adipositlere taşınmasında önemli rol oynar. Adipositlere girdikten sonra, bu yağ asitleri trigliseritlere yeniden

esterlenir ve yağ olarak depolanır. Adipoz doku, bağırsak ve karaciğer tarafından salgılanan anjiyopietin benzeri 4 (Fiaf), LPL aktivitesini inhibe eder, böylece trigliseritlerin yağ olarak depolanmasını önler (51). Bäckhead ve ark., mikroorganizmasız farelerin vücut yağındaki artış ile yağ dokusundaki LPL aktivitesinde % 122'lik bir artış ve Fiaf ifadesinde eşzamanlı azalma göstermişlerdir (52). Mikrobiyota'nın bazı bileşenleri, bağırsak epitelyumunda Fiaf'ı baskılayabilir ve potansiyel olarak trigliserit metabolizmasını bozarak ve yağ depolamasını teşvik ederek konakçının ağırlık kazanımını teşvik edebilir (53).

Adenosin monofosfatla aktive olan protein kinaz (AMPK), enerji homeostazında aktif rol oynayan bir enzimdir (54). Karaciğer ve iskelet kaslarındaki yağlanma, AMPK seviyeleri yoluyla bağırsak mikroorganizmaları tarafından düzenlenir. Fosforile AMPK düzeylerinin artmış aktivitesi, mikroorganizmasız farelerin diyetle bağlı obeziteye dirençli olmalarının nedeni olduğu söylenmektedir. (22). Bağırsak mikrobiyotası AMPK'ı bastırır ve bunun sonucunda yağ asidi oksidasyonu adipozitenin artışına neden olmaktadır (55).

Metabolik endotoksemi ve inflamasyon

Endotoksinler, bağırsaktaki toplam bakterinin yaklaşık % 70'ini oluşturan gram-negatif bakterilerin dış zarının başlıca glikolipit bileşeni olan büyük, ısıya dayanıklı lipopolisakkaritlerdir (LPS) (56). 10 ila 50 kat daha düşük seviyelerdeki septik koşullarda, kronik olarak yüksek plazma LPS'in metabolizma üzerindeki etkisi "metabolik endotoksemi" olarak adlandırılmış ve tanımlanmıştır (57). Obez bireylerin dolaşımındaki LPS seviyeleri, hem açlık durumunda hem de postprandiyal fazda daha yüksek olduğu gösterilmiştir (58) ve dolaşımdaki LPS düzeylerinin abdominal obezite ve glisemik kontrol ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (59). Plazma LPS'nin metabolik konsantrasyonları yağlı besin içeriği tarafından modüle edildiği ve LPS'in yüksek konsantrasyonunun yüksek yağlı diyet kaynaklı metabolik hastalık olan obezitenin tetiklenmesinde yeterli bir mekanizma olduğunu gösterilmiştir (57).

Obezite, kronik düşük dereceli enflamasyon olarak tanımlanmaktadır (60). LPS kaynaklı endotoksin, sistemik ve lokal enflamasyonu başlatabilir ve aynı zamanda Toll-benzeri reseptör 4 (TLR4) ile bağlanma ve ardından reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimine neden olabilir (61). Kesitsel kanıtlar, insan obezitesindeki artmış proinflamatuvar ortam için LPS-TLR4 yolunun sorumlu olduğunu göstermektedir (62).

Yüksek Yağlı Diyet

Diyet bağırsak mikrobiyota bileşimini belirleyen en önemli faktörlerden birisidir (63). Obezite başlangıcından önce yüksek yağlı diyet tüketimi, düşük dereceli enflamasyon, bozulmuş mukus üretimi ve sekresyon, sıkı bağlantı proteinlerin ekspresyonunda azalma gibi erken fizyopatolojik değişiklikler ile disbiyozise neden olmaktadır. Bu enflamatuvar durum daha sonra mukus tabakası bariyerinin bozulmasına dolayısıyla ince bağırsağın epitelyum geçirgenliğini artırır böylece bağırsak lümeninden bakteriyel bileşenlerin (örn. LPS, peptidoglikan ve flagellin) ve metabolitlerin geçişini kolaylaştırır. Bu sistemik inflamasyonda, adipozite, obezite, insülin direnci ve hipergliseminin gelişimini destekleyebilmektedir (64). Dalby ve ark., yüksek yağlı diyet ile beslenen farelerin (60% yağ, 20% protein ve 20% karbonhidrat) ile normal diyet (9%, 22% protein ve 69% karbonhidrat) ve düşük yağlı diyet (10% yağ, 20% protein ve 70% karbonhidrat) ile beslenen farelere kıyasla yüksek yağlı diyetin vücut ağırlığını, vücut yağını ve glikoz intoleransını arttırdığını göstermişlerdir. Bununla birlikte düşük yağlı ve yüksek yağlı diyetin bağırsak kompozisyonunu ve enerji hasadını azalttığını göstermişlerdir (65).

SONUÇ

Obez bireylerin bağırsak mikrobiyota bakteriyel bileşenleri sağlıklı bireylere göre daha az çeşitli ve zengindir. Mikrobiyota bileşiminin neden olduğu olumsuz değişiklikler disbiyozis olarak adlandırılmaktadır ve obezitenin gelişimi ile ilişkilendirilmektedir. Disbiyozis sonucunda, obez bireylerde KZYA konsantrasyonlarının arttığı ve bu durumda diyetten daha fazla enerji elde edildiği gösterilmektedir. Ayrıca disbiyozis, tokluk ve besin alımı ile ilişkili olan bağırsak kaynaklı

peptid hormonlarının üretimini değiştirmektedir. Obezlerde yağ metabolizmasında görevli Fiaf ve AMPK'nın baskılanması sonucunda yağ depolaması teşvik ederek konakçının ağırlık kazanımına neden olabilir. Yüksek yağlı diyet tüketimi düşük dereceli enflamasyon, bozulmuş mukus üretimi ve sekresyon, sıkı bağlantı proteinlerin ekspresyonunda azalma gibi erken fizyopatolojik değişiklikler ile disbiyozise neden olmaktadır. Bununla birlikte yüksek yağlı diyet, LPS konsantrasyonlarını arttırmakta ve bu durum obezitenin tetiklenmesinde yeterli bir mekanizma olarak kabul edilmektedir. Obez bireylerin bağırsak mikrobiyomunda meydana gelen bu değişimleri ve değişimlerin fizyolojik sonuçlarını anlamak obezite tedavisi için önemli bir adımdır.

KAYNAKLAR

- 1) McMillan DC, Sattar N, Lean M, McArdle CS. Obesity and cancer. *BMJ*, 2006, 333: 1109–1111.
- 2) Obesity and overweight. <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>, Erişim tarihi: 23.11.2018.
- 3) Reilly JJ, Armstrong J, Dorosty AR, Emmett PM, Ness A, Rogers I, Steer C, Sherriff A. Early life risk factors for obesity in childhood: Cohort study. *BMJ*, 2005, 330: 13 57.
- 4) Kotzampassi K, Giamarellos-Bourboulis EJ, Stavrou G. Obesity as a consequence of gut bacteria and diet interactions. *ISRN Obes*, 2014, 2014: 651895.
- 5) Arora T and Backhed F. The gut microbiota and metabolic disease: Current understanding and future perspectives. *J Intern Med*, 2016, 280:339–349.
- 6) Carding S, Verbeke K, Vipond DT, Corfe BM and Owen LJ. Dysbiosis of the gut microbiota in disease, *Microb Ecol Health Dis*, 2015, 26: 10.3402/mehd.v26.26191.
- 7) Barczynska R, Bandurska K, Slizewska K, Litwin M, Szalecki M, Libudzisz Z, Kapusniak J. Intestinal microbiota obesity and prebiotics, *Polish Journal of Microbiology*, 2015, 64(2): 93–100.
- 8) Musso G, Gambino R and Cassader M. Obesity, diabetes, and gut microbiota: The hygiene hypothesis expanded? *Diabetes Care*, 2010, 33: 2277–2284.
- 9) John GK, Wang L, Nanavati J, Twose C, Singh R, Mullin G. Dietary alteration of the gut microbiome and its impact on weight and fat mass: a systematic review and meta-analysis, *Genes*, 2018, 9: 167-185
- 10) Segula D. Complications of obesity in adults, *Malawi Med J*, 2014, 26(1):20-24.
- 11) Erem C. Prevalence of Overweight and Obesity in Turkey, *IJC Metabolic & Endocrine*, 2015, 8: 38–41.
- 12) Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması, 2010.
- 13) Obezite Tanı ve Tedavi Klavuzu, 2018.
- 14) World Health Organization. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. 2009. www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GlobalHealthRisks_report_full.pdf.
- 15) US Department of Health and Human Services. Healthy people 2020.
- 16) Lloyd-Price J, Abu-Ali G and Huttenhower C. The healthy human microbiome. *Genome Med*, 2016, 8: 51.
- 17) Bäckhed F, Ley RE, Sonnenburg JL, Peterson DA, Gordon Kaynaklar JI. Host-bacterial mutualism in the human intestine. *Science*. 2005;307(5717):1915-20.
- 18) Frank DN, St Amand AL, Feldman RA, et al. Molecular-phylogenetic characterization of microbial community imbalances in human inflammatory bowel diseases. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2007, 104: 13780-13785.
- 19) Hugon P, Dufour JC, Colson P, Fournier PE, Sallah K and Raoult D. A comprehensive repertoire of prokaryotic species identified in human beings, *Lancet Infect Dis*, 2015, 15(10):1211-1219.
- 20) Huttenhower C, Gevers D and Knight R. Structure, function and diversity of the healthy human microbiome, *Nature*, 2012, 486: 207–214.

- 21) Jandhyala SM, Talukdar R, Subramanyam C, Vuyyuru H, Sasikala M, and Reddy DN. Role of the normal gut microbiota, *World J Gastroenterol*, 2015, 21(29): 8787–8803.
- 22) Okeke F, Roland MC and Mullin G. The role of the gut microbiome in the pathogenesis and treatment of obesity, *Global Adv Health Med*, 2014, 3(3):44-57.
- 23) DeGruttola AK, Low D, Mizoguchi A and Mizoguchi E. Current understanding of dysbiosis in disease in human and animal models, *Inflamm Bowel Dis*, 2016, 22(5): 1137–1150.
- 24) Wang B, Yao M, Lv L, Ling Z and Li L. The Human Microbiota in Health and Disease, *Engineering*, 2017, 3(1): 71-82.
- 25) Baothman OA, Zamzami MA, Taher I, Abubaker J and Abu-Farha M. The role of Gut Microbiota in the development of obesity and Diabetes, *Lipids Health Dis*, 2016, 15: 108.
- 26) Angelakis E, Armougom F, Million M, Raoult D. The relationship between gut microbiota and weight gain in humans, *Future Microbiol*, 2012, 7: 91-109.
- 27) Chatelier E, Nielsen T, Qin J, Prifti E, Hildebrand F, Falony G et al. Richness of human gut microbiome correlates with metabolic markers, *Nature*, 2013, 500: 541-546.
- 28) Ley RE, Backhed F, Turnbaugh P, Lozupone CA, Knight RD, Gordon JI. Obesity alters gut microbial ecology. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2005,102(31):11070–11075.
- 29) Riva A, Borgo F, Lassandro C, Verduci E, Morace G, Borghi E, Berry D. Pediatric obesity is associated with an altered gut microbiota and discordant shifts in Firmicutes populations, *Environ MicroBiol*, 2017, 19: 95–105.
- 30) Bervoets L, Hoorenbeeck KV, Kortleven I, Noten CV, Hens N, Vael C, Goossens H, Desager KN, Vankerckhoven V. Differences in gut microbiota composition between obese and lean children: a cross-sectional study, *Gut Pathogens*, 2013, 5: 10.
- 31) Kasai C, Sugimoto K, Moritani I, Tanaka J, Oya Y, Inoue H, Tameda M, Shiraki K, Ito M, Takei Y et al. Comparison of the gut microbiota composition between obese and non-obese individuals in a Japanese population, as analyzed by terminal restriction fragment length polymorphism and next-generation sequencing, *BMC Gastroenterol*, 2015, 15: 100.
- 32) Kocelak P, Zak-Golab A, Zahorska-Markiewicz B, Aptekorz M, Zientara M, Martirosian G, Chudek J, Olszanecka-Glinianowicz M. Resting energy expenditure and gut microbiota in obese and normal weight subjects, *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2013, 17: 2816– 21.
- 33) den Besten G, van Eunen K, Groen AK, Venema K, Reijngoud DJ, Bakker BM. The role of short-chain fatty acids in the interplay between diet, gut microbiota, and host energy metabolism, *J Lipid Res*, 2013, 54(9): 2325–40.
- 34) Roy CC, Kien CL , Bouthillier L and Levy E . Short chain fatty acids: ready for prime time? *Nutr Clin Pract*, 2006, 21: 351 – 366.
- 35) Puddu A, Sanguineti R, Montecucco F, Viviani GL. Evidence for the gut microbiota short-chain fatty acids as key pathophysiological molecules improving diabetes. *Mediators Inflamm*, 2014, 2014:162021.
- 36) Macfarlane S and Macfarlane GT. Regulation of shortchain fatty acid production, *Proc Nutr Soc*, 2003, 62: 67 – 72.
- 37) Schwierz A, Taras D, Schäfer K, Beijer S, Bos NA, Donus C and Hardt PD. Microbiota and SCFA in Lean and Overweight Healthy Subjects, *Obesity*, 2009, 18, 190–195.
- 38) Fernandes J, Su W, Rahat-Rozenbloom S, Wolever TMS and Comelli EM. Adiposity, gut microbiota and faecal short chain fatty acids are linked in adult humans, *Nutrition & Diabetes*, 2014, 4, e121; doi:10.1038/nutd.2014.23.
- 39) Chakraborti CK. New-found link between microbiota and obesity, *World J Gastrointest Pathophysiol*, 2015, 6(4): 110-119.
- 40) Brahe LK, Astrup A, Larsen LH. Is butyrate the link between diet, intestinal microbiota and obesity-related metabolic diseases? *Obes Rev*, 2013; 14: 950-959.
- 41) Hartstra AV, Bouter KE, Bäckhed F, Nieuwdorp M. Insights into the role of the microbiome in obesity and type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 2015, 38: 159-165.

- 42) Shoaie S, Karlsson F, Mardinoglu A, Nookaew I, Bordel S, Nielsen J. Understanding the interactions between bacteria in the human gut through metabolic modeling, *Sci Rep*, 2013, 3: 2532.
- 43) Turnbaugh PJ, Ley RE, Mahowald MA, Magrini V, Mardis ER, Gordon JI. An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest, *Nature*, 2006, 444: 1027–1031.
- 44) Lin HV, Frassetto A, Kowalik EJ Jr, et al. Butyrate and propionate protect against diet-induced obesity and regulate gut hormones via free fatty acid receptor 3-independent mechanisms, *PLoS ONE*, 2012,7:e35240.
- 45) Tilg H, Adolph TE. Influence of the human intestinal microbiome on obesity and metabolic dysfunction, *Curr Opin Pediatr*, 2015,27(4):496–501.
- 46) Jumpertz R, Le DC, Turnbaugh PJ, Trinidad C, Bogardus C, Gordon JI, and Krakoff J. Energy-balance studies reveal associations between gut microbes, caloric load, and nutrient absorption in humans, *Am J Clin Nutr*, 2011, 94: 58–65.
- 47) Goffredo M, Mass K, Parks EJ, Wagner DA, McClure EA, Graf J, Savoye M, Pierpont B, Cline G, and Santoro N. Role of Gut Microbiota and Short Chain Fatty Acids in Modulating Energy Harvest and Fat Partitioning in Youth, *J Clin Endocrinol Metab*, 2016, 101(11): 4367–4376.
- 48) Flint A, Raben A, Astrup A and Holst JJ. Glucagon-like peptide 1 promotes satiety and suppresses energy intake in humans, *J Clin Investig*, 1998, 101: 515–520.
- 49) Schélea E, Grahnemob L, Anestena F, Hallén A, Bäckhed F and Jansson JO. Regulation of body fat mass by the gut microbiota: Possible mediation by the brain, *Peptides*, 2016, 77: 54–59.
- 50) Batterham RL, Cohen MA, Ellis SM, Le Roux CW, Withers DJ, Frost GS, Ghatei MA, Bloom SR. Inhibition of food intake in obese subjects by peptide YY3–36. *N Engl J Med*. 2003, 349: 941–8.
- 51) Shen J, Obin MS, Zhao L. The gut microbiota, obesity and insulin resistance, *Mol Aspects Med*, 2013, 34(1): 39–5810.
- 52) Bäckhed F, Ding H, Wang T, Hooper LV, Koh GY, Nagy A, et al. The gut microbiota as an environmental factor that regulates fat storage, *Proc Natl Acad Sci US A*, 2004, 101(44):15718–2310.
- 53) Gribble FM and Reimann F. Enteroendocrine cells: chemosensors in the intestinal epithelium, *Annu Rev Physiol*, 2016, 78: 277–299.
- 54) Winder WW, Hardie DG. AMP-activated protein kinase, a metabolic master switch: possible roles in type 2 diabetes, *Am J Physiol*, 1999, 277(1 Pt 1): E1–10.
- 55) Bäckhed F, Manchester JK, Semenkovich CF, Gordon JI. Mechanisms underlying the resistance to diet-induced obesity in germ-free mice. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2007;104:979–84.
- 56) Raetz CR, Whitfield C. Lipopolysaccharide endotoxins, *Annual Review of Biochemistry*, 2002, 71: 635–700.
- 57) Cani PD, Amar J, Iglesias MA, Poggi M, Knauf C, Bastelica D, Neyrinck AM, Fava F, Tuohy KM, Chabo C. Metabolic endotoxemia initiates obesity and insulin resistance, *Diabetes*, 2007, 56: 1761–1772.
- 58) Vors C, Pineau G, Drai J, Meugnier E, Pesenti S, Laville M, Laugerette F, Malpuech-Brugere C, Vidal H, Michalski MC. Postprandial endotoxemia linked with chylomicrons and lipopolysaccharides handling in obese versus lean men: a lipid dose-effect trial, *J Clin Endocrinol Metab*, 2015, 100: 3427–35.
- 59) Trøseid M, Nestvold TK, Rudi K, Thoresen H, Nielsen EW, Lappégard KT. Plasma lipopolysaccharide is closely associated with glycemic control and abdominal obesity: evidence from bariatric surgery, *Diabetes Care*, 2013, 36: 3627–32.
- 60) Gregor MF, Hotamisligil GS. Inflammatory mechanisms in obesity, *Annual Review of Immunology*, 2011, 29: 415–445.

- 61) Asehnoune K, Strassheim D, Mitra S, Kim JY, Abraham E. Involvement of reactive oxygen species in toll-like receptor 4-dependent activation of nf-kappa b. *Journal of Immunology*, 2004, 172: 2522–2529.
- 62) Boutagy NE, McMillan RP, Frisard M and Hulver MW. Metabolic endotoxemia with obesity: is it real and is it relevant? *Biochimie*, 2016, 124: 11–20.
- 63) David LA, Maurice CF, Carmody RN, Gootenberg DB, Button JE, Wolfe BE, Ling AV, Devlin AS, Varma Y, Fischbach MA et al. Diet rapidly and reproducibly alters the human gut microbiome, *Nature*, 2014, 505(7484): 559–63.
- 64) Araújo JR, Tomasb J, Brennerc C and Sansonetti P. Impact of high-fat diet on the intestinal microbiota and small intestinal physiology before and after the onset of obesity, *Biochimie*, 2017, 141: 97-106.
- 65) Dalby MJ, Ross AW, Walker AW and Morgan PJ. Dietary Uncoupling of Gut Microbiota and Energy Harvesting from Obesity and Glucose Tolerance in Mice, *Cell Reports*, 2017, 21: 1521–1533.

KADMIYUM İLE OLUŞTURULAN DENEYSEL BEYİN DOKUSU HASARINA KARŞI BAL VE POLENİN LİPİD PEROKSİDAYON VE BAZI ANTİOKSİDANLAR ÜZERİNE ETKİSİ

THE EFFECT OF HONEY AND POLLEN ON LİPİD PEROXİDATION AND SOME ANTİOXİDANTS AGAINST EXPERİMENTAL BRAİN TİSSUE DAMAGE WİTH CADMIUM

Dr. Öğr. Üyesi Osman GÜLER¹

ÖZET

Bu çalışmada kadmiyum (Cd) verilen ratlarda beyin dokusunda; glutatyon peroksidaz (GSH-Px), katalaz (KAT), glutatyon (GSH) ve malondialdehit (MDA) düzeylerine bal ve polen verilmesi ile oluşacak değişikliklerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma ratlar üzerinde her grupta 7 hayvan olacak şekilde 5 grup oluşturularak yapıldı. 1. Grup Kontrol, 2. Grup Cd, 3. Grup Cd+bal, 4. Grup Cd+polen, 5. Grup Cd+bal+polen şeklinde düzenlenmiştir. Uygulama 6 hafta sürmüştür. Uygulama sonrası doku GSH-Px, KAT, GSH ve MDA düzeyleri ölçülmüştür. Kadmiyum grubunda kontrol grubuna kıyasla KAT aktivitesindeki azalma ve MDA seviyesindeki artışın istatistiksel olarak önemli olduğu saptandı. Kadmiyum grubu ile Cd+bal grupları arası KAT aktivitesi farkının önemli olduğu gözlenirken, Cd+polen ve Cd+bal+polen gruplarındaki aktivitenin ise önemsiz olduğu bulundu. MDA düzeyindeki değişiklik Cd grubu ile Cd+Bal, Cd+Polen ve Cd+Bal+polen gruplarında istatistiksel yönden anlamlı olduğu tespit edildi. GSH-Px ve GSH düzeylerindeki farkın ise tüm gruplarda önemsiz olduğu gözlemlendi.

Anahtar kelimeler: Antioksidan, Kadmiyum, Bal, Lipit Peroksidasyon, Polen, Rat

ABSTRACT

The aim of this study in brain tissue was to determine the effects of orally administered honey and pollen on glutathione peroxidase (GSH-Px), catalase (CAT), glutathione (GSH) and malondialdehyde (MDA) Cd expose rats. The study was performed by forming 5 groups on 7 rats in each group. Group 1: Control, Group 2: Cd administered, Group 3: Cd+honey, Group 4: Cd+pollen, Group 5: Cd+honey+pollen. The application lasted for six weeks. At the end of the study, tissue samples were being collected and the levels of GSH-Px, CAT, GSH, and MDA were measured. In cadmium group, decrease in KAT activity and increase in MDA level were found to be statistically significant compared to the control group. It was observed that the difference between cadmium group and Cd + honey groups in KAT activity was significant, and activity in Cd + pollen and Cd + honey + pollen groups was found to be insignificant. Changes MDA level in Cd group, Cd + Honey, Cd + Pollen and Cd + Honey + pollen groups were found to be statistically significant. The difference in GSH-Px and GSH levels was not significant in all groups.

Keywords: Antioxidant, Cadmium, Honey, Lipid Peroxidation, Pollen, Rat

1. GİRİŞ

Çağımızda nüfusun artmasına bağlı olarak tüketimin artması bunun neticesinde üretimin ve endüstrileşmenin artması sonucunda insan ve diğer canlılar git gide daha yüksek düzeyde toksik metallere karşı karşıya kalmaktadır. Bu toksik metallere en çok karşılaşılanlardan biri de Kadmiyum (Cd)'dir (1). Kadmiyum maden ocakları, rafineriler, sanayi atıkları, tarımda kullanılan fosfatlı gübreler ve herbisitlerle çevreye yayıldığı bildirilmektedir (2). Cd canlılar için esansiyel bir element değildir. (1) Kontrolsüz sanayi atıkları ve gübre kullanımı su kaynaklarını Cd yönünden kirlettiği ve bu suların içme suyu olarak kullanımı ayrıca su ürünlerinin tüketilmesi ile maruz kalma durumları insan ve hayvanlar için tehdit oluşturmaktadır. (3,4). Cd'un organizmada oluşturduğu sitotoksik etkiye bağlı olarak serbest radikaller oluşmakta ve antioksidan sistemde bozukluk meydana gelmektedir(5). Organizmanın temel yapı taşı olan hücrelerdeki lipit, protein, karbonhidrat

¹ Munzur Üniversitesi, omguler@hotmail.com

bileşikleri ve DNA oksijen ve azot serbest radikaller tarafından etkilenmek sureti ile yapılarında ve fonksiyonlarında bozulmalar meydana gelmektedir. Dokularda oluşan bu bozulma oksidatif hasar olarak adlandırılmaktadır (6). Dokulardaki oksidatif hasarın oluşmasını önlemek için enzimatik ve nonenzimatik antioksidan mekanizmalar bulunmaktadır. Antioksidan enzim sistemleri, süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GSH-Px) enzimleridir (7). Glutatyon (GSH), enzimatik olmayan antioksidanlardan en önemlilerinden biridir. GSH, hidrojen peroksit (H₂O₂) ve süperoksit radikali (O₂) ile doğrudan etkileşime girerek hücreyi serbest radikallere karşı korumaktadır (6). Arıların çiçeklerden topladıkları nektardan ürettikleri doğal bir ürün olan bal karbonhidrat, glukoz ve fruktoz gibi şeker ihtiva eden önemli bir besin maddesidir (8). Ayrıca bal, katalaz, glutatyon reduktaz enzimleri, çinko ve demir gibi bazı mineraller ile A ve E vitamini ile bir takım fenoloik bileşikleri ve birkaç organik asit ihtiva etmektedir (9,10). Pekçok bilimsel araştırmada balın antimikrobiyal (11,12), antienflamatuar (13) ve antioksidan (14) özellikleri olduğu bildirilmektedir. Polen, arılar tarafından çiçeklerden toplanan aminoasit, protein, karbonhidrat, yağ, mineraller ve fenolik bileşenler içeren doğal bir üründür (15). Yapılan bilimsel çalışmalarda arıların topladığı polenin insan ve hayvanlarda oraganizmayı oksidatif hasara karşı koruduğu bildirilmektedir (16,17).

Çalışmamızda ratlarda Cd'un beyinde oluşturduğu oksidatif hasar üzerine bal ve polenin beyinde lipid peroksidasyon ve bazı antioksidan düzeylerinde meydana getirdiği değişikliklerin araştırılması amaçlandı.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Hayvan Materyali

Çalışmada canlı ağırlığı 200–230 gr arasında değişen yaklaşık 15 haftalık 35 adet Wistar Albino erkek rat kullanılmıştır. Ratlar 15 günlük adaptasyon periyodundan sonra gruplarda 7'şer adet olacak şekilde 5 adet grup şekillendirildi. 1. Grup: Kontrol grubu olup pelet yem+içme suyu verildi. 2. Grup: Pelet yem+100 ppm CdCl₂ içme suyunda verildi. 3. Grup: Pelet yem+100 ppm CdCl₂ ve 10 gr/l bal içme suyunda verildi. 4. Grup: % 10 polenli pelet yem+100 ppm CdCl₂ içme suyunda verildi. 5. Grup: % 10 polenli pelet yem+100 ppm CdCl₂ ve 10 gr/l bal içme suyunda verildi. Uygulamaya 6 hafta devam edildi ve ratlara yem, içme suyunda bal ve CdCl₂ ad-libitum olarak verildi.

2.2. Yem Materyali

Ratların beslenmesinde, Elazığ Yem Fabrikasından sağlanan rat yemi kullanıldı (Tablo 1). Polenli yem ise aynı fabrikadan temin edilen peletleme öncesi % 10 polen karışımı ile hazırlanan yem kullanıldı (Tablo 2). Araştırmada deneysel uygulamalar laboratuvar hayvanlarının bakımı ve kullanımı usulüne (12 saat aydınlık, 12 saat karanlık ve 24±3°C) uygun olarak sürdürüldü. Araştırma Elazığ Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü Etik Kurulu'ndan (Karar No:24.10.2008/5) alınan onaya göre Yerel Etik Kurulu şartlarına uyularak yapıldı.

Yem Maddeleri	(%)
Buğday	30
Mısır	15
Arpa	10
Kepek (Buğday)	5
Soya Küspesi	30
Balık Unu	6,5
Limestone (Mermer Tozu)	2
Tuz	1
Methionin	0,25
*Vitamin ve Mineral Karışımı	0.25

Tablo 1. Rat yemi bileşeni (Normal)

*Vitamin A, D3, K3, B1, B2, B6, B12 ve C, nicotinamide, folic acid, d-biotin, choline chloride, mangan, demir, çinko, bakır, iyot, kobalt ve selenyum

Yem Maddeleri	(%)
Buğday	27
Mısır	13,5
Arpa	9
Kepek (Buğday)	4,5
Soya Küspesi	27
Balık Unu	5,8
Polen	10
Limestone (Mermer Tozu)	1,8
Tuz	0,9
Methionin	0,225
*Vitamin ve Mineral Karışımı	0,225

Tablo 2. Rat yemi bileşeni (Polenli)

*Vitamin A, D3, K3, B1, B2, B6, B12 ve C, nicotinamide, folic acid, d-biotin, choline chloride, mangan, demir, çinko, bakır, iyot, kobalt ve selenyum

2.3. Doku Örneklerinin Hazırlanması

Araştırma sonunda ratlar 12 saatlik aç bırakılarak eter anestezisi ile bayıltılıp EDTA'lı tüplere kan örnekleri ve akabinde beyin doku örnekleri alındı ve analiz yapılmaya kadar (-30) °C'de derin dondurucuda muhafaza edildi. Analiz öncesinde örnekler çözdürüldü ve iki süzgeç kağıdı arasına konarak suyu uzaklaştırıldıktan sonra tartıldı ve %1.15'lik KCl içinde 1:10 oranında (ağırlık/hacim) sulandırıldı. Kırılmış buz içerisinde Potter-Elvehjem cam-cam homojenizatörle homojenize edildi. Homojenatlar soğutmalı santrifüjde +4 °C'de 3.500 rpm'de 15 dakika santrifüj edilerek elde edilen süpernatantta GSH-Px, GSH, KAT, MDA ve protein analizleri yapıldı.

2.4. Doku GSH-Px, GSH, Katalaz, Lipit Peroksidasyon ve Protein Analizi

Doku GSH-Px aktivitesi düzeyi Lawrence ve Burk (18)'un belirttiği şekilde ölçüldü. GSH düzeyi Sedlak ve Lindsay (19) metoduna göre belirlendi. Doku KAT enzimi tayini Aebi (20)'nin ifade ettiği şekilde ölçüldü. Lipit peroksidasyonun son ürünü olan MDA Matkovics ve ark. (21)'i tarafından modifiye edilen Placer ve ark. (22)'nin metoduna göre spektrofotometre ile tespit edildi. Doku protein düzeyi Lovry ve ark. (23)'ün belirttiği şekilde belirlendi.

2.5. İstatistiksel İnceleme

Çalışmanın İstatistiksel incelemesi SPSS 15.0 paket programı ile yapıldı. Gruplar arası farklılığın önemi tek yönlü ANOVA ile grup içindeki farklılıkların derecesi Duncan testi ile analiz edildi. Veriler; ortalama ± standart hata olarak gösterildi (24).

3. BULGULAR

Yaptığımız bu çalışmada beyin dokusu GSH-Px, GSH, KAT ve MDA düzeyleri Tablo3'de belirtilmiştir.

GRUPLAR	GSH-Px (IU/g protein)	GSH (nmol/g doku)	KAT (k/g protein)	MDA (nmol/g doku)
Kontrol	77,804±1,997	2,509±0,164	1,014±0,078 ^a	1,477±0,122 ^a
Cd	68,200±3,029	2,128±0,161	0,699±0,054 ^b	1,985±0,214 ^b
Cd+Bal	74,632±5,169	2,463±0,125	0,748±0,072 ^{ab}	1,513±0,127 ^{ab}
Cd+Polen	70,112±4,796	2,249±0,155	0,727±0,058 ^b	1,642±0,088 ^{ab}
Cd+Bal+Polen	71,610±3,540	2,451±0,074	0,743±0,044 ^b	1,619±0,059 ^{ab}

Tablo 3. Doku GSH-Px, GSH, KAT ve MDA düzeyleri (n:7)

Ortalama±SH; Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler birbirinden farklıdır. (P<0,05).

Tablo incelendiğinde kadmiyum grubunda kontrol grubuna kıyasla KAT aktivitesindeki azalma ve MDA seviyesindeki artışın istatistiksel olarak önemli olduğu gözlenmiştir. Kadmiyum grubu ile Cd+bal grupları arası KAT aktivitesi farkının istatistiksek olarak önemli olduğu gözlenirken, Cd+polen ve Cd+bal+polen gruplarındaki KAT aktivitesindeki farkın ise önemsiz olduğu bulunmuştur. MDA düzeyindeki değişiklik Cd grubu ile Cd+Bal, Cd+Polen ve Cd+Bal+polen gruplarında istatistiksek yönden anlamlı olduğu tespit edilirken, GSH-Px ve GSH düzeylerindeki farkın ise tüm gruplarda önemsiz olduğu saptanmıştır.

4. SONUÇ

Yapılan bu çalışmada beyin GSH-Px, GSH, CAT ve MDA konsantrasyonları Tablo 3'te gösterildi. Endüstriyel ve çevresel kirlenici metallere en önemlilerinden biri olan Cd esansiyel olmayan ağır metallerden biridir (1). İnsan ve hayvan organizmasında toksik etki gösterdiği bildirilmiştir. International Agency for Research on Cancer (IARC) tarafından 1. Sınıf kanserojen madde olarak tanımlanmıştır. (1) Organizmada Cd tarafından meydana getirilen hücreler toksisitenin oksidatif stres ile ilişkili olduğu; başlıca CO₂-, H₂O₂, .OH ve NO. üretimine yol açtığı ve lipid peroksidasyonun son ürünü olan MDA artırdığı, antioksidan enzimlere zarar verdiği, tiol proteinlerde değişikliklere neden olduğu, enerji metabolizmasını inhibe ettiği, DNA yapısında ve membran fonksiyonunda bozukluklara neden olduğu bildirilmektedir (1, 25,26) Lekesizcan ve ark. (27), ratlarda Cd ile oluşturulan oksidatif hasarda Cd verilen grupta kontrol grubuna kıyasla doku MDA düzeyinde meydana gelen artışı istatistiksel olarak önemli bulmuşlar. Kadmiyumun merkezi sinir sisteminde antioksidanların tüketilmesinden dolayı oksidatif strese ve histolojik olarak gözlemlenebilen membran bozukluklarına sebep olduğunu bildirmişlerdir. (28) Cd sinir hücrelerinde nekrotik değişiklikler meydana getirerek sinir sisteminin Cd toksisitesinin etkili olduğu yerlerden biri olduğunu bildirmişlerdir (29, 30) Erdem (31) ratlara 7 ve 21 günlük periyotlarla 7 mg/kg deri altı yolla kadmiyum verdiği çalışmada beyin ve beyincikte nöronal dejenerasyon, nekroz ve kanama odaklarını gözlemlediklerini bildirmiştir. Köse (32) kadmiyumla yaptıkları çalışmada beyinde önemli oranda hücre ölümü bildirmişlerdir. Tekada ve ark. (33) deneysel çalışmalarında Cd maruziyeti sonrası rat beyin ve beyincğinde yaygın histopatolojik hasar bildirmişlerdir. Nemmiche ve ark. (34) Cd maruz bıraktıkları sıçanların beyin dokusunda SOD ve KAT enzim aktivitelerinde önemli bir azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Amara ve ark. (35) subkronik olarak Cd'a maruz bıraktıkları ratların frontal korteks ve hipokampusunda KAT, SOD ve GSHPx anlamlı bir azalma ve MDA miktarında artış gözlemlemişlerdir. Stajn ve ark. (36), oral yolla iki ay süre ile 200 ppm düzeyinde CdCl₂ verilmesi ile oluşan oksidatif strese bağlı olarak GSH-Px, ve Vitamin E düzeylerindeki farkın önemli, GSH ve CAT düzeylerindeki farkın ise önemsiz olduğunu gözlemişler. Ognjanovic ve ark. (37), Cd'un ratlarda 15 mg/gün/kg dozda verilmesi ile karaciğer dokusunda GSH-Px ve CAT enzim aktivitelerindeki azalmanın önemli düzeyde olduğunu saptamışlar. Yaptığımız bu çalışmada Cd ile oluşturulan toksisite sorası kontrol grubu ile Cd grubu arasında beyin; KAT ve MDA düzeylerindeki farkın önemli olduğu GSH-Px ve GSH düzeylerindeki farkın ise önemsiz olduğu gözlemlendi. Bu değerler, araştırmacıların (34,35,37) bulguları ile benzerlik gösterirken, diğer araştırmacıların (36) bulguları ile benzer olmadığı saptandı. Burada Cd'un beyin dokusunda oluşturduğu oksidatif hasarla orantılı olarak antioksidan enzim düzeyleri azalmakta ve MDA düzeyinde artış meydana gelmektedir (43). Dudov ve Starodub (38), ratlarda polen verilmesi sonrası eritrosit GSH ve GSH-Px aktivitesinin kontrole göre önemli olduğu bunun yanında CAT düzeyinin yüksek ancak istatistiksel açıdan önemsiz olduğunu saptamışlar. Mohamed ve ark. (39) ratlarda sigaranın testislerde oluşturduğu oksidatif hasara karşı balın koruyucu etkisi üzerine yaptıkları çalışmada sigara dumanına maruz bırakılan grupta doku MDA düzeyinde artış GSH, GSH-Px, CAT ve SOD aktivitesinde azalma gözlemişler. Bal verilen grupta ise sigara dumanına maruz bırakılan gruba kıyasla MDA düzeyinde azalma ve GSH, GSH-Px, CAT ve SOD aktivitelerinde artışın olduğunu saptamışlar. Eraslan ve ark.(40), ratlarda oluşturdukları toksisiteye bağlı olarak oksidatif strese karşı polenin etkisini araştırmışlar, doku ve eritrosit örneklerinde CAT, GSH-Px ve lipid peroksidasyon değişimlerini değerlendirmişler.

Polenin, bu parametreler üzerinde olumlu düzeyde etki ettiğini saptamışlar. Korkmaz ve Kolankaya (41), yaptıkları araştırmada ratlarda toksikasyon sonrası oksidatif strese bağlı olarak 30 gün süreyle 0,275 gr/kg dozda anzer balının verilmesi sonrası GSH düzeyi artışını kontrole göre anlamlı bulmuşlar. Eraslan ve ark. (42), ratlarda carbaryl isimli insektisit ile oluşturulan oksidatif hasara karşı polenin etkisini araştırmışlar. Araştırmada plazma ve dokuda MDA, eritrosit ve dokuda CAT ve GSH-Px aktivitelerinin polen verilen grupla kontrol grubu arasında farkın önemli olduğunu saptamışlar. Bu araştırmada, Cd grubu ile Cd+bal Cd+polen ve Cd+bal+polen grupları arasında beyin GSH ve GSH-Px yönünden farkın önemsiz olduğu, KAT ve MDA yönünden Cd grubu ile Cd+bal Cd+polen ve Cd+bal+polen grupları arasında farkın önemli olduğu gözlemlendi. GSH-Px, düzeyindeki değişim; Cd+polen grubunda, araştırmacıların (41) bildirimleri ile benzerlik göstermemektedir. Bu durumun araştırmada ratlara verilen polenin, bileşimi, miktarı ve veriliş şekli kaynaklanabileceği düşünülmektedir. GSH-Px ve GSH düzeyindeki değişimin, Cd+polen grubunda araştırmacıların (42), Cd+bal grubunda diğer araştırmacıların (41) bildirimleri ile benzerlik göstermemektedir. CAT ve MDA düzeylerindeki değişim Cd+polen grubunda, araştırmacıların (40,42) bildirimleri ile uygunluk saptanırken, diğer araştırmacıların (41) bulguları ile uygun olmadığı görüldü. MDA düzeyindeki farklılık Cd+polen grubunda, araştırmacıların (42) sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Bu durumun bal ve polenin veriliş şekli ve miktarındaki farklılıktan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Sonuçlanan bu çalışmada, Cd uygulamasının oksidatif hasara bağlı olarak ratlarda beyin lipit peroksidasyon düzeyini artırdığı, bunu yanında KAT antioksidan enzim düzeylerini azalttığı saptandı. Cd uygulamasının yanında bal, polen ve bal+polenin birlikte kullanılmasına bağlı olarak lipit peroksidasyon düzeyini azaltırken KAT antioksidan enzim miktarını artırdığı tespit edildi. Bu çalışmamızla bal ve polenin, canlı organizmada Cd ve diğer toksik etkenlerin oluşturabileceği oksidatif hasara karşı koruyucu ve tedavi edici amaçla uygulanmasının, bazı antioksidanların aktivitelerinde artışa yönelik olumlu etkilerinin oldu düşünülmekte ve kullanılması tavsiye edilmektedir.

5. KAYNAKÇA

- 1) Akçer S., Ratlarda Kadmiyum Maruziyetine Bağlı Olarak Gelişen Serebrum ve Serebellumdaki Değişiklikler Üzerine Kuersetin, Balık Omega-3 Yağ Asitleri İle Melatoninin Etkileri, Doktora Tezi Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2011
- 2) Baldwin DR., Marshall WJ., Heavy metal poisoning and it's laboratory investigation. Ann. Clin. Biochem., 36, 267-300, 1999.
- 3) Tekelioğlu M., Özel Histoloji, İnce Yapı ve Gelişme, Erkek Üreme Sistemi. Ankara Üniv. Tıp Fak. Yay., Ankara, sayfa 231-244, 2002.
- 4) Baum JW., Liu J., Klaassen CD., Production of metallothionein and heat-shock proteins in response to metals. Fundam. Appl. Toxicol., 21, 15-22, 1993.
- 5) Rani A, Kumar A, Lal A, Pant M. Cellular mechanisms of cadmium-induced toxicity: A review. Int J Environ Heal 2014;24(4):378-399.
- 6) Kısadere İ., Akut Kadmiyum Toksikasyonu Oluşturulan Ratlarda Quercetin'in Bazı Kan Parametreleri İle Antioksidan Sistem Üzerine Etkisi, Doktora Tezi Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2016
- 7) Dobashi K., Ghosh B., Orak JK., Singh I., Sing AK., Kidney ischemia-reperfusion: Modulation of antioxidant defenses. Mol. Cell. Biochem., 205, 1-11, 2000.
- 8) Küçük M., Kolaylı S., Karaoğlu S., Ulusoy E., Baltacı C., Candan F., Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. Food. Chem., 100, 526-534, 2007.
- 9) Gheldof N., Wang XH., Engeseth NJ., Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. J. Agric. Food Chem., 50, 5870-5877, 2002.
- 10) Michalkiewicz A., Biesaga M., Pyrzyńska K., Solidphase extraction procedure for determination of phenolic acids and some flavonols in honey. J. Chromatogr., 1187, 18-24, 2008.

- 11) Tan HT., Rahman RA., Gan SH., Halim AS., Hassan SA., Sulaiman SA., Kirnpal-Kaur B., The antibacterial properties of Malaysian tualang honey against wound and enteric microorganisms in comparison to manuka honey. *BMC. Complement. Altern. Med.*, 9, 34, 2009.
- 12) Molan PC., The Antibacterial Activity of Honey. 1. The Nature of the Antibacterial Activity. *Bee World*, 73, 5-28, 1992.
- 13) Prakash A., Medhi B., Avti PK., Saikia UN., Pandhi P., Khanduja KL., Effect of different doses of Manuka honey in experimentally induced inflammatory bowel disease in rats. *Phytother. Res.*, 22, 1511-1519, 2008.
- 14) Mohamed M., Sirajudeen KNS., Swamy M., Yaacob NS., Sulaiman SA., Studies on the antioxidant properties of tualang honey of Malaysia. *Afr. J. Trad. CAM.*, 7, 59-63, 2010.
- 15) Cheng N., Ren N., Gao H., Lei X., Zheng J., Cao W., Antioxidant and hepatoprotective effects of Schisandra chinensis pollen extract on CCl4-induced acute liver damage in mice. *Food. Chem. Toxicol.*, 55, 234-240, 2013.
- 16) Morais M., Moreira L., Feas X., Estevinho LM., Honeybeecollected pollen from five Portuguese Natural Parks: palynological origin, phenolic content, antioxidant properties and antimicrobial activity. *Food. Chem. Toxicol.*, 49, 1096-1101, 2011.
- 17) Saral Ö., Yıldız O., Yazıcıoğlu RA., Yuluğ E., Canpolat S., Öztürk F., Kolaylı S., Apitherapy products enhance the recovery of CCL4-induced hepatic damages in rats. *Turk J. Med. Sci.*, 46, 194-202. 2016.
- 18) Lawrence RA., Burk RF., Glutathione peroxidase activity in selenium-deficient rat liver. *Bioch. Bioph. Res. Commun.*, 71 (4), 952-958, 1976.
- 19) Sedlak J., Lindsay RHC., Estimation of total protein bound and nonprotein sulfhydryl groups in tissue with ellmann's reagent. *Anal. Biochem.*, 25, 192-205, 1968.
- 20) Aebi H., Catalase. In vitro. *Methods in Enzymology*, 105, 121-126, 1984.
- 21) Matkovics B., Szabo I., Varga IS., Determination of enzyme activities in lipid peroxidation and glutathione pathways (in Hungarian). *Lab. Diag.*, 15, 248-249, 1988.
- 22) Placer ZA., Cushmann LL., Johnson BC., Estimation of products of lipid peroxidation in biochemical systems. *Anal. Biochem.*, 16, 359-364, 1966.
- 23) Lowry OH., Rosebrough NJ., Farr AL., Randall RJ., Protein measurement with the Folin-Phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193, 265-275, 1951.
- 24) Sümbüloğlu K., Sümbüloğlu V., Biyoistatistik Özdemir Basım Yayım ve Dağıtım LTD. Şti. 6. Baskı, ANKARA, 1995.
- 25) Jurczuk M., Brzoska MM., Moniuszko-Jakoniuk J., Galazyn-Sidorczuk M., Kulikowska-Karpinska E., Antioxidant enzymes activity and lipid peroxidation in liver and kidney of rats exposed to cadmium and ethanol. *Food. Chem. Toxicol.*, 42, 429-438, 2004.
- 26) Lopez E., Arce C., Oset-Gasque MJ., Canadas S., Gonzales MP., Cadmium induces reactive oxygen species generation and lipid peroxidation in cortical neurons in culture. *Free. Radic. Biol. Med.*, 40, 940- 950, 2006.
- 27) Lekesizcan A., Sönmez MF., Sıçan testis dokusunda kadmiyum ile oluşturulan hasar üzerine etil pirüvatın etkilerinin araştırılması. *Fırat Tıp Derg.*, 21 (1), 17-23, 2016.
- 28) Shagırtha, K., Muthumanı, M., Prabu, Sm. (2011). Melatonin Abrogates Cadmium Induced Oxidative Stres Related Neurotoxicity in Rats. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.*, 15(9); 1039-50.
- 29) Sun, Tj., Miller, Ml., Hastings, L. (1996). Effects of Inhalation of Cadmium on The Rat Olfactory System: Behavior and Morphology. *Neurotoxicol Teratol*, 18: 89-98.
- 30) Yoshida, S. (2001). Re-Evaluation of Acute Neurotoxic Effects of Cd+2 on Mesencephalic Trigeminal Neurons of The Adult Rat. *Brain Research*, 892: 102-110.
- 31) Erdem, T. (2010). Ratlarda Tek Doz Uygulanan Kadmiyum Toksikasyonunun Patolojisi ve EĞ Zamanlı Uygulanan Klorpromazinin Koruyucu Etkisinin Araştırılması. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Patoloji Anabilim Dalı.
- 32) Köse, L. (2005). Rat Merkezi Sinir Sisteminde Toplam Lipid ve Protein Miktarı Üzerine Kadmiyum Sülfatın Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı.

- 33) Takeda, A., Takefuta, S., Ijiro, H., Okada, S., Oku, N. (1999). Cd Transport in Rat Brain. *Brain Research Bulletin*, 49(6): 453– 457.
- 34) Nemmiche, S., Chabane-Sarı, D., Guiraud, P. (2007). Role of α -Tocopherol in Cadmium-Induced Oxidative Stress in Wistar Rat's Blood, Liver and Brain. *Chemico-Biological Interactions*, 170: 221–230.
- 35) Amara, S., Douki, T., Garrel, C., Favier, A., Rhouma, Kb., Sakly, M., Abdelmelek, H. (2011). Effects of Static Magnetic Field and Cadmium on Oxidative Stress and DNA Damage in Rat Cortex Brain and Hippocampus. *Toxicology and Industrial Health*, 27(2): 99–106.
- 36) Stajn A., Zikić R., Ognjanovic B., Saicić ZS., Pavlovic SZ., Kostic MM., Petrovic VM., Effect of cadmium and selenium on the antioxidant defense system in rat kidneys. *Comp Biochem. Physiol. Pharmacol. Toxicol. Endorniol.*, 117 (2), 167-172, 1997.
- 37) Ognjanović B., Zikić RV., Saicić ZS., Kostić MM., Petrović VM., The effects of selenium on the antioxidant defense system in the liver of rats exposed to cadmium. *Physiol. Res.*, 44 (5), 293-300, 1995.
- 38) Dudov IA., Starodub NF., Antioxidant system of rat erythrocytes under conditions of prolonged intake of honey bee flower pollen load. *Ukr. Biokhim. Zh.*, 66 (6), 94-96, 1994.
- 39) Mohamed M., Sulaiman SA., Jaafar H., Sirajudeen KNS., Antioxidant protective effect of honey in cigarette smoke-induced testicular damage in rats. *Int. J. Mol. Sci.*, 12, 5508-5521, 2011.
- 40) Eraslan G., Kanbur M., Silici S., Liman BC., Altınordulu Ş., Sarıca ZS., Evaluation of protective effect of bee polen against propoxur toxicity in rat. *Ecotoxicol. Environ. Safety.*, 72, 931-937, 2009.
- 41) Korkmaz A., Kolankaya D., Anzer honey prevents nethymaleimide- induced liver damage in rats. *Exp. Toxicol. Pathol.*, 61, 333-337, 2009.
- 42) Eraslan G., Kanbur M., Silici S., Effect of carbaryl on some biochemical changes in rats: The ameliorative effect of bee polen. *Food and Chemical Toxico.*, 47, 86-91, 2009.

PNEUMOCEPHALUS AT HEAD İNJURY**Assist. Prof. Şeyho Cem YÜCETAŞ¹****Prof. Dr. Mehmet Fuat TORUN²****OBJECTİVE**

Our aim in this study was to evaluate the patients who referred to our clinic for head trauma and were detected with pneumocephalus, in terms of distribution by age and gender, distribution of pneumocephalus in periodically repeated brain computed tomography (BCT), location, resorption rate, accompanying hemorrhages, fractures and the effect of the distribution of pneumocephalus on Glasgow Coma Scale (GCS), distribution of otorrhea and rhinorrhea, prevalence of meningitis development and prevalence of mortality and morbidity due to meningitis.

METHOD

This study included 73 patients who referred to the Neurosurgery Department of Harran University School of Medicine Research and Application Hospital between August 2008 and August 2009 through the polyclinic or emergency service, and were detected with pneumocephalus due to head injuries and underwent medical treatment. Those patients who underwent surgical intervention were excluded from the study.

Upon referral to the hospital, detailed medical history of the patients was received and the patients were given physical and neurological examination. The age and gender distribution and the reason for pneumocephalus were obtained and the patients were given three brain computed tomography scans on referral, on days 1-3 and on days 23-20 for control, respectively. The intracranial distribution of pneumocephalus, location, absorption rate, GCS values during BCT, accompanying hemorrhages, fractures, otorrhea, rhinorrhea, number of patients with seizure, cases with open wounds and cases who developed meningitis were recorded. In those cases with otorrhea and rhinorrhea, the prevalence of meningitis, and in those cases with meningitis, the distribution of pneumocephalus, accompanying hemorrhages, fractures, morbidity and mortality rates due to meningitis and the duration of hospitalization of the patients were recorded.

FINDINGS

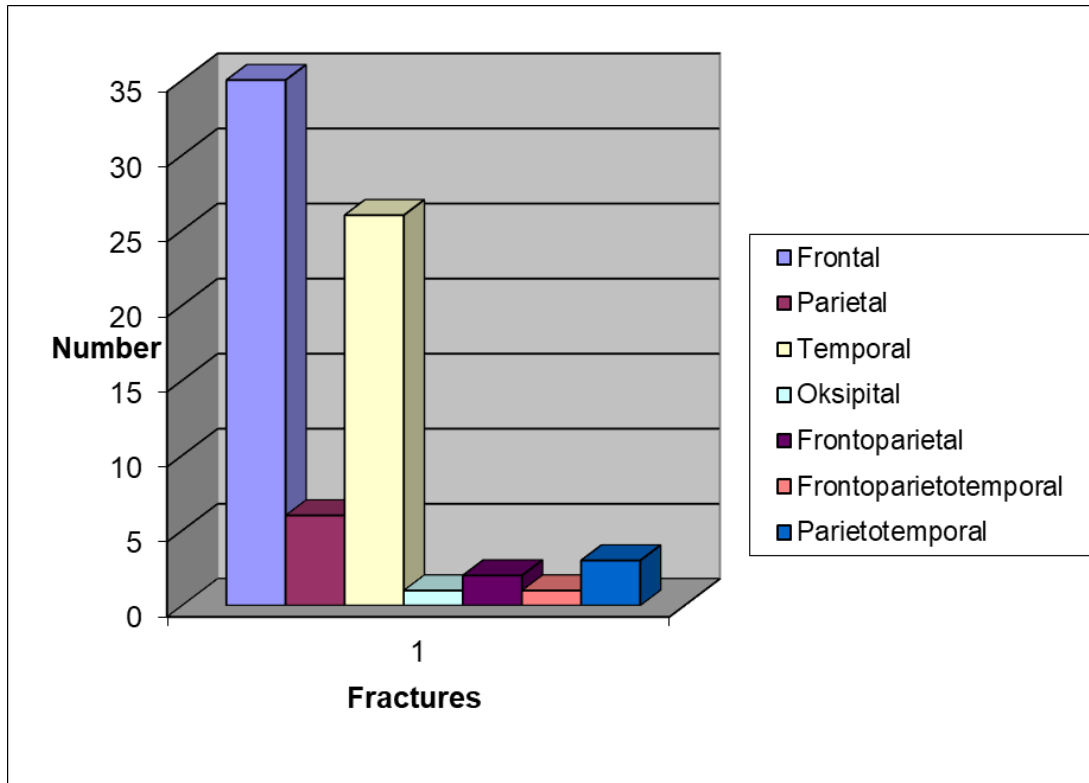
The mean age was 32 (2-80). Among the patients, 57(78.1%) were males and 16 (21.9%) were females. Among the males, 31(42.4%) were older than 16 and 26 (35.6%) were younger than 16, and among the females, 5 (6.8%) were older than 16 and 11(15.1%) were younger than 16.

It was observed that pneumocephalus developed due to traffic accidents in 28 (38.4%) patients, falls from a height in 26 (35.6%) patients, battery in 14 (19%) patients, and firearm injuries in 5 (6.8%) patients.

In the patients of the study group, the fractures accompanying pneumocephalus were frontal in 35 (47.9%) cases, temporal in 26(35.7%) cases, parietal in 6 (8.2%) cases, occipital in 1 (1.4%) case, frontoparietal in 2 (2.8%) cases, frontoparietotemporal in 1 (1.4%) case and parietotemporal in 3 (4.1%) cases.

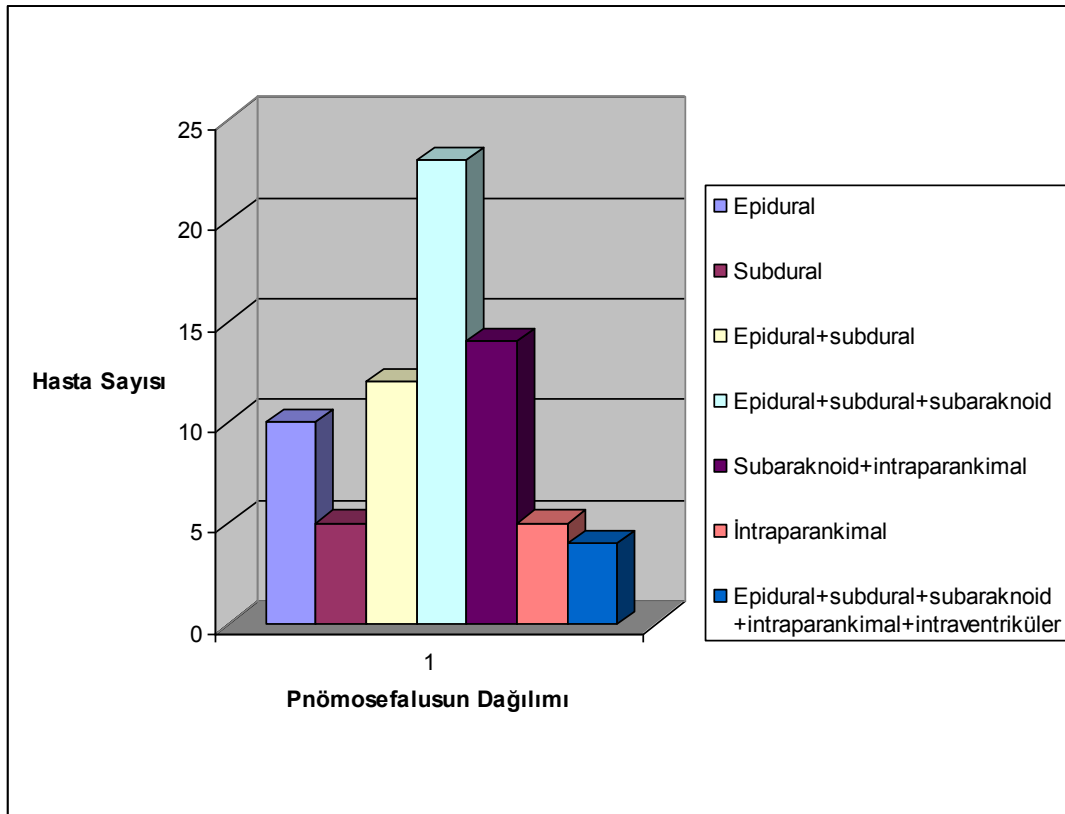
¹ Adiyaman University, seyhocem@hotmail.com

² Medilan Hospital in Adana, mfuat@hotmail.com



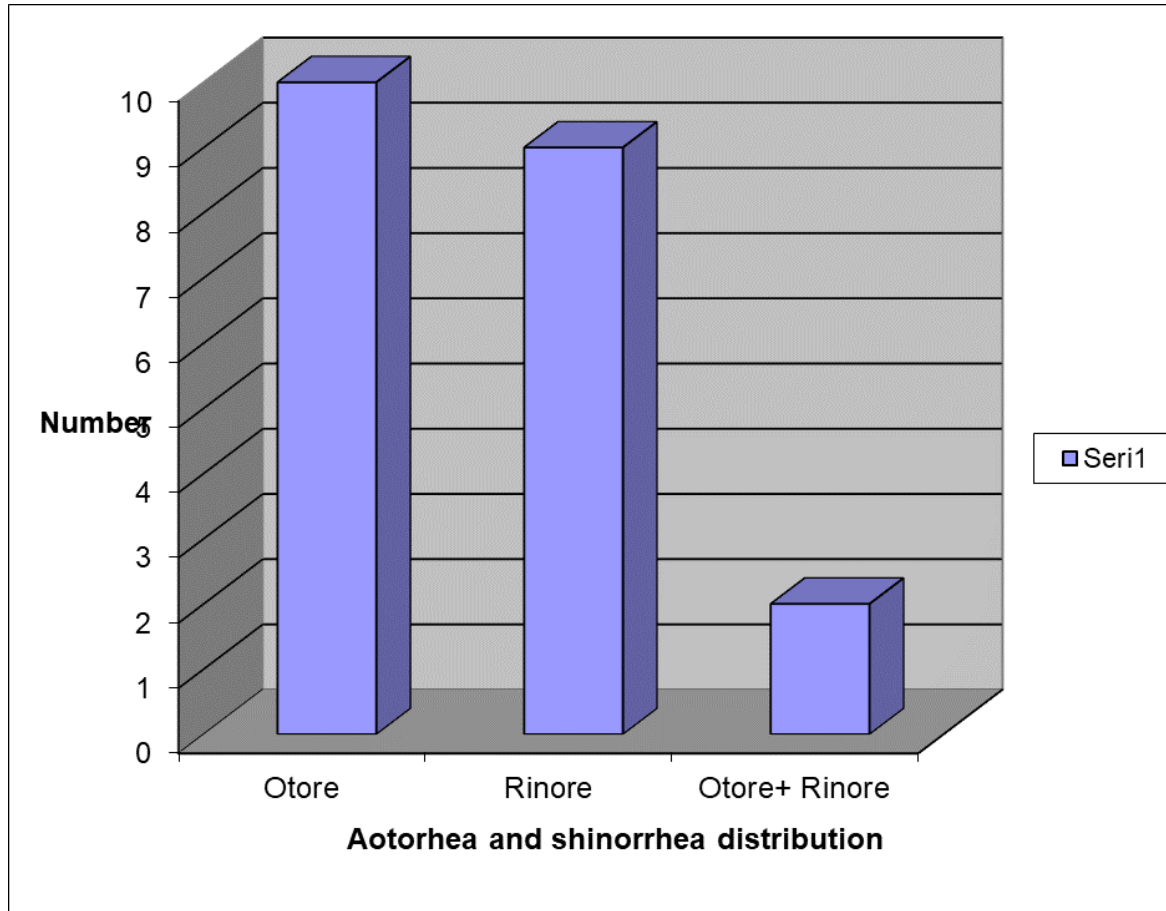
Grafik-2 Distribution of fractures accompanying pneumocephalus

In the BCT performed on the patients in 0-24 hours, the distribution of pneumocephalus was located as epidural in 10(13.7%) cases, subdural in 5 (6.8%) cases, epidural +subdural in 12 (16.4%) cases, epidural+subdural+subaraknoid in 23 (31.5%) cases, parenchymal + subaraknoid in 14 (20.5%) cases, intraparenchymal in 5 (6.8%) cases, and epidural +subdural+ parenchymal + subaraknoid +intraventricular in 4 (10.9%) cases.



Grafik 4- İlk BBT de pnömocefalusun dağılımı.

A total of 21 (29.4%) patients were diagnosed with otorrhea and rhinorrhea, 10 (13.6%) of whom had otorrhea, 9 (12.3%) had rhinorrhea and 2 (2.8%) had both otorrhea and rhinorrhea.



Grafik 11- Aotorhea and rhinorrhea distribution in patients with pneumocephalus.

When the pneumocephalus patients were evaluated for otorrhea and rhinorrhea, no significant correlation was observed in terms of the distribution of otorrhea and rhinorrhea in the patients. ($P>0.05$)

Five (50%) cases with meningitis fully recovered whereas 3 (30%) developed neurological deficits and 2 (20%) died.

DISCUSSION

The presence of air within the cranial cavity is called pneumocephalus or pneumocranium. This condition is observed in 0.5-1% of all head injuries. The diagnosis has become quite common by the extensive use of computed tomography (6,8,9).

Generally, two mechanisms are effective in the formation of pneumocephalus: The first is the ball-valve system according to which the air enters into the cranial cavity and is trapped within the cranium as it cannot find a way out. The second mechanism occurs upon the inability of the air that has entered into the cranium to go out due to the negative pressure formed as a result of the atmospheric pressure being higher than the intracranial pressure during the leakage of the cerebrospinal fluid through the fistula formed at the site of otorrhea, rhinorrhea or fracture (6,10,11).

Pneumocephalus is most commonly observed in basilar skull fractures resulting from head injuries, and these air locations are usually in the frontal area and rarely in posterior fossa (3,12,13,14). In addition, they can occur in relation to craniofacial operations, transsphenoidal surgery, ventriculoperitoneal shunts, ventriculoatrial-pleural shunts, in posterior fossa surgery in the sitting position, lumbar drainage, spinal anesthesia, nitrous oxide anesthesia, infection, invasive skull base

tumors, surgery, radiotherapy, open meningomyelocele, ventriculography, lumbar puncture, otitis media, or seldom spontaneously (7,15,16,17,18).

CONCLUSION

It is very useful in the follow-up and treatment of patients with traumatic pneumocephalus to know about the distribution of pneumocephalus, its location, pneumocephalus absorption rate, the determinative nature of accompanying fractures and hemorrhages on the Glasgow coma scale and also, in patients with otorrhea and rhinorrhea, the risk of meningitis imposing high mortality rates, and although information in this matter is dated a long way back, there is still a need for advanced studies in this matter.

REUSORCE

- 1) Orebaugh SL, Margolis JH. Post-traumatic intracerebral pneumatocele: case report. J Trauma. 1990; 30(12): 1577-80.
- 2) Ahern T, Henderson SO. Images in emergency medicine: traumatik pneumo- cephalus. West J Emerg med. 2009; 53(4): 544.
- 3) Frankel M, Fahey D. Otogenic pneumocephalus secondary to chronic otitis media: Arch Otolaryngol, 1980; 106: 437-439.
- 4) Ozturk E, Kantarci M, Karaman K, Basekim CC, Kizilkaya E. Diffuz pneumo- cephalus associated with infratentorial and supratentorial hemorrhages as a complication of spinal surgery . Acta Radiol 2006; 47: 497-500.
- 5) Raj RS, Deepak S, Sibi, NS, Joseph W, Thomas M. Pneumocephalus. J Assoc Physicians India. 2004; 52: 47.
- 6) Cihangirođlu M, Özdemir H, Yıldırım H, Ođur E. Pnömocefali. Turk tanısal ve girişimsel Radyoloji Dergisi. 2003; Cilt 9, Sayı 1: 31-35.
- 7) Glatz K, Berger C, Schwab S. Management and causes of pneumocephalus. Case report and review of the literature] Nervenarzt. 2005;76(12):1532, 1534-8.
- 8) Gurdjian ES, Webster JE. Surgikal management of compound depressed fracture of frontal sinus, cerebrospinal rhinorrhea and pneumocephalus. Arch Otolaryngol 1994; 39: 287-306 (Abstract).
- 9) Hotta T, Kodama Y, Yuki K, Taniguchi E, Kuroki K, Hashizume A, Uozumi T. Two cases of traumatik intracerebral pneumocephalus. Shinkei Geka . 1994;22: 259-63.
- 10) Şekerci Z, Kılıç C, Taşkın Y, Gül B, Erdem H, Yüksel M. Pneumosephalus tanı ve tedavi; Türk Nöroşirürji Dergisi.1990: sayı1: 115-121.
- 11) Ruge JR, Cerullo LJ, MacLone DG. Pneumocephalusin patients CSF şunt. J Neurosurgery. 1985; 63: 532-536.
- 12) Tovned D, Whyte S, Sturm W. Cerebral abscess with pneumocephalus.
- 13) Intern Med J. 2005; 35(7): 429.
- 14) Yılmazlar S. Travmatik intrakranial komplikasyonlar: Temel Nöroşirürji, Ankara; Türk Nöroşirürji Derneği Yayınlar. 2005: Cilt 1 .Sayı 1: 346-353.
- 15) Düz B, Pusat S, Kural C, Kırık A, Gönul E. Lomber PonsiyonBağlı Pnömocefali Olgusu.Türk Nöroşirürji Dergisi. 2008; Cilt 18.Sayı 2: 145-147.

SUBARAKNOİD KANAMA İLE BAŞVURAN ANEVİRİZMALARIN POSTOPERATİF KLİNİK SONUÇLARI: 191 OLGUNUN DENEYİMİ

Necati ÜÇLER¹:
Şeyho Cem YÜCETAŞ²

GİRİŞ

Subaraknoid kanama (SAK) en genç gözükten inmedir. SAK sıklığı toplumlar arasında değişiklik göstermesine rağmen yılda 10 (4-25)/100. 000 (1). Bu oran ise ilk inmelerin %5'ini oluşturmaktadır. Bu sıklık yaşla artmaktadır. SAK'ların %85'inde yırtılmış anevrizma tespit edilmektedir (1-3). Bu çalışmada kliniğimizde son 2015-2018 yılları arasında tedavi edilen 191 anevrizma hastasının klinik deneyimimiz ve cerrahi sonuçlarımız sunulmuştur.

YÖNTEM

Kliniğimizde 2015-2018 tarihleri arasında yalnızca cerrahi tedavi uygulanmış 191 anevrizmal SAK olgusu retrospektif olarak değerlendirildi (Resim 1). Hastaların yakınmaları, anevrizma yerleşimi, prepostoperatif nörolojik durumları, Fisher ve Hunt-hess skorlamalarına göre dereceleri, cerrahi sonuçları ve komplikasyonları incelendi. 191 olgunun 109'u kadın, 83'i erkekti. Ortalama yaş: 53 (13-78) idi. Hastalara mikroskop altında uygun kraniyotomi yapıldıktan sonra anevrizmaların kliplenmesi, kliplenmesi zor olan olgularda destekleme(wrapping) uygulandı.

BULGULAR

En sık yakınma ani başlayan şiddetli baş ağrısı (%92), bulantı-kusma, bilinç kaybı, kraniyal sinir felci, nöbet geçirme idi.. En sık klinik bulgu; ense sertliği (%85) (Tablo 1). Yerleşimleri ise ACoA(62), MCA (Sağ: 28, Sol: 21), İCA (Sağ: 7, Sol: 12), PCoA (Sağ: 3, Sol: 6), ACA(Sağ: 3 Sol: 2), PCA (Sol: 2), SCA(Sağ: 2, Sol: 1) ve çoğul anevrizma (42)'di. Hunt-Hess grade 1: 42, grade2: 93, grade3: 27, grade4: 19, grade5: 10. Fisher grade1: 51, grade2: 47, grade3: 20, grade4: 73. Mortalite oranı %13 (25), morbidite oranı %18. 8 (36) ve normal yaşamlarına dönenler ise 130 (%68). Komplikasyonlar ise 12'inde hidrosefali, 8'unda hematoma, 18'sinde BOS fistül saptanıp, medikal ve cerrahi tedavi ile komplikasyonlar düzeltildi. 12'inde enfarkt, 13'inde postop nöbet geçirme, bunlar ise medikal tedavi gördüler. 19 hastada enfeksiyon saptandı.

TARTIŞMA

SAK'lı hastaların ortalama yaşı diğer inmelere göre daha genç olması nedeni ile, bu hastalar cerrahi ilk seçenek olup, tedavi süreçlerini başarılı şekilde yerine getirebilmektedir (4). Ortaya çıkan cerrahi veya SAK'a bağlı komplikasyonlar yönetilebilir komplikasyonlar olup, sıkı takip gerektirir. Çoğul anevrizmaları olan hastalarda mortalite oranının değişmediği sonucuna varıldı. Mortalite oranı, ileri yaş ve yüksek hunt-hess grade ile artar.

Acil servise başvuran SAK'lı hastalarda yanlış tanı oranı % 5 olarak rapor edilmiştir (1-3). Tablo-1 acil servise başvurmuş SAK şüphesi olan hastalara yaklaşımı özetlemektedir (5). SAK'ın mortalitesi ilk hafta % 40'dır. Ölümlerin % 10-15'i hastane öncesi, % 25'i ise kanama başlangıcından itibaren 24 saat içinde olmaktadır (1-3).

SAK'ın derecelendirilmesi: SAK şiddetini belirlemek amaçlı kullanılan 40'a yakın derecelendirme sistemleri bulunuyor olup bunların içerisinde en sık World Federation of Neurosurgeons Scale (WFNS), Hunt and Hess ve Fisher skalası kullanılmaktadır.

En Sık Anevrizma Yerleşimleri: Sırasıyla anterior kominikan arter (%40), orta serebral arter bifurkasyonu (%34), posterior kominikan arter (%20) ve basilar arter (%4). Bizim çalışmamızda bulgularda literatürden çok farklı değildi.

¹ Adıyaman Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Adıyaman, necati_ucler@yahoo.com

² Adıyaman Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Adıyaman, seyhocem@hotmail.com

SAK'ta yeniden kanama ve vazospazm en korkulan sorunların başında gelir.

Yeniden kanama SAK'ta erken dönemde en sık mortalite nedenidir. Yeniden kanama riski ilk rüptürden sonraki 24 saat içinde en yüksektir. (% 4.1) İlk 14 günde kümülatif risk % 19 düzeyindedir (6). Yeniden kanamaya bağlı mortalite % 78'lere ulaşmaktadır. Yeniden kanamayı önlemek için sessiz bir odada mutlak yatak istirahati, analjezi ve sedasyon önemlidir. Ayrıca, serebral kan basıncı ve İKB'yi arttıracığından, valsalva manevrasından korunmak amacıyla laksatifler verilmelidir. Ağrı kan basıncını arttıracığından yeniden kanama riskini arttırabilir (7). Bu amaçla fentanil gibi kısa etkili, güçlü analjezikler tercih edilmelidir.

Subaraknoid kanama sonrası gelişen fokal serebral iskeminin başlıca nedeni serebral vazospazmdır. Vazospazm, arter rüptürünü takiben gelişen ve çeşitli derecelerde damar lümeninin daralması ile karakterize mortalitesi ve morbiditesi yüksek fizyopatolojik bir olaydır.

SONUÇ

Anevrizmal SAK; nörolojik ve sistemik komplikasyonları olan, multi-disipliner spesifik tedavi gerektiren ve gelişmiş merkezlerde takibi önerilen bir hastalıktır. Acil serviste hızlıca tanı konulmalı ve tedaviye başlanmalıdır. Anevrizmaya cerrahi ya da endovasküler olarak müdahale edilebilir. Başlangıçtaki kanamanın ardından gelişebilecek komplikasyonlara karşı dikkatli olunmalıdır.

Anahtar Sözcükler: Anevrizma, Subaraknoid Kanama, Mikroşirurjikal Kliplenme, Hunt-Hess Skorlama, Fisher Grade, Mortalite Oran

KAYNAKLAR

- 1) Steiner T, Juvela S, Unterberg A, Jung C, Forsting M, Rinkel G; European Stroke Organization. European Stroke Organization guidelines for the management of intracranial aneurysms and subarachnoid haemorrhage. *Cerebrovasc Dis* 2013;35:93-112.
- 2) Meurer WJ, Walsh B, Vilke GM, Coyne CJ. Clinical Guidelines for the Emergency Department Evaluation of Subarachnoid Hemorrhage. *J Emerg Med* 2016;50:696-701.
- 3) Edlow JA, Malek AM, Ogilvy CS. Aneurysmal subarachnoid hemorrhage: update for emergency physicians. *J Emerg Med* 2008;34:237- 251.
- 4) Suarez JI, Tarr RW, Selman WR. Aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *N Engl J Med* 2006;354:387-396.
- 5) Goldstein JN, Camargo CA, Jr., Pelletier AJ, et al. Headache in United States emergency departments: demographics, work-up and frequency of pathological diagnoses. *Cephalalgia* 2006;26:684-690.
- 6) Diringer M. Management of aneurysmal subarachnoid haemorrhage. *Crit Care Med* 2009;37:432-440.
- 7) Hop JW, Rinkel GJ, Algra A, et al. Case-fatality rates and functional outcome after subarachnoid hemorrhage: a systematic review. *Stroke* 1997;28:660-664.

Resim-1: Kontrastsız beyin BT'de subaraknoid.

Tablo 1: Hastalarımızın ve anevrizmaların özellikleri.

Ortalama yaş	Şikayeteleri	Klinik bulgu	Anevrizma yerleşim yerleri
53 yıl (13-78 yıl)	Baş ağrısı en sık (%92)	Ense sertliği (en sık bulgu: %85)	ACoA anevrizması en sık
	Bulantı-kusma		MCA
	Bilinç kaybı		İCA
	Kraniyel sinir felci		PCoA
	Nöbet		ACA

KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI HORLAMA VE UYKU APNESİ SENDROMU ÖN TANISI İLE UYKU TESTİ UYGULANAN HASTALARDA UYKU TESTİ SONUÇLARIMIZ

Doç. Dr Caner ŞAHİN¹

ÖZET

Amaç: Çalışmamızda Kulak Burun Boğaz hastalıkları polikliğine horlama ve apne şikayeti ile gelen ve tanısız amaçlı polisomnografi(Uyku testi) uygulanan hastaların demografik dağılımını ve uyku testi sonuçlarını değerlendirmeyi amaçladık

Materyal Metod: Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi KBB anabilim dalına başvuran uyku apnesi ön tanısı ile polisomnografisi yapılan 30 hastanın uyku testi sonuçları retrospektif olarak incelendi. Hastaların kilo, boy, vücut kitle indeksi(VKİ), Apne hipopne indeksi(AHI) bulguları incelendi. Bulgular istatistiksel olarak incelendi

Bulgular: Çalışmaya alınan olguların 18 tanesi erkek, 12 tanesi bayan idi. Olguların vücut ağırlıkları 76 kg ile 114 kg arasında değişmekte olup; ortalaması 84 ± 11.6 kg'dır. Olguların boyları 161 cm ile 184 cm arasında değişmekte olup; ortalaması boy $169,1 \pm 7,2$ cm'dir. Olguların VKİ düzeyleri 26,6 ile 41,6 arasında değişmekte olup; ortalaması $28,4 \pm 4,3$ tir. Olguların AHI 18 ile 78 arasında değişmekte olup ortalama 34 ± 25.4 idi.

Sonuçlar: İstatistiksel olarak bakıldığında AHI ile VKİ arasında anlamlı ilişki saptanmıştır. Boy değeri ile AHI arasında anlamlı ilişki saptanmamıştır. Boy ve kilonun birlikte değerlendirildiği vücut kitle indeksi uyku apnesi sendromu tanılı hastalarda polisomnografi sonuçları ile istatistiksel olarak anlamlı bağıntı içerir. Bu açıdan özellikle apne ve horlama tarifleyen hastalarda hastanın morfometrik yapılarının analizi uyku testi yapılması öncesinde ve sonrasında klinisyene değerli bilgiler sunacaktır.

AnahtarKelimeler: Kulak Burun Boğaz, Uyku Apnesi, polisomnografi

GİRİŞ

Obstruktif Uyku apnesi sendromu(OSAS) ve horlama kulak burun boğaz polikliniklerine sık başvuru şikayetlerindedir. Burun tıkanıklığı, tonsil büyüklüğü, yumuşak doku sarkıklığı gibi horlama ve apneye neden olabilecek patolojilere sahip hastalar uyku testi polisomnografi öncesi belirlenmesi için muayene edilmektedir.

OSAS toplumda görülme sıklığı %2-4 arasında değişmektedir (1). Hastalık hipertansiyon, kalp yetmezliği, uykuda solunum durması, kalp krizi, nörolojik hastalıklar gibi ciddi hastalıklara neden olabilmektedir (2,3,4). Hastalığın tanısında en önemli kriter uyku testi yapılmasıdır(5).

Horlama ve OSAS sendromlu hastaların vücut yapıları, boy, kilo ve vücut kitle indeksleri(VKİ)hastaların morfolojik yapıları klinik açıdan hastaları değerlendirirken önemlidir. VKİ kilo/boy² olarak hesaplanmaktadır. Apne Hipopne indeksi(AHI) uykuda 1 saatlik periotta toplam gelişen apne ve hipopne olaylarının tamamını ifade eder. Özellikle uyku testi ile elde edilen AHI hastalığın ciddiyeti konusunda bize değerli bilgiler sağlar.

Çalışmamızda Kulak Burun Boğaz hastalıkları polikliğine horlama ve apne şikayeti ile gelen ve tanısız amaçlı polisomnografi(Uyku testi) uygulanan hastaların demografik dağılımını ve uyku testi sonuçlarını değerlendirmeyi amaçladık

¹ Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, drcaner2001@gmail.com

MATERTAL METOD

Hastanemize horlama, tanıklı apne şikayetleri ile başvuran 18 yaş üzeri hastalar KBB ve nörolojik muayeneden geçtikten sonra uyku testine yönlendirilmektedir. Hastaların boy, kilo, yaş, VKİ ölçülmektedir. Mevcut ek hastalığı olan hastalar kaydedilmektedir.

Çalışmamızda Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi KBB anabilim dalına başvuran uyku apnesi ön tanısı ile polisomnografisi yapılan 30 hastanın uyku testi sonuçları retrospektif olarak incelendi. Hastaların kilo, boy, vücut kitle indeksi(VKİ), Apne hipopne indexi(AHI) bulguları incelendi.

VKİ ine göre hastalar (18,5–24,9) normal, (25,0 – 29,9) kilolu, (>30,0) obez, (>40) ileri derece obez olarak tanımlandı. AHI lerine göre hastalar sağlıklı (5<AHI)hafif(5<AHI<15), orta(16<AHI<30) ve ağır derece(30<AHI) OSAS olarak değerlendirildi ().

Bulgular SPSS programı kullanılarak istatistiksel olarak incelendi. Hastaların dağılımını incelemek Kolmogorof-Smirnov testi yapıldı. Dağılımı normal çıkan hastalarda VKİ,Boy,Kilo, AHI arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için dağılım normal çıktığı için Pearson parametrik regresyon analizi kullanıldı.

GELİŞME

Çalışmaya alınan olguların 18 tanesi erkek, 12 tanesi bayan idi. Olguların vücut ağırlıkları 76 kg ile 114 kg arasında değişmekte olup; ortalaması 84±11.6 kg'dır. Olguların boyları 161 cm ile 184 cm arasında değişmekte olup; ortalaması boy 169,1±7,2 cm'dir. Olguların VKİ düzeyleri 26,6 ile 41,6 arasında değişmekte olup; ortalaması 28,4±4,3 tir. Olguların AHI 18 ile 78 arasında değişmekte olup ortalama 34±25.4 idi.

Tablo 1: hastaların demografik özellikleri izlenmektedir

	Min –Max	Ort±SD
Kilo (kg)	76-114	84,±11,6
Boy (cm)	161-184	169,1±7,2
VKI	26,6-41,6	28,4±4,3
Apne hipopne indeksi	18-78	34±25,4

İstatistiksel olarak bakıldığında AHI ile VKI arasında anlamlı ilişki saptanmıştır(p=0,03; p<0,05). Boy değeri ile AHI arasında anlamlı ilişki saptanmamıştır(p=01). Boy ve kilonun birlikte değerlendirildiği vücut kitle indeksi uyku apnesi sendromu tanılı hastalarda polisomnografi sonuçları ile istatistiksel olarak anlamlı bağlantı içerir.

TARTIŞMA

OSAS üst hava yollarında tam ya da kısmi daralma ile uyku bozuklukları, uykuda oksijen azalması atakları ile kendini gösterebilen bir hastalıktır. Toplumda görülme sıklığı %2-4 arasındadır (1). Erkek cinsiyet, santral uyku bozuklukları anatomik anomaliler, aşırı kilo gibi etkenler hastalık için riski artırmaktadır (6). Literatürde çalışmalar obezite ile OSAS arasındaki ilişkiyi göstermiştir (7). Hipertansiyon, ani ölüm sendromu, koroner arter hastalığı, Tip II diabetes mellitus gibi ciddi hastalıklar OSAS ile ilişkilendirilmektedir (2,3)

Klinik pratikte obesite değerlendirilmesinde VKİ sık olarak kullanılmaktadır(8). VKİ değerlendirme parametreleri içinde boy, kilo vardır. Boy parametresi hastanın kilosu ile birlikte değerlendirilmesi önemlidir. Bu açıdan özellikle apne ve horlama tarifleyen hastalarda hastanın morfometrik yapılarının analizi uyku testi yapılması öncesinde ve sonrasında klinisyene değerli bilgiler sunacaktır (9). Aynı zamanda tedavi ve takipte de hastanın kilo, VKI takibi önemlidir. Kilo veren hastaların apne ve horlamalarında azalma olduğu bildirilmiştir. OSAS ciddi bir halk sağlığı sorunudur. Obesite de ciddi bir halk sağlığı sorunudur. Klinisyen olarak bütüncül bir biçimde hastanın tüm morfometrik bulgularına konsantre olarak hastanın tanı ve tedavi basamaklarını şekillendirmeye çalışmaktayız. Bu açıdan OSAS ön tanısı ile polysomnografik

analiz yapılacak hastalarda hastaların morfometrik yapılarının analizinde önemli olduğu kanısına vardık

KAYNAKÇA

- 1) DelRosso LM. Epidemiology and Diagnosis of Pediatric Obstructive Sleep Apnea. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care*. 2016 Jan;46(1):2-6.
- 2) Donovan LM, Kapur VK. Prevalence and Characteristics of Central Compared to Obstructive Sleep Apnea: Analyses from the Sleep Heart Health Study Cohort. *Sleep*. 2016 Jul 1;39(7):1353-9
- 3) Alejos D, Festic E, Guru P, Moss JE. Neurological outcomes of patients with history of obstructive sleep apnea after a cardiac arrest. *Resuscitation*. 2017 Oct; 119:13-17
- 4) Floras JS. Sleep apnea and cardiovascular risk. *J Cardiol*. 2014 Jan;63(1):3-8.
- 5) Semelka M, Wilson J, Floyd R. Diagnosis and Treatment of Obstructive Sleep Apnea in Adults. *Am Fam Physician*. 2016 Sep 1;94(5):355-60
- 6) Pıhtılı A, Bingöl Z, Kıyan E. The Predictors of Obesity Hypoventilation Syndrome in Obstructive Sleep Apnea. *Balkan Med J*. 2017 Jan;34(1):41-46.
- 7) Garg RK, Afifi AM, Sanchez R, King TW. Obstructive Sleep Apnea in Adults: The Role of Upper Airway and Facial Skeletal Surgery. *Plast Reconstr Surg*. 2016 Oct;138(4):889-98.
- 8) Tuomilehto H, Seppä J, Uusitupa M. Obesity and obstructive sleep apnea--clinical significance of weight loss. *Sleep Med Rev*. 2013 Oct;17(5):321-9.
- 9) White DP, Younes MK. Obstructive sleep apnea. *Compr Physiol*. 2012 Oct;2(4):2541-

MESANE TÜMÖRLÜ HASTALARDA İMMÜN SİSTEMİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE DİĞER ÜROLOJİK TÜMÖRLERLE KARŞILAŞTIRILMASI

Erkan HİRİK¹
Selami ALBAYRAK²

ÖZET

İmmün sistem hücrelerinin tümör gelişimi sürecinde immunoregülatuar role sahip oldukları bilinmektedir. Hüresel immün yanıtın kanserli hastalarda tümör immünolojisinde anahtar rol oynadığına dair artan oranda kanıtlar mevcuttur. İmmün sistemin bu terapötik süreçte aktif bir rolümü aldığı yoksa sadece basit olarak pasif bir yanıt mı verdiği halen sorulan bir sorudur. Bu çalışmada mesane tümörü ve diğer ürolojik tümörlere sahip hastalarda BCG aşı skarı, PPD yanıtları değerlendirilmiştir. Periferik lenfosit alt grupları incelenerek mesane tümör evresi ile arasındaki ilişki araştırılmıştır. Ayrıca bu hastalarda akım sitometri ile periferik kanda lenfosit alt grupları ayrılarak, mesane tümörü ve diğer ürolojik tümörlerde immünolojik sapmaların periferik kan lenfosit alt gruplarına yansımaları incelenmiştir. Kliniğimizde tanısı konulan 45 mesane tümörlü, 23 prostat kanserli, 15 böbrek tümörlü ve herhangi bir malignite ve immünolojik bozukluğu olmayan, yaş kontrollü 35 olguluk, kontrol grubunda prospektif olarak yapılan bu çalışmada, bütün hastaların BCG aşı skar izi ve PPD testine verilen yanıt incelendi. Ayrıca akım sitometri ile periferik kan lenfosit alt gruplarının (CD3,CD4,CD8) analizi yapıldı. Mesane tümörlü hastaların BCG'ye bağlı aşı skarının; diğer ürolojik tümörlü hastalar ve kontrol grubuna göre çoğunlukla oluşmadığı saptanmıştır(p:0,001). Ayrıca mesane tümörlü hastalarda PPD negatiflik oranı, diğer ürolojik tümörlere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük saptanmış olmasına rağmen (0,002), kontrol grubuna göre anlamlılık seviyesinde bulunmuştur(0,057). Lenfosit alt gruplar incelendiğinde ise mesane tümörlü hastalarda evre ile arasında bir fark olmadığı gibi, diğer ürolojik kanserler ve kontrol grubu ile de herhangi bir fark elde edilememiştir. Sonuç olarak; bu bulgular mesane tümörü ile bağışıklık sistemi arasında bağlantı olabileceği fikrini desteklemektedir. Ancak immünolojik belirteçlerin, mesane kanser evreleme, takip ve prognoz tayininde kullanılması için daha çok sayıda hastayı kapsayan daha fazla sayıda çalışmaya gereksinim vardır.

GİRİŞ

İmmün sistem sadece enfeksiyonları kontrol altına alma ve onlarla mücadeleden sorumlu değildir, aynı zamanda kanser hücrelerini tanımak ve onları yok etmekten de sorumludur. Tümör oluşumu ile immün sistem fonksiyonları arasında kuvvetli bir ilişki vardır (1,2,3). Literatürde bir çok çalışma bu ilişkiyi farklı yönleri ile değerlendirmeyi amaçlamıştır. Özellikle kazanılmış bağışıklık sisteminin en önemli işlevi transforme olmuş hücrelerin büyümesini engellemek ve bunları zararlı hale gelmeden yok etmektir. Ehrlich, 1909 yılında insan vücudunda sürekli olarak transforme hücreler oluştuğunu, bu hücrelerin immün sistem tarafından yok edildiğini öne sürmüştür. Böylece kanserin immüngözetimi (cancer immunosurveillance) kavramı ortaya çıkmıştır. (4)Daha sonraki yıllarda tümör immünolojisi konusunda güncel temel ve klinik araştırma çalışmalarını şekillendiren birçok teori ve yeni kavramlar ortaya çıkmıştır. Bazı çalışmalar göstermiştir ki, immün sistemin kansere karşı koruyucu etkisi olduğu gibi tümör oluşumuna olanak sağlayıcı işlevleri de vardır. Buda kanser-immün sistem ilişkisini tanımlamada “kanserin immüdüzenlenmesi (cancer immunoediting)” kavramının kullanılmasının daha doğru olduğunu göstermiştir(5) İmmün sistem, bazı tümörlerin oluşumunu tam olarak engellerken, bazı tümörlerde korumasız, bazılarında da kayıtsız kalabilmektedir.(6) Yani tümör immünolojisi oldukça karışık bir yapıya sahiptir. Tümör immünolojisinde yeterli ve tam işlev gören bir immün sistem, genel anlamda iyi bir prognostik faktör olarak kabul edilebileceği aşikardır.

¹ Erzurum Binali Yıldırım Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Üroloji ABD

² İstanbul Medipol Üniversitesi, Üroloji ABD

Periferik kan lenfositlerinin immüno fenotiplendirilmesi; doğuştan veya kazanılmış immünolojik hastalıkların, malign hastalıkların ve otoimmün hastalıkların tanısında ve tedaviye yanıtlarının izlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Monoklonal antikor ve akım sitometri tekniğindeki gelişmelerle, hücrel immün sistemi daha iyi tanımlamak mümkün olmuş, klinik ve epidemiyolojik çalışmalara ışık tutulmuştur.

Bu çalışmada mesane tümörü ve diğer ürolojik tümörlere sahip hastalarda BCG aşı skarı, PPD yanıtları değerlendirilmiştir. Periferik lenfosit alt grupları incelenerek mesane tümör evresi ile arasındaki ilişki araştırılmıştır. Ayrıca bu hastalarda akım sitometri ile periferik kanda lenfosit alt grupları ayrılarak, mesane tümörü ve diğer ürolojik tümörlerde immünolojik sapmaların periferik kan lenfosit alt gruplarına yansımaları incelenmiştir.

Ppd Testi (Tüberkülin Cilt Testi)

Tüberkülin cilt testi kişinin tüberküloz basili ile enfekte olup olmadığını gösterir. Esasında ise test ile meydana gelen reaksiyon immün sistemin geç tip bir aşırı duyarlılık yanıtıdır ve hücrel bir yanıtıdır. Enfektif ajan ile daha önce T hücreleri duyarlılaşmıştır, test yapılan bölgeye bu duyarlılaşmış T hücreleri gelir ve ortama lenfokinler salarak enflamatuvar bir süreç başlatarak o bölgede endurasyon oluştururlar. Bu reaksiyon beş altı saat içinde başlar ve 48-72 saatte maksimum seviyeye ulaşır.(7) Bu yanıtın negatif olması enfektif ajana maruziyet olmamasını veya bu ajana karşı azalmış ve kaybolmuş immün yanıtı gösterebilir.

Metaryal Ve Metod

Bu çalışmada mesane tümörü tanısı alan, daha önce herhangi bir tedavi görmemiş toplam 45 hasta ile bu hastalarla eş zamanlı olarak 23 prostat kanserli, 14 böbrek tümörlü ve 35 kontrol hastası çalışmaya dahil edildi. Hastaların hepsi prospektif olarak değerlendirildi.

Hastaların tamamında; sol omuzda olması beklenen Bacillus Calmette-Guerin (BCG) aşı skarı izi taraması yapıldı(Resim 1). Ayrıca bu hastaların sol ön kola Purified Protein Derivatives (PPD) deri testi yapıldı (Resim 2), 72 saat sonra oluşmuş olan endürasyonun çapı ölçüldü (Resim 3). Hastaların PPD ye verdikleri cevap yok ya da 5 mm altında ise negatif, 10 mm üzerinde ise pozitif olarak kabul edildi. PPD deri testi için Türkiye’de kullanılan Dünya Sağlık Örgütü’nün önerdiği PPD RT 23, tween 80 tipi kullanıldı.

Mesane tümörlü hastalar preoperatif değerlendirilmelerinin ardından anestezi altında TUR-MT uygulandı. Tümörlerin patolojik evrelerine göre eğer gerekli ise ek tedavi verildi. Çalışmaya dahil edilen prostat kanserli ve böbrek tümörü olan hastalara da benzer preoperatif değerlendirmeye tabi tutularak, hastalıkları ile ilgili gerekli tedavileri planlanıp, gerçekleştirildi. Kontrol grubunda olan hastalar ise benign ürolojik nedenlerle ameliyat olan (Üriner sistem taş hastlığı, BPH, hidrosel, vb.), yaş ve cinsiyet kontrollü 35 hastadan oluşturuldu. Bütün hastaların ayrıntılı anamnez, fizik muayene, kan sayımı ve kan biyokimyası alındı. Hikayelerinde hematolojik hastalık, malignite ve immünolojik bozukluğu olan hastalar çalışma haricinde bırakıldı. USG ile rutin üriner sistem taraması yapıldı. Erkek hastalara PSA bakıldı ve ürolojik malignite ekarte edildi.

Çalışmaya alınan; mesane tümörlü 31 hastanın, prostat kanserli 15 hastanın, böbrek tümörlü 8 hastanın ve kontrol grubundan 30 hastanın periferik kan lenfosit alt gruplarına bakıldı. Hastaların Lenfosit alt gruplarının analizi GATA Çamlica Göğüs Hastalıkları, Hematoloji Kliniği Laboratuvarında yapıldı. Olgularda ACDA (Asit-Sitrat-Dekstroz-Adenin) içeren tüplere (Becton Dickinson) 2 ml periferik kan örnekleri alındı. Bütün olguların kan sayımının ardından, lenfosit alt gruplarını tayin etmek için; CD45+ (Total lenfositler), CD3+ (Total T lenfositleri), CD4+ (T Helper lenfositler), CD8+ (Suppressor/Sitotoksik lenfositleri) panel kiti kullanıldı (Becton Dickinson 37 Immunocytometry system, San Jose CA 95131 USA). Alınan kan örnekleri hücre canlılığının korunması için 1-3 saat içinde çalışılmaya başlandı. Elli mikrolitre kan üzerine, 10 mikrolitre monoklonal antikor (IgF1, CD45+, CD3+, CD4+, CD8+) ilave edilerek, oda ısısında (20-25 °C) karanlıkta 15-30 dk inkübe edildi. İnkübasyon sonrası ortamdaki eritrositler FACS Lysing Solution ile oda ısısında karanlıkta 12 dakika inkübe edilerek ortamdaki uzaklaştırıldı. Ardından hücreler 2

kez de PBS ile yıkanıp akım sitometri (Becton Dickinson Immunocytometry system, San Jose CA 95131 USA) ile 10,000 lökosit sayılarak, içlerinden lenfositlerin suppopülasyon oranları yüzde olarak belirlendi. CD45+ (Total lenfositler), CD3+ (Total T lenfositleri), CD4+ (T Hepler lenfositler), CD8+ (Supresor/Sitotoksik lenfositleri) hücrelerin mutlak sayılar; akım sitometri ile elde edilen yüzde değerlerinin aynı anda otomatik kan sayım cihazı ile elde edilen toplam hücre sayısı ile çarpılması sonucunda hesaplandı.

İstatistiksel Analiz Verilerin analizinde SPSS 15,0 for Windows istatistik paket programı kullanıldı. Gruplar arası ortancaların farklılığının incelenmesinde Kruskal-Wallis variant analiz testi ve Mann-Whitney U testleri kullanıldı. Gruplar arası oranların karşılaştırılmasında da Ki-Kare testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi için $p < 0,05$ anlamlı olarak kabul edildi.

Bulgular

Aşı skarı, mesane tümörü olan 20 (% 43) hastada, prostat kanseri olan 18 (%78) hastada, böbrek tümörü olan 11 hastada (%78) ve kontrol grubunda ise 27 (%77) hastada mevcut idi. Mesane tümürlü hastalarda aşı skarı pozitiflik oranı, diğer tümörler ve kontrol grubuna göre daha düşüktü ve istatistiksel olarak anlamlı idi ($p:0,001$). PPD ye verilen cevap, PPD deri cevabı negatif (5 mm ve altında) ölçülen hastalar; mesane tümürlü grupta 21(%45), prostat kanserli grupta 3(%23), böbrek tümürlü grupta 4 (%28) ve kontrol grubunda 13(%37) olarak bulundu. Mesane tümürlü hastalarda PPD deri cevabı diğer ürolojik tümörler ve kontrol grubuna göre daha az olarak bulundu. Mesane tümürlü hastalarda PPD negatiflik oranı, diğer ürolojik tümörlere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ($p:0.002$), kontrol grubuna göre ise anlamlılık seviyesinde bulundu ($p:0,057$). Bu veriler Tablo 1' de sunuldu.

	BCG +	PPD < 5 mm
Mesane Tm (n:46)	20 (%43)	21 (%45)
Prostat Ca (n:23)	18 (%78)	3 (%13)
Böbrek Tm (n:14)	11 (%78)	4 (%28)
Kontrol (n:35)	27 (%77)	13 (%37)
P değeri	0,001	0,057

Tablo-1 Hastaların BCG aşı skarı pozitifliği ve PPD negatifliği oranları

Lenfosit alt gruplarının değerlendirildiği 31 mesane tümürlü hastanın patolojik inceleme ve evreleme çalışmaları sonrasında 25'nin (%80) yüzeysel, 6'sının (%20) ise invaziv evrede olduğu belirlendi. Bu 31 hastanın 2' si kadın (%7), 29 'u erkekti. (%93) hastaların ortalama yaşı yüzeysel grupta 60.4 iken, invaziv grupta 49.8 idi. Hastaların evrelere göre dağılımı; yüzeysel grupta 16 hasta Ta (%64), 9 hasta T1 (%36) iken invaziv grupta 3 hasta T2 (%50), 2 hasta T3 (%33), 1 hasta T4 (%16) olarak bulundu. Hastaların grade dağılımları ise; yüzeysel grupta G1: 17 hasta (%68), G2: 3 hasta (%12), G3: 5 hasta %20 iken, invaziv grubtaki 6 hastanın tamamı G3 idi (%100).

Lenfosit alt grupları; Lenfosit sayısı, T lenfosit sayısı (CD3 sayısı), T lenfosit yüzdesi (CD3%), CD4 sayısı, CD4 yüzdesi, CD8 sayısı, CD8 yüzdesi, CD4/CD8 saptanarak mesane tümürlü hastalarda, kontrol grubu ile karşılaştırıldı. Mesane tümürlü hastalarda ve kontrol grubunda akım sitometri ile sayılan 10.000 hücre içinde lenfosit alt gruplarının dağılımı Tablo 2' de verildi. Her iki grup arasında da istatistiksel anlamlı bir fark bulunamadı.

	MesaneTm (n:31)	Kontrol (n:30)	P
Lenfosit sayısı	1989,94 (±925.3),	1987,40 (±1097)	0,815
CD3 sayısı	1473,55	1421,37	0,918
CD3 (%)	73,82	71,04	0,045
CD4 sayısı	838,742	868,000	0,917
CD4 (%)	42,46(±15.425)	42,97(±14.6)	0,481
CD8 sayısı	764,84	667,73	0,659
CD8 (%)	39,79(±14.787),	35,95(±14.3),	0,072
CD4/CD8	1,17	1,42(±0.6)	0,253

Tablo-2 Mesane tümürlü hastalar ve kontrol grubunda periferik kan lenfosit alt gruplarının karşılaştırılması

Yüzeyel ve invaziv mesane grubu yine lenfosit alt grupları bakımından birbirleriyle karşılaştırıldılar. Yüzeyel ve invaziv mesane tümörlü gruplarda akım sitometri ile sayılan 10.000 hücre içinde ortalama lenfosit alt gruplarının karşılaştırılması Tablo 3’de verildi. Her iki grup arasında istatistiksel anlamlı bir fark saptanmadı.

	Yüzeyel Mesane Tm (n:25)	İnvaziv Mesane Tm (n:6)	P
Lenfosit sayısı	1992,84 (±983,9)	1977,83 (±699,8)	0,903
CD3 sayısı	1463,08	1517,17	0,827
CD3 (%)	73,39	75,61	0,419
CD4 sayısı	855,200	770,167	0,751
CD4 (%)	43,01 (±16,9)	40,16 (±6,27)	0,789
CD8 sayısı	775,84	719,00	0,364
CD8 (%)	41,04 (±15,4)	34,59 (±11,16)	0,291
CD4/CD8	1,14 (±0,5)	1,29 (±0,44)	0,314

Tablo 3: Yüzeyel mesane tümörü ve invaziv mesane tümörü grubu hastalarda periferik kan lenfosit alt gruplarının karşılaştırılması

Lenfosit alt gruplarının kontrol grubu dahil olmak üzere tüm hasta gruplarında incelendiğinde ve karşılaştırıldıklarında gruplar arasında istatistiksel anlamlı bir fark bulunamadı. Bu veriler Tablo 4’de sunuldu.

	MesaneTm (n:31)	Prostat Ca(n:15)	Böbrek Tm (n:8)	Kontrol (n:30)	P
Lenfosit sayısı	1989,94	2181,13	1995	1987,40	0,815
CD3 sayısı	1473,55	1398	1375	1421,37	0,918
CD3 (%)	73,82	67,8	68,9	71,04	0,045
CD4 sayısı	838,742	798,9	820,1	868,000	0,917
CD4 (%)	42,46	40,11	38,57	42,97	0,481
CD8 sayısı	764,84	680,12	662,58	667,73	0,659
CD8 (%)	39,79	30,77	31,65	35,95	0,072
CD4/CD8	1,17	2,18	1,3	1,42	0,253

Tablo 4 Mesane tümörlü hastaların, diğer ürolojik kanserler ve kontrol grubuna göre periferik kan lenfosit alt gruplarının karşılaştırılması

Tartışma

Tümör rejeksiyonunda immün sistemin rolü ve özellikle T lenfositlerin önemi daha önce yapılmış birçok çalışmada gösterilmiştir(8,9,10) Bu nedenle, tümörlü olgularda pek çok immün tedavi modeli, T hücre cevabının aktivasyonuna odaklanmaktadır(11) T hücrelerinin önemi, reaktif T hücrelerinin fare tümörlerine transferinde onların, hayvanları daha sonraki uygun canlı tümör hücrelerinden korumaları, hatta bazı durumlarda, oluşmuş tümörlerin rejeksiyonunu sağlamaları ile kanıtlanmıştır(1).

PPD gibi hipersentivite testlerinin pozitif olması için hastaların immün kompetan olması gerekmektedir. Kanser gibi immün sistemin etkilendiği süreçlerde bu yanıtın bozulacağı söylenebilir. Nitekim Williams ve ark. 1975’de hipersensitivite testlerinin ürolojik kanserli hastalarda kaybolduğunu belirtmişler ve hastalığın prognozu için bir prediktif değer olabileceğini kanısına varmışlardır. Hatta bu immünolojik testlerin özellikle mesane tümörlü hastalarda yapılmasını önermişlerdir(12). Hinyokika ve ark. ürolojik kanserli hastalarda özellikle hastalık evresi ile PPD yanıtı arasında bir ilişki saptamışlar, ileri evre tümörlerde PPD yanıtının oluşmadığını belirtmişlerdir(13).

Bu çalışmada ise mesane tümörlü hastalarda PPD negatiflik oranı, diğer ürolojik tümörlere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük saptanmıştır(p:0.002). Kontrol grubuna göre

anlamlılık seviyesinde bulunmuştur(p:0,057). Bu bulgu mesane tümörü ile immün sistem arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır.

Kanser immünoterapisinin amacı tümörlere göre immün sistemi uyarmaktır. BCG nin güçlü ama spesifik olmayan immünotimülatör etkisi vardır. İntravezikal BCG immünoterapisinde hücrel immünitenin rol aldığını gösteren pek çok yayın vardır.(14) Genellikle bu çalışmalar T lenfositler üzerine odaklanmıştır. Bu bulgular, mesane kanserli hastalarda, hücre aracılı immünitenin kantitatif belirteci olan periferik kandaki T hücre yüzdelerinin, tümör hücrelerine karşı konağın immünitesinde rol alan B hücrelerine nazaran daha önemli bir role sahip olduğunu göstermektedir. Son immünohistolojik gelişmelerle, monoklonal antikorların gelişmesi ile birlikte, dokularda ve periferik kanda lenfosit subpopülasyonunun çalışılması mümkün hale gelmiştir(15). Bu çalışmada periferik lenfositler alt gruplara ayrılarak mesane tümör evresi ile arasında ilişki araştırılmış, keza diğer ürolojik tümörlerle BCG aşı skarı ve PPD yanıtları ile saptanan bulguların periferik kan lenfosit gruplarına yansımalarına bakılmıştır.

Bizim çalışmamızda ise her iki grup (yüzeysel mesane kanseri, invaziv mesane kanseri) birbirleri ile CD4/CD8 yönünden karşılaştırıldıklarında istatistiksel anlamlı bir sonuç bulunamamıştır (p:0,314). Yine yüzeysel mesane kanser grubu ile kontrol grubu, CD4/CD8 yönünden karşılaştırıldıklarında istatistiksel bir anlam bulunmamıştır (p=0.236). İnvaziv mesane kanser grubu ile kontrol grubu CD4/CD8 yönünden karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı sonuç bulunmamıştır(p=0.211). CD4/CD8 oranının, immün sistem aktivitesi azaldığında, TCC'nin yüzeyselden invazive doğru progresyon göstermesinde ve hatta tümör gelişimi esnasında önemli bir basamak olduğu düşünülmekte ise de bizim çalışmamızda, bu oranda istatistiksel olarak anlamlı bir düşme saptamadık. Bizim bulgularımızla CD4/CD8 oranı önceki çalışmaların aksine mesane tümörlü olguların takibinde önemli bir kriter olamayabileceği kanısına ulaştık.

Ancak şu an itibariyle immünojenik belirteçlerin tümör evresini, prognoz ve rekürrensi öngörmede bir prediktif değer olarak kullanılamayacağı kanısındayız. Ürolojik onkolojide olduğu gibi diğer tümör sistemlerinde de lenfositik aktivitenin bilindiği kadarıyla bu alt grup değerleri için prognostik ve terapötik faydaları gelecekte keşfedilecektir. Ayrıca mesane kanserli hastalarda bu immünojenik belirteçlerin prediktif değer kazanabilmesi için daha çok sayıda hastayı kapsayan daha fazla sayıda çalışmaya gereksinim vardır.

Kaynak

- 1) Knutson KL, Disis ML: Augmenting T helper cell immunity in cancer. *Curr Drug Targets Immune Endocr Metabol Disord* 2005;5:365-371
- 2) Fehervari Z, Sakaguchi S: CD4+ regulatory cells as a potential immunotherapy. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 2005;360:1647-61
- 3) Lopez M, Aguilera R, Perez C, Mendoza AN: The role of regulatory T Lymphocytes in the induced immune response mediated by biological vaccines. *Immunobiology* 2006;211:127-36
- 4) Ehrlich, P. Über den jetzigen stand der karzinomforschung. *Ned. Tijdschr. Geneesk.* 5, 273–290 (1909).
- 5) Kim R, Emi M, Tanabe K. Cancer immunoediting from immune surveillance to immune escape. *J Immunol*, 2007 ; 121; 1-14 ----- Dunn GP, Old LJ, Schreiber RD. The Three Es of Cancer Immunoediting. *Ann Rev Immunol*, 2004; 22: 329-360.----- Dunn GP, Old LJ, Schreiber RD. The Immunobiology of Cancer Immunosurveillance and Immunoediting. *Immunity*, 2004; 21: 137-148).
- 6) Dunn GP, Bruce AT, Ikeda H, Old LJ, Schreiber RD. Cancer immunoediting: from immunosurveillance to tumor escape. *Nature Immunol*, 2002; 3: 991-998---- Kim R, Emi M, Tanabe K. Cancer immunoediting from immune surveillance to immune escape. *J Immunol*, 2007 ; 121; 1-14).
- 7) Gruszczyński P, Ozorowski T. Diagnostic significance of tuberculin skin test in BCG vaccinated population. [Article in Polish] *Pol Merkur Lekarski* 2010;29(171):162-4.----- Fjällbrant H, Rutqvist A, Widström O, Zetterberg G, Ridell M, Larsson LO. Tuberculin skin

- test reactivity of health care students in a country with a low prevalence of tuberculosis. *Int J Tuberc Lung Dis* 2010;14(10):1272-9).
- 8) Wang RF: Functional control of regulatory T cell and cancer immotherapy. *Seminars in Cancer Byology* 2006;16:106-114
 - 9) Rosenberg SO: CD4+ Lymphocytes: A Critical Components of Antitumor Immunity. *Cancer Investigation* 2005; 23:413-419
 - 10) Gerloni M, Zanetti M: CD4 T in tumor immunity. *Springer Semin Immun* 2005;27:37-49
 - 11) Lopez M, Aguilera R, Perez C, Mendoza AN: The role of regulatory T Lymphocytes in the induced immune response mediated by biological vaccines. *Immunobiology* 2006;211:127-36
 - 12) Williams G, Castro JE: The diagnostic and prognostic significance of delayed hypersensitivity skin testing in patients with urological cancer. *Br J Urol.* 1975 Feb;47(1):97-101
 - 13) Amano T, Koshida K, Nakajima K, Naito K, Hisazumi H: PPD, PHA and Su-PS skin tests in genitourinary malignancies *Hinyokika Kiyō.* 1985 Dec;31(12):2107-11.
 - 14) Thanhauser A, Bohle A, Schneider B: The induction of bacillus-Calmette-Guerinactivated killer cells requires the presence of monocytes and T-helper type-1 cells. *Cancer Immunol Immunother* 1995; 40: 103-08.
 - 15) Shawn M, Ray P, Rubenstein M: Lymphocyte subsets in urologic cancer patients. *Urol Res* 1987;15:181-185

ENTROPİYONLU OLGULARDA CERRAHİ SONUÇLARIMIZ*

Doç. Dr. Ali ŞİMŞEK¹
Dr. Öğr. Üyesi Ali Asgar YETKİN²
Arş. Gör. Mübecce BAĞDAŞ³

ÖZET

Amaç: Çalışmamızda kliniğimizde entropiyon tanısı ile cerrahi tedavi uyguladığımız hastaların etyolojisi, cerrahi prosedürlerimiz ve tedavi sonuçlarımızı değerlendirmeyi amaçladık.

Materyal ve Metot: kliniğimizde entropiyon nedeni ile cerrahi geçiren 35 olgunun dosyaları retrospektif olarak tarandı. Olguların hangi cerrahi prosedürle opere edildiği, postoperatif klinik bulguları ve semptomları 1. gün, 10. gün ve 4. ayda not edildi. Cerrahi prosedürlere ve entropiyon özelliklerine göre olgular gruplandırıldı. Postoperatif kontrollerinde göz hareketlerinin serbestliği, korneaya temas eden kirpiklerin varlığı, kirpiklerin dışa dönmesi, kapak kenarında skarlaşma, rekürrens ve hasta memnuniyeti değerlendirildi.

Bulgular: Olguların yaş ortalaması 73, 19'u(%51.35) erkek, 18'i(%48.64) kadındı. 26 gözde (%70.27) üst kapak, 10 olguda (%27.02) alt kapak, bir gözde(%2.70) ise alt ve üst kapak entropiyonu mevcuttu. (şekil 1) 15 gözde (%40.54) senil, 22 gözde(%59.45) skatrisyel entropiyon mevcuttu. 14 göz(grup 1) weis prosedürü ile, 5 göz(grup 2) lateral tarsal strip prosedürü ile 18 göz(grup 3) jones prosedürü ile ameliyat edildi. Wies prosedürü uyguladığımız 2 hastada cerrahi yetersizlik 1 hastada rekürrens izlendi. Hastalara topikal tedavi ile takip önerildi.12 hasta(85.71) tedaviden memnundu. Jones prosedürü uyguladığımız hastaların 2 hastada cerrahi yetersizlik, 1 hastada rekürrens izlendi.15 hasta(%83.33) tedaviden memnundu. Lateral tarsal strip yöntemi uyguladığımız hastalarda rekürrens izlenmedi ve olguların hepsi memnundu.

Sonuçlar: Entropiyon cerrahi tercihi preoperatif muayene ve patolojinin anlaşılması cerrahi sonucunun tatminkarlığı için oldukça önemlidir. Patogenezi belirledikten sonra uygun hastalara cerrahi başarı ve nüks oranlarına göre uygun cerrahiye seçmek, hastanın rahatsızlık şikayetlerinin giderilmesi, entropiyonun görme kaybına kadar ilerleyebilen komplikasyonlarının önlenmesi ve tekrar cerrahiye gitmemek için oldukça önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Entropiyon, Lateral Tarsal Strip, Wies Prosedürü, Jones Prosedürü.

GİRİŞ

Entropiyon, tarsın ve göz kapağının içe dönmesi sonucu oluşan bir kapak malpozisyonudur. Göz kapağının içe dönmesi, kirpiklerin korneaya temas etmesine neden olur. Kirpiklerin korneada irritasyon etkisi sonucu hasta ağrı, fotofobi, epifora, kronik konjonktivit, keratit, korneal skar gibi bulgularla karşımıza gelir.^{1,2}

Entropiyon, genellikle alt kapağı etkiler. Yaşlı popülasyonda daha sık olduğu gösterilmiştir.³ Skatrisyel, konjenital ve involüsyonel entropiyon olabilir. İnvölüsyonel entropiyon en sık görülendir.^{2,4} Skatrisyel entropiyona, konjonktiva ve tarsın uzun süreli inflamasyonu neden olur.⁴ Kronik blefarit, kimyasal yanıklar, trahom, herpes gibi enfeksiyöz hastalıklar, travma, Stevens-Johnson sendromu gibi klinik durumlarda skatrisyel entropiyon gelişebilir.¹ Trahom kornea ve konjonktivada uzun süreli inflamasyon etkisi ile skatrisyel değişikliklere yol açarak özellikle üst göz kapağını etkileyen, körlüğe kadar gidebilen önemli bir enfeksiyöz etkendir.⁵

* NOT: Bu çalışmamız Adıyaman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisinde kabul edilip yayın aşamasında.

¹ Adıyaman Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Adıyaman, Türkiye, alisimsek1980@gmail.com

² Adıyaman Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Adıyaman, Türkiye, asgaray@mynet.com

³ Adıyaman Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Adıyaman, Türkiye, mubeccebagdas@gmail.com

İnvolusyonel entropiyon, horizontal kapak gevşekliği, medial ve lateral kantal tendon gevşekliği, alt kapak retraktörlerinin disinsersiyonu veya preseptal orbicularis kası ile pretarsal orbicularis kasının üst üste gelmesi ile oluşur.⁶⁻⁹

Entropiyon onarımı için literatürde bir çok cerrahi yöntemden bahsedilmiştir. Wies prosedürü¹⁰, Jones prosedürü¹¹, Transver döndürücü suturlar¹², Lateral Tarsal Strip¹³ gibi cerrahi yöntemler vardır.

Hafif ve orta düzey entropiyon olgularında ön lamellaya(cilt ve orbikularis kası), ileri düzey olgularda ise arka lamellaya(tars ve konjonktiva) cerrahi uygulama sonuçları başarılı bulunmuştur.¹⁴

Çalışmamızda kliniğimizde entropiyon tanısı ile cerrahi tedavi uyguladığımız hastaların dosyalarını retrospektif olarak inceleyerek, etyoloji, cerrahi prosedürlerimiz ve tedavi sonuçlarımızı değerlendirmeyi amaçladık.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmamızda 01.01.2016- 01.09.2018 tarihleri arasında kliniğimizde entropiyon nedeni ile cerrahi geçiren olgularımızın dosyaları retrospektif olarak tarandı. Çalışma için Adıyaman Üniversitesi etik kurul onayı alındı ve Helsinki Bildirisi kurallarına uyuldu.

Hastaların yaş, cinsiyet gibi demografik verileri, preoperatif klinik bulguları ve semptomları not edildi. Sistemik hastalıklar ve oftalmolojik öz geçmişleri sorgulandı. Steven-johnson, Skatrisyel Pemfigoid, yanık, travma gibi sekonder olarak gelişen entropiyonlar, fizik gözlü olgular ve kontrollerine düzenli gelmeyen olgular çalışma dışı bırakıldı.

Olguların hangi cerrahi prosedürle opere edildiği, postoperatif klinik bulguları ve semptomları 1. gün, 10. gün ve 4. ayda not edildi. Cerrahi prosedürlere ve entropiyon özelliklerine göre olgular gruplandırıldı.

Senil entropiyona olgularda, alt kapak ortadan tutularak globun tersi yönde çekildiğinde konjonktivadan 6 mm den fazla uzaklaşma(Pinch testi) veya göz kapağı aşağı doğru çekilip bırakılması ile kapağın eski pozisyonuna dönmesinin uzun zaman alması (Snapback testi) ile karar verildi. Skatrisyel entropiyonlu olgularda ise konjonktival epitelizasyon ve skarlaşma, tarsda kalınlaşma ve kapak kenarlarında kalınlaşma mevcut idi.

Postoperatif kontrollerinde göz hareketlerinin serbestliği, korneaya temas eden kirpiklerin varlığı, kirpiklerin dışa dönmesi, kapak kenarında skarlaşma, rekürrens ve hasta memnuniyeti değerlendirildi.1. gün ve 10. Günde korneaya temas eden kirpiklerin bulunması cerrahi yetersizlik, 4. ayda bulunması ise rekürrens olarak değerlendirildi.

Verilerin istatistiksel analizinde SPSS 17 paket programı kullanıldı.

Cerrahi Teknik; Wies Prosedürü için (Grup 1) , alt kapağa lokal anestezi (%2'lik lidokain) uygulamasını takiben tars alt kenarı hizasından içte punktumdan başlamak üzere tüm alt kapak boyunca tam kat transvers blefarotomi yapıldı. Çift spatül iğneli 6-0 poliglaktin sutur ile kesinin alt kenarında konjonktiva ve alt kapak retraktörlerinden, üstte tars, orbikularis kası ve ciltten geçerek 3 adet sutur ile kapak eversiyonu sağladı. Blefarotomi 6-0 poliglaktin sutur ile kapatıldı.

Lateral Tarsal Strip (Grup 2) prosedüründe, alt kapağa ve lateral kantal bölgeye lokal anestezi uygulamasını takiben lateral kantotomi ve alt bacağa kantoliz yapıldı. Kapak gevşekliğine göre kapak kenarı ve ön lamel çıkarılarak tarsal şerit hazırlandı ve kapak dokusu exise edildi. Tarsal şerit lateral kısmından 5-0 polipropilen ile periosta suture edildi.

Jones Prosedürü (Grup 3) , lokal anestezi uygulamasını takiben gri hattın yaklaşık olarak 4 mm altında punktumdan lateral kantusa uzanan cilt ve orbikularis kası içeren insizyon yapıldı. Tarsal plak, alt kapak retraktörlerinden, cilt ve orbikularis kas tabakasından serbestleştirildi. 6-0 absorbable sutur ile sırası ile alt kapak retraktörlerinden, tarsal kapağın alt hizasından, tekrar alt kapak retraktörlerinden geçerek 3 adet plikasyon suturu uygulandı. Cilt kapatıldı.

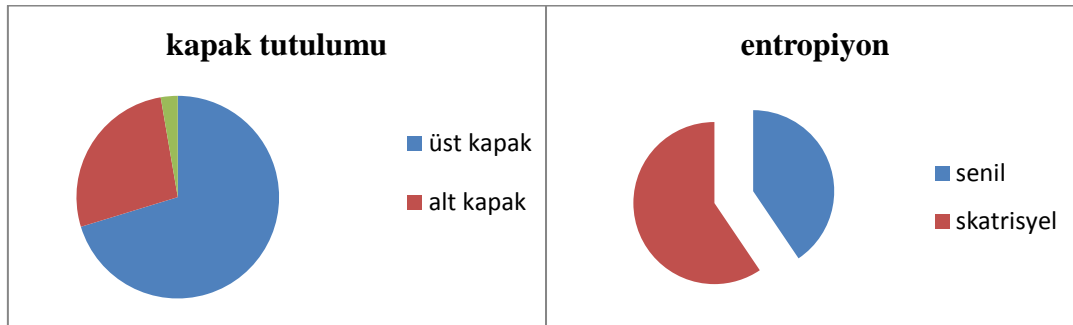
Tüm olgulara postoperatif antibiyotikli pomad verildi.

BULGULAR

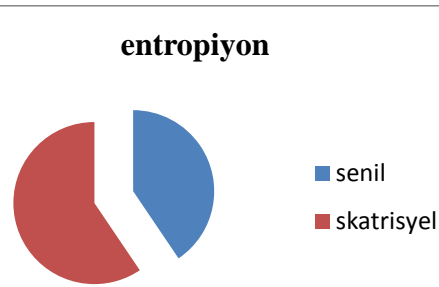
01.01.2016- 01.09.2018 tarihleri arasında kliniğimizde entropiyon nedeni ile cerrahi geçiren 35 olgunun dosyaları retrospektif olarak tarandı. 2 olgu bilateral olduğu için 37 göz çalışmaya alındı. Olguların yaş ortalaması 73, 19'u(%51.35) erkek, 18'i(%48.64) kadındı.

26 gözde (%70.27) üst kapak, 10 olguda (%27.02) alt kapak, bir gözde(%2.70) ise alt ve üst kapak entropiyonu mevcuttu. (şekil 1) 15 gözde (%40.54) senil, 22 gözde(%59.45) skatrisyel entropiyon mevcuttu.(şekil2)

Şekil 1

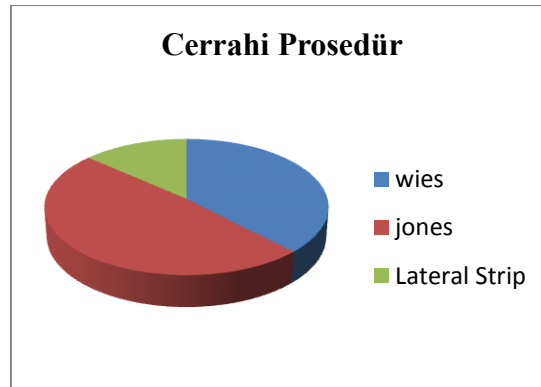


Şekil 2



14 göz(grup 1) weis prosedürü ile, 5 göz(grup 2) lateral tarsal strip prosedürü ile 18 göz(grup 3) jones prosedürü ile ameliyat edildi.(şekil 3)

Şekil 3



Wies prosedürü uyguladığımız 2 hastada cerrahi yetersizlik 1 hastada rekürrens izlendi. Hastalara topikal tedavi ile takip önerildi.12 hasta(85.71) tedaviden memnundu. Jones prosedürü uyguladığımız hastaların 2 hastada cerrahi yetersizlik, 1 hastada rekürrens izlendi.15 hasta(%83.33) tedaviden memnundu. Lateral tarsal strip yöntemi uyguladığımız hastalarda rekürrens izlenmedi ve olguların hepsi memnundu. (tablo 1)

Tablo 1

	Wies Prosedürü			Jones Prosedürü			Lateral Tarsal Strip		
	1.gün	10.gün	4.ay	1.gün	10.gün	4.ay	1.gün	10.gün	4.ay
Korneaya temas eden kirpik varlığı	-	2	1	-	3	3	-	-	-
Kirpiklerin dışa dönmesi	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kapak kenarında skarlaşma	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cerrahi yetersizlik	-	2	-	-	2	-	-	-	-
Rekürrens	-	-	1	-	-	1	-	-	-
Hasta memnuniyeti	10	12	12	16	15	15	4	4	5

TARTIŞMA

Entropiyon, kapak kenarının globa yönelmesi ile beraber kirpiklerin veya kapak kenarının okuler yüzeye teması sonucu; epifora, rahatsızlık hissi, kronik konjonktivit veya keratit ile sonuçlanan ve görme kaybına kadar gidebilen bir kapak malpozisyonudur.² Skatrisyel, involusyonel(senil) ve konjenital nedenlerle olabilir. Konjenital entropiyon nadir görülür. En sık görülen involusyonel entropiyondur. Involusyonel entropionun patogeneğinde rol oynayan temel faktörler; tarsal plakta ve kantal tendonlarda yaşa bağlı elastik ve fibröz doku değişiklikleri sonucu horizontal kapak gevşekliği, alt kapak retraktörlerinin zayıflaması, vertikal kapak gevşekliği, preseptal orbiküler kasın pretarsal orbiküler kas üzerine yer değiştirmesidir.^{15,16} Cerrahide amaç alt kapak retraktörlerinin onarılması ve horizontal, vertikal kapak dengesizliğinin düzeltilmesidir.^{17,18}

Skatrisyel entropiyon patogeneğinde ise kronik tarsal ve konjonktival inflamasyon vardır.⁴ Özellikle üst kapağı etkiler. Trahom etyolojide önemli rol oynamaktadır.¹⁹

Trahom, *Chlamydia trachomati*'in etken olduğu görme kaybı ile sonuçlanabilen komplikasyonları olan bir göz hastalığıdır.1933 yılında Dünya'da 150 milyon Trahom hastasının olduğu ve bunların 5-6 milyonunun görme kaybı yaşadığı bildirilmiştir. Trahom için Türkiye'de istatistiksel incelemeler 1924 yılında Refik Saydam ile başlamıştır. 1925-1932 yıllarında çoğunluğu Güney Doğu Anadolu'da olmak üzere 3 milyon hasta olduğu düşünülmüştür. Trahomla mücadele bu tarihlerde trahomun yoğun olduğu Adıyaman, Malatya illerinde hastaneler açılarak başlamıştır. Adıyaman' da muayene edilen 5.685 kişiden 5.446 sına trahom teşhisi konulmuştur. Bu nedenle Adıyaman körler memleketi olarak anılmıştır. 1990 lı yıllara kadar trahomla mücadele devam etmiştir.²⁰⁻²⁴

Günümüzde her ne kadar hastalığa rastlamasakda korneal opasite, skatrisyel entropiyon ve skatrisyel kapak, tars ve konjonktiva hastalıkları bıraktığı izler olarak oldukça sık karşımıza çıkmaktadır.

Çalışmamızda 15 gözde(%40.54) senil, 22 gözde(%59.45) skatrisyel entropiyon mevcuttu. 26 gözde (%70.27) üst kapak, 10 olguda (%27.02) alt kapak, bir gözde(%2.70) ise alt ve üst kapak entropiyonu mevcuttu. Bölgemizin trahom geçmişinden dolayı skatrisyel entropiyonu ve üst kapak entropiyonunu daha fazla bulduk.

Olguların yaş ortalaması beklenildiği gibi ileri yaşdı(73) ve cinsiyetler arasında belirgin bir fark yoktu.

Entropiyon cerrahisinde bir çok yöntem uygulanmaktadır. Wies prosedürü transevers blefarotomi ve eversiyon suturunu içeren horizontal kapak stabilitesi sağlamaya yönelik bir yöntemdir. Transvers blefarotomi fibröz skar oluşturarak orbikularis kasını stabilize eder, eversiyon suturları ile de alt kapak retraktörlerinin tarsı çekici etkisi zayıflatılır. Wies prosedürü için literatürde nüks oranını %31²⁵, %18,4²⁶, %11²⁷ olarak bildiren çalışmalar vardır. Bizim olgularımızda rekürrens oranı %7.1(1 hasta) di. Son kontrollerinde memnuniyet oranı % 85.7(12 hasta) idi. Rekürrens oranını literatüre göre daha düşük bulduk. Litaretürde rekürrens oranının yüksek olması wies prosedüründe vertikal kapak gevşekliğinin tamir edilmemesi yalnızca horizontal gevşekliğin onarılması ile açıklanabilir. Wies prosedürünü 14 hastaya(%37.83) uyguladık. 18 hastaya (%48.64) Jones prosedürü uyguladık.5 hastaya(%13.51) ise lateral tarsal strip yöntemi uyguladık. Wies prosedürü transvers blefarotomi içerdiğinden diğerlerinden daha invaziv olması ve kozmetik olarak daha geç iyileşmesi nedeni ile daha az tercih edilmiş olabilir.

Lateral Tarsal Strip prosedürü; kantotomi, kantoliz, tarsal şerit oluşturulması, tarsın kısaltılması ve preiosta suturasyonunu içerir. Kapak kenarlarında sutur bulunmaması diğer prosedürlere göre kozmetik bir avantaj sağlar. Lateral kantal tendon gevşekliği, kapak içeri doğru çekildiğinde limbusla dış açı arası mesafe değerlendirilerek anlaşılabilir. Lateral Tarsal Strip yöntemi ile kapak gerginliği artırılmış olur, hem de lateral kantal tendon sıkılaştırılmış olur. Transvers blefarotomi ve eversiyon suturu içermemesinden dolayı horizontal kapak gevşekliğine etkisi azdır.²⁸ Bir çalışmada LTS ile %22 oranında nüks bildirilirken LTS ile birlikte eversiyon suturu uygulanan olgularda %1,6

bildirilmiştir.²⁹ Biz olguların %13.51'ine LTS uyguladık ve rekürrens görmedik. Horizontal kapak gevşekliğini onarıcı etkisinin az olmasından dolayı diğer prosedürler daha çok tercih edilmiştir ve bu etkisi bilindiği için ileri evre entropiyonlu olgularda tercih edilmemiş olması ile rekürrens oranının düşüklüğü açıklanabilir.

Jones prosedürü; Alt kapak retraktörlerinin plikasyonu ile preseptal ve pretarsal orbikularis lifleri arasında bariyer oluşturur. Lateral tarsal stripe göre horizontal kapak gevşekliğini tamir ettiği için daha avantajlı olabilir. Lateral tarsal strip prosedürü kozmetik olarak daha avantajlı olduğu için cerrahi prosedürü seçerken, lateral kantal tendon ve horizontal kapak gevşekliğini dikkatli muayene etmek gerekmektedir. Transvers blefarotomi içermemesinden dolayı Wies' e göre ameliyat süresi daha kısadır ve daha az invazivdir.³⁰ Wies ve Jones tekniklerinin kıyaslandığı 31 olguluk bir çalışmada olguların yarısı Wies diğer yarısı Jones tekniği ile opere edilmiş, wies ile %7.1 rekürrens görülmüş, Jones ile görülmemiştir.³⁰

Bizde literatürle uyumlu olarak olgularımızın çoğunda (%48.64) Jones tercih ettik.1 olguda(%5.55) rekürrens izledik ve %83.33 memnuniyet gördük.

Entropiyon cerrahi tercihinde preoperatif muayene ve patolojinin anlaşılması cerrahi sonucunun tatminkarlığı için oldukça önemlidir. Patogenezi belirledikten sonra uygun hastalara cerrahi başarı ve nüks oranlarına göre uygun cerrahiye seçmek, hastanın rahatsızlık şikayetlerinin giderilmesi, entropiyonun görme kaybına kadar ilerleyebilen komplikasyonlarının önlenmesi ve tekrar cerrahiye gitmemek için oldukça önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- 1) Cahill KV, Doxanas MT. Eyelid abnormalities: Ectropion, entropion, trichiasis. In: Tasman W, Jaeger EA, eds. Duane's Clinical Ophthalmology on CD-ROM. Lippincott:Williams&Wilkins; 2005. Chapter 73.
- 2) Olver JM, Barnes JA. Effective small-incision surgery for involutional lower eyelid entropion. *Ophthalmology* 2000;107:1982–1988.
- 3) Damasceno RW, Osaki MH, Dantas PE, Belfort R, Jr. Involutional entropion and ectropion of the lower eyelid: prevalence and associated risk factors in the elderly population. *Ophthalmol Plast Reconstr Surg* 2011;27(5):317–320.
- 4) Ünal M. Entropium trikiasis. *Okuloplasti* (1.baskı). İstanbul; TOD Yayınları;2003: 153-163.
- 5) Frick KD, Melia BM, Buhrmann RR, West SK. Trichiasis and disability in a trachoma endemic area of Tanzania. *Arch Ophthalmol*. 2001; 119(12): 1839–44.
- 6) Rainin EA. Senile entropion. *Arch Ophthalmol* 1979; 97:928–930
- 7) Jackson ST. Surgery for involutional entropion. *Ophthalmic Surg* 1983; 14:322–326
- 8) De Roeth A. Mechanism of the senile entropion. *Trans Pacific Coast Oto-Ophthalmol Soc* 1963; 44:173
- 9) Dalgliesh R, Smith JLS. Mechanics and histology of senile entropion. *Br J Ophthalmol* 1966; 50:79
- 10) Wies FA. Surgical treatment of entropion. *J Int Coll Surg* 1954; 21:758
- 11) Quicker MH. In: Sorsby A (ed) *Modern ophthalmology*, Vol. 4, 2nd edn. Butterworth, London, p 939
- 12) Jones LT, Reeh MJ, Wobig JL. Senile entropion, a new concept for correction. *Am J Ophthalmol* 1972; 74:327
- 13) Scheepers MA, Singh R, Ng J, Zuercher D, Gibson A, Bunce C, Fong K, Michaelides M, Olver J. A randomized controlled trial comparing everting sutures with everting sutures and a lateral tarsal strip for involutional entropion. *Ophthalmology* 2010; 117(2):352–355
- 14) Millman AL, Katzen LB, Putterman AM. Cicatricial entropion: an analysis of its treatment with transverse blepharotomy and marginal rotation. *Ophthalmic Surg*. 1989; 20(8): 575–9.
- 15) Collin JR, Rathbun JE. Involutional entropion: a review with evaluation of a procedure. *Arch Ophthalmol* 1978;96:1058–64.

- 16) Barnes JA, Bunce C, Olver JM. Simple effective surgery for involuntional entropion suitable for the general ophthalmologist. *Ophthalmology* 2006;113(1):92-6.
- 17) van den Bosch WA, Rosman M, Stijnen T. Involuntional lower eyelid entropion: results of a combined approach. *Ophthalmic Surg Lasers* 1998;29(7):581-6.
- 18) Wesley RE, Collins JW. Combined procedure for senile entropion. *Ophthalmic Surg* 1983;14:401-5.
- 19) Baylis HI, Hamako C. Tarsal grafting for correction of cicatricial entropion. *Ophthalmic Surg.* 1979; 10(7):42–8.
- 20) Mazhar Osman, Sıhhat Almanakı, Kader Matbaası, İstanbul 1933, s.758.
- 21) Nuri Fehmi Ayberk, “Dünya Trahom Mücadelesi”, *Türk Oftalmoloji Gazetesi*,1931;1(11-12), 688-710
- 22) Nuri Fehmi Ayberk, “Türkiye’de Trahom Mücadelesi Tarihçesine Ait Hatıralarım”, *Göz Kliniği*, S. 10, Ekim 1961, s. 129.
- 23) “Yüzme Havuzları ve Trahom”, *Akşam*, 3 Ağustos 1943.
- 24) Ayberk, Nuri Fehmi, “Türkiye’de Trahom Mücadelesi Tarihçesine Ait Hatıralarım
- 25) II”, *Göz Kliniği*, S. 11, Kasım 1961, s.5
- 26) Boboridis K, Bunce C, Rose G. A comparative study of two procedures for repair of involuntional lower eyelid entropion. *Ophthalmology* 2000;107:959–61.
- 27) Çiftçi F, Sönmez M, Ünal M, Gülecek O. İnvolyusyonel entropiumda kombine cerrahi. *Türk Oftalmol Gaz* 2000;30:215-9.
- 28) Lance SE, Wilkins RB. Involuntional entropion. A retrospective analysis of the Wies procedure alone or combined with a horizontal shortening procedure. *Ophthalm Plastic &Reconstr Surg* 1991; 7: 273-7.
- 29) Liu D. Lower eyelid tightening: a comparative study. *Ophthal Plast Reconstr Surg* 1997;13:199–203.
- 30) Rougraff PM, Tse DT, Johnson TE, Feuer W. Involuntional entropion repair with fornix sutures and lateral tarsal strip procedure. *Ophthal Plast Reconstr Surg* 2001;17:281–7.
- 31) Hoda M kamel El-Sobky, Sameh S Mandour, Mona M mohammed Allam. Wies procedure versus Jones procedure in the surgical correction of acquired lower eyelid involuntional entropion. *Menoufa MJ*.2017;30(2):507-11

LOKAL İLERİ Evre III-A ve III-B KÜÇÜK HÜCRE DIŞI AKCİĞER KANSERLERİNİN TEDAVİSİNDE SİMULTANE KEMOTERAPİ İLE BİRLİKTE UYGULANAN HİPERFRAKSİYONE VE NORMOFRAKSİYONE RADYOTERAPİNİN KARŞILAŞTIRILMASI*

Dr. Öğr. Üyesi Timur KOCA¹

ÖZET

Giriş ve Amaç: Akciğer kanserleri, dünya genelinde kansere bağlı ölümlerde ilk sırada yer almakta olup, küçük hücre dışı akciğer kanserleri (KHDAK) en sık görülen tipidir. Çalışmamızda, lokal ileri küçük hücre dışı akciğer kanserlerinde, hiperfraksiyone radyoterapi (RT) ile simultane kemoterapi (KT) şemasının, normofraksiyone radyoterapi ile simultane kemoterapi şeması ile toksisite, tolerabilite, hastalısız ve total sağkalım açısından karşılaştırmak amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Evre III-A ve III-B küçük hücre dışı akciğer kanserine sahip, Karnofsky performans durumu % 70'in üzerinde, son iki ayda kilosunun %5'inden daha fazlasını kaybetmemiş ve önceden herhangi bir tedavi görmemiş olan, toplam 40 hasta, çalışmaya dahil edilmiştir. Kemoterapi kolu sabit olmak üzere hastalar, hiperfraksiyone (birinci grup: total 69.6 Gy RT ve KT) veya normofraksiyone (ikinci grup: total 60 Gy RT ve KT) radyoterapi uygulaması açısından, iki gruba ayrılmış ve her iki gruba da 20'şer hasta alınmıştır. RT uygulamaları Co-60 teleterapi cihazı ile yapılmıştır. Kemoterapi, radyoterapinin bitiminden sonra 4 kür daha uygulanarak, her iki tedavi grubunda da toplam, 6 küre tamamlanmıştır. Tedaviye ait erken, geç toksisiteler ve sağ-kalım farklılıkları değerlendirilmiştir.

Bulgular: Toksisiteler açısından, hiperfraksiyone kolda akut toksisitelerde artış izlenmiştir. En sık rastlanan akut toksisiteler; birinci grupta özefageal, ikinci grupta ise bronkopulmoner olmuştur. Her iki tedavi grubunda da akut toksisiteler kabul edilebilir bulunmuş ve tedaviye bağlı ölüm olmamıştır. Bronko-pulmoner toksisiteler, her iki grupta da en sık rastlanan toksisiteler olup, derece III ve IV kronik toksisiteler açısından iki kol arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Sağ-kalım süreleri çalışmanın birinci kolunda 14 ay, ikinci kolunda ise, 10.5 ay olarak saptanmıştır (P=0.02). Median hastalısız sağ-kalım, birinci grupta 11.5 ay, ikinci grupta 8.5 ay olarak saptanmıştır (P<0.05). Histopatolojik tümör tipine göre her iki grupta genel sağ-kalım süreleri karşılaştırıldığında, birinci gruptaki yassı hücreli histolojiye sahip hastalar lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu gözlenmiştir (P<0.05).

Sonuç: Bu çalışmada kombine yüksek doz, 69.6 Gy hiperfraksiyone radyoterapi ve simultane kemoterapi tedavisi, 60 Gy normofraksiyone radyoterapi ile simultane kemoterapi şemasından hastalısız ve total sağkalım açısından istatistiksel olarak anlamlı, üstün bulunmuştur. Bu anlamlı üstünlük, radyasyona duyarlılığı arttıran cisplatin ve simultane uygulanan yüksek doz hiperfraksiyone radyoterapi ile elde edilen daha iyi lokal kontrole ve tümör hücre repopülasyonunun önlenmesine bağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Küçük Hücre Dışı Akciğer Kanseri, Radyoterapi, Kemoterapi

Giriş

Akciğer kanserleri, dünya genelinde kansere bağlı ölümlerde ilk sırada yer almakta olup, küçük hücre dışı akciğer kanserleri (KHDAK) en sık görülen tipidir. Bu yüksek mortalite oranının muhtemel en önemli nedeni, teşhisteki gecikme ve dolayısıyla vakaların çoğunun ileri evrede olmasıdır (1). Dünya genelinde 2018 yılında 2.1 milyon yeni akciğer kanseri vakası ve 1.8 milyon ölüm beklenmektedir. Yaklaşık beş kanser ölümünden birisi akciğer kanserine aittir ve daha önce düşük iken, kadınlarda insidansı giderek artmaktadır (2). Günümüzde, erken evrelerdeki KHDAK'lerinde, cerrahi en uygun tedavi seçeneğidir. Genel olarak, cerrahiye adjuvan tedavilerin

* Bu çalışma, Dr. Timur Koca'nın Tıpta Uzmanlık Tezinden üretilmiştir (Tez No: 79855).

¹ Akdeniz Üniversitesi, timurkoca3@gmail.com

eklenmesi, operasyon sonrası patolojik değerlendirmelerde, cerrahi sınırların ve nodal metastazların varlığına bağlı olarak değişmektedir. Lokal ileri olarak adlandırılan evre III-A ve III-B hastalarda ise, seçilmiş vakalar hariç KT ve RT birlikteliği ana tedavi seçeneğidir. Metastatik vakalarda, kemoterapi ve hedefe yönelik ajanlar tedavide ön planda olup, radyoterapi beyin, kemik metastazları gibi durumlarda palyatif amaçla kullanılmaktadır (3). Performans durumu uygun olmayan yada komorbid hastalıkları nedeniyle kemoterapi alamayan hastalarda radyoterapi primer tedavi modalitesi olarak uygulanabilmektedir. Çalışmamızda, lokal ileri KHDAK hastalarında, hiperfraksiyone radyoterapi (RT) ile eş zamanlı kemoterapi (KT) şemasının, normofraksiyone RT ile eş zamanlı KT şemasıyla, toksisite, tolerabilite, hastalısız ve total sağkalım açısından karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Gelişme

Gereç ve Yöntem; Evre III-A ve III-B küçük hücre dışı akciğer kanserine sahip, Karnofsky performans durumu % 70'in üzerinde, son iki ayda kilosunun %5'inden daha fazlasını kaybetmemiş, ciddi renal veya hepatik hastalığı bulunmayan ve mevcut hastalığa yönelik önceden herhangi bir tedavi görmemiş olan, toplam 40 hasta, çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışma, toplam 46 hasta üzerinde planlanmış olup, toplam 6 hasta, bahsettiğimiz çalışmaya alınabilme kriterlerine uymadığı için, çalışmaya dahil edilmemiştir. Tüm hastaların, fizik muayeneleri yapılarak, patoloji raporları, akciğer tomografileri, tüm vücut taramaları, rutin biokimyasal testleri, hemogramları, elektrokardiografileri, tam idrar analizleri, kilo ve boy ölçümleri, karaciğer fonksiyon testleri (eğer metastaz düşünülürse üst batın tomografileri çekilerek ve raporlanarak) ve beyin tomografileri çalışmaya dahil edilmeden önce elde edilerek, kayıt altına alınmıştır.

Çalışmada hastalar iki gruba ayrılmıştır. Her iki gruba da aynı kemoterapi verilmiş, kemoterapi ilaçları (sisplatin-etoposid protokolü) ve uygulama şekli sabit olmak üzere hastalar, hiperfraksiyone (birinci grup: total 69.6 Gy) veya normofraksiyone (ikinci grup: total 60 Gy) radyoterapi uygulaması açısından, iki gruba ayrılmış ve her iki gruba da 20'şer hasta alınmıştır. RT uygulamaları Co-60 teleterapi cihazı ile yapılmıştır. Kaynak cilt mesafesi 80 cm olarak, izosentrik teknikte, görüntüleme yöntemleri ile tespit edilen primer tümör bölgesi ve ilgili lenfatikleri kapsayan ön ve arka sahalardan ışınlamalar yapılmıştır. Birinci gruba sabah, ön-arka alanlardan 120 cGy, öğleden sonra aynı alanlardan 120 cGy olarak, total 29 günde 69,6 Gy radyoterapi uygulanmıştır. Günlük fraksiyon aralığının 4,5-5 saat olması sağlanmıştır. İkinci gruba ise, günde bir kez ön-arka alanlardan günlük 200 cGy olarak, total 60 Gy radyoterapi verilmiştir. Kemoterapi, radyoterapinin bitiminden sonra 4 kür daha uygulanarak, her iki tedavi grubunda da toplam, 6 kür tamamlanmıştır. Çalışmanın her iki grubuna alınan hastaların hiçbirisine bireysel doz modifikasyonu veya ikinci seri ışınlama yapılmamıştır. Tedaviye ait erken, geç toksisiteler ve sağkalım farklılıkları değerlendirilmiştir. Radyoterapi boyunca, haftada iki kez hemogram değerlendirmeleri yapılmıştır. Kemoterapi uygulamaları öncesinde hematolojik ve biyokimyasal değerlendirmeler yapılmış, hastaların düz akciğer grafileri çekilmiştir. Gerekli görüldüğünde kemoterapi sonrasında da tekrarlanmıştır. Tedaviye bağlı, emezis, nötropeni, özefajit gibi toksisiteler, kayda alınarak, gerekli medikasyonlarla sağaltılmaya çalışılmıştır. Hastalar tedavi sonrası birinci ayda ve sonrasında her üç ayda bir kontrole çağırılarak, rutin hematoloji ve biyokimyasal parametreleri değerlendirilmiştir. Tedaviye cevabın belirlenmesinde ise fizik muayene ve gerekli görüntülemeler, her kontrolde yapılmıştır. Hastaların tedavilerine verdiği cevaplar belirlenirken, tedaviler esnasında veya takipte verilen en iyi cevap düzeyleri dikkate alınmıştır. Gruplar birbiriyle, tedaviye ait toksisite, tolerabilite, lokal kontrol, uzak metastaz ve sağkalım süreleri bakımından karşılaştırılmıştır. Toksisitelerin derecelendirilmesinde, Common Toxicity Criteria: Versiyon 2.0 kriterleri esas alınmıştır (4). İstatistiksel analizler SPSS programı yardımıyla yapılmış olup, gruplar arasındaki farklılıklar $P < 0.05$ olduğunda anlamlı olarak belirlenmiştir.

Bulgular; Hastalarımızın medyan yaşı birinci grupta 59,5 iken, ikinci grupta 59 olarak tespit edilmiştir. Hastaların cinsiyet dağılımları, I. grupta; 19 erkek, 1 kadın ve II. grupta; 18 erkek, 2 kadın şeklindedir. Her iki grup için, hastaların, biyopsi sonuçlarına ait patoloji raporlarından tümör

tipleri, %70 yassı hücreli, %15 adenokarsinom, %2,5 büyük hücreli ve %12,5 diğer küçük hücre dışı akciğer kanseri olarak belirlenmiştir. Hastaların evrelere göre dağılımı şöyledir; I. grupta 6 tane evre III-A ve 14 Evre III-B vaka varken, II. grupta 5 tane evre III-A ve 15 evre III-B vaka vardır. Her iki grup dikkate alındığında, dört hasta hariç diğer tüm hastalar uzun yıllardır sigara içmekteydiler. Toplam sigara içimi süresi, birinci grupta 15-50 yıl (ortalama, 28 yıl) ve ikinci grupta 20-45 yıl (ortalama, 25 yıl) olarak tespit edilmiştir. En sık yakınmalar, her iki grupta da öksürük ve dispne olarak tespit edilmiştir.

Toksisiteler açısından, birinci grupta, akut toksisitelerde artış izlenmiş ve özefajit en sık görülen akut toksisite olmuştur. İkinci grupta ise en sık rastlanan akut toksisiteler bronko-pulmoner olmuştur. Akut toksisiteler açısından, birinci grupta artış izlense de, iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark izlenmemiştir. Her iki hasta grubu dikkate alındığında, gelişen derece III toksisite nedeniyle, toplam 5 hastada, tedaviye en az 3 en fazla 10 gün ara verilmek zorunda kalmıştır. Her iki tedavi grubunda da akut toksisiteler kabul edilebilir bulunmuş ve tedaviye bağlı ölüm olmamıştır. En sık saptanan geç toksisiteler, bronko-pulmoner olmuştur. Tedavi grupları arasında, geç toksisiteler bakımından anlamlı istatistiksel bir fark bulunamamıştır. Bu toksisiteler saptandığında, gerekli medikasyonlarla veya ilgili branşlara yönlendirilerek sağaltılmaya çalışılmıştır.

Olgularımızın, median takip süresi birinci grupta 15 ay, ikinci grupta 13,5 aydır. Medyan sağ-kalım süreleri, I. grupta; 14 ay, II. grupta ise 10.5 ay olarak saptanmıştır (P=0.02). Medyan hastaliksız sağ-kalım I. grupta 11.5 ay, ikinci grupta 8.5 ay olarak saptanmıştır (P<0.05). Histopatolojik tümör tipine göre her iki grupta genel sağ-kalım süreleri karşılaştırıldığında, birinci gruptaki yassı hücreli histolojiye sahip hastalar lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu gözlenmiştir (P<0.05). Her iki grupta da en sık nüks yeri, loko-rejyonel olarak tespit edilmiş olup, uzak metastazlar en sık beyin ve kemiklere olmuştur.

Tartışma; Sağkalım sürelerinde uzama elde edilmesine rağmen, KHDAK'lerinin tedavisi henüz istenilen düzeye gelememiştir (5). Sınırlı sayıda cerrahi yapılabilen olgular hariç, kemoterapi ve radyoterapi kombinasyonları, lokal ileri vakalarda en iyi sonuca sahip tedavi şekli olarak izlenmektedir (6). Çalışmamızda, kombine yüksek doz, 69.6 Gy hiperfraksiyone RT ve simultane KT tedavisi, 60 Gy normofraksiyone RT ile simultane KT şemasından hastaliksız ve total sağ-kalım açısından istatistiksel olarak anlamlı, üstün bulunmuştur. Bu anlamlı üstünlük, radyasyona duyarlılığı arttıran cisplatin içeren kemoterapi protokolü ve simultane uygulanan yüksek doz hiperfraksiyone radyoterapi ile elde edilen, daha iyi lokal kontrole ve tümör hücre popülasyonunun yenilenmesinin (repopülasyon) önlenmesine bağlanmıştır. Çalışmamız küçük hücre dışı akciğer kanserlerinin tedavisinde geline noktaı görmemiz açısından da önemli görünmektedir (7). Splinter, evre III KHDAK'lerinin tedavilerine ait derlemesinde, tek ve çoklu tedavi modalitelerini karşılaştıran çalışmaları değerlendirmiştir. Kombine tedavilerin ve sisplatin içeren rejimlerin diğerlerinden üstün olduğunu belirtmiştir. (8). Çalışmamızda da sisplatin içeren ve en sık kullanılan kemoterapi rejimi tercih edilmiştir. Bayhardt ve arkadaşları, sisplatin ve vindesin KT'si ile eş zamanlı 69,6 Gy hiperfraksiyone RT uyguladıkları çalışmalarında, medyan sağ-kalım süresini 12.2 ay ve medyan hastaliksız sağ-kalımı 8,8 ay olarak bulurken; en sık nüks yeri çalışmamızda olduğu gibi, bölgesel olarak saptanmıştır (9). Evre III-A ve B KHDAK hastalarında, düşük doz split kurs RT'nin değerlendirildiği bir çalışmada; tek başına RT, RT ile eş zamanlı haftalık ve RT ile eş zamanlı günlük sisplatin uygulamalarının araştırıldığı üç gruplu bir çalışmada, RT'ye günlük platin eklenen kolda sağ-kalımın anlamlı olarak uzadığı bulunmuştur. Bu çalışmada, üç grup arasında uzak metastazların gelişme zamanı açısından fark bulunamamış ve bu durum düşük dozda uygulanan, tümör hücre repopülasyonuna neden olabilecek, split kurs radyoterapiye bağlanmıştır (10). Jeremic ve arkadaşları, tek başına hiperfraksiyone total 69,6 Gy RT ile KT eşzamanlı aynı dozda hiperfraksiyone radyoterapi dozunu uyguladıkları iki grubu değerlendiren çalışmalarında, KT ile kombine RT'nin uygulandığı grupta, medyan ve hastaliksız sağ-kalım avantajı bulmuşlardır. En sık nüks yerleri iki grupta da lokal-bölgesel olmuştur. En sık rastlanan toksisiteler ise, özefageal ve bronko-pulmoner olarak belirtilmiş, çalışma tolere edilebilir bulunmuştur. Medyan sağ-kalım

süresindeki fazlalığın, KT'nin günlük uygulanmasına bağlı olabileceği düşünülmüştür (11). Radyoterapi Onkoloji Grubunun (RTOG) 83-11 numaralı çalışmasında, 60 ile 79,2 Gy arasındaki total dozlarda hiperfraksiyone RT verilmiştir. Bu çalışmada, 69,6 Gy'lık total doz için muhtemel sağ-kalım avantajından bahsedilmiştir. Bu dozdan daha düşük dozlara göre sağ-kalım avantajı, daha yüksek dozlar için ise sağ-kalımda avantaj gösterilememiş, aksine toksisitelerde artış bildirilmiştir. En sık rastlanan akut toksisiteler, özefageal ve bronko-pulmoner, en sık geç toksisiteler ise, bronko-pulmonerdir. Çalışmada aynı zamanda CALGB'nin 60 Gy'lık normofraksiyone RT çalışması da değerlendirilmiş ve hiperfraksiyone uygulamalarda sağ-kalım avantajından bahsedilmiştir (12). Yine RTOG'nin 91-06 numaralı çalışmasında Lee ve arkadaşları, 69,6 Gy hiperfraksiyone RT ile eş zamanlı sisplatin, etoposid KT'si uyguladıkları çalışmalarında, yassı hücreli KHDAK'lerinin tedaviye daha iyi cevap verme eğiliminde olduğunu belirtmişlerdir. Total cevap oranı %80 olarak verilmiştir (13). Bizim çalışmamızda total cevap oranı ise %84'dür. Hastaların medyan sağ-kalımı ise bizim çalışmamızdan yaklaşık dört ay daha fazla olarak bulunmuştur. Bu durum, KT kolundaki doz, uygulama süresi farklılığına ve hastaların tedaviye uyumuna bağlanmıştır. Bu çalışmada da ilk rekürrens yeri olarak primer tümör bölgesi ve toraks belirlenmiştir. Erken ve geç toksisiteler bakımından da çalışmamızla uyumludur. Komaki ve arkadaşları, RTOG 83-11 (tek başına hiperfraksiyone RT) ve 91-06 (hiperfraksiyone RT+ KT) çalışmalarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, KT'nin eklenmesinin, toksisitelerin sıklığını ve şiddetini arttırdığını ortaya koymuşlardır. Her iki çalışma arasında sağ-kalım avantajı gösterilememiştir ancak; istatistiksel bir fark olmamakla beraber 91-06 lehine sağ-kalımda artış söz konusudur. Hiperfraksiyone RT'ye KT eklenmesinin, uzak metastaz gelişimini önlemediği sadece geciktirdiği ifade edilmiştir. Bu durum bizim çalışmamız için de geçerlidir (14).

Günümüzde, lokal ileri küçük hücre dışı akciğer kanserlerinde, gelişmiş lineer hızlandırıcılarla yapılan tedaviler tercih edilmekte, görüntü kılavuzluğunda, üç boyutlu ve yoğunluk ayarlı RT kullanılmaktadır. Proton tedavi cihazları gibi cihazlar da imkan dahilinde ise kullanılabilir (15). Özellikle, Pozitron Emisyon Tomografinin kullanımının yaygınlaşması ile tümörün lokalizasyonuna, lenf nodu tutulumlarına ve tedavi sonrası cevap değerlendirmelerine daha net karar verilebilmektedir. Lenf nodlarının elektif ışınlanması yerine, tutulu nodların tedavisi yapılmaktadır (6, 16). Solunum hareketleri ile uyumlu RT uygulamaları da yapılabilmektedir. Az sayıda merkezde bulunan, dört boyutlu bilgisayarlı tomografi ve dört boyutlu manyetik rezonans görüntülemeler, tümörün ve kritik organların nefes ile yer değişimlerini de hesaba katmaları açısından başta akciğer kanserleri olmak üzere, tedavi tasarımlarında başarılı görünmektedir (6, 17). RT'de, KT ile ardışık veya eş zamanlı, normo-fraksiyone, total 60-70 Gy arasında dozlar tercih edilmektedir. Sağ-kalım oranları yeni radyoterapi yöntemleri ve ilaç tedavileri ile giderek artmaktadır. RT ile beraber en sık tercih edilen rejimler yine, sisplatin-etoposid, sisplatin-vinblastin, karboplatin AUC5-pemetrexed, sisplatin-pemetrexed, paclitaxel-karboplatin AUC2 rejimleridir. Pemetrexed içeren rejimler, non-skvamöz histolojilerde tercih edilmektedir (6). Definitif kemo-radyoterapi sonrasında progresyonu olmayan vakalarda, bir immün kontrol noktası blokeri olan Durvalumab'ın kullanılması, 19. Dünya Akciğer Kanseri Konferansı sonrasında, tedavi pratiğini değiştiren, yeni bir standart olarak sunulmuştur (18).

SONUÇ

Lokal ileri küçük hücre dışı akciğer kanserlerinin tedavisinde, yoğun çabalara rağmen istenen düzeye ulaşılamamıştır. Çalışmaların genelinde, bizim çalışmamızda olduğu gibi yaşam sürelerinde uzama sağlanmasına rağmen, halen yetersizdir. Çalışmaların radyoterapi kolunda, simülasyonun, radyogenomiklerin, ışın cinsinin, verilme tekniğinin, fraksiyonasyon değişkeninin ve diğer tedavilerle ardışıklığının veya birlikteliğinin araştırılması gereklidir. Kemoterapi kolunda ise, yeni KT ajanlarının, anjiogenez inhibitörleri, moleküler ve immünoterapi ajanlarının, etkilerinin, dozlarının, yan etkilerinin, RT ile ardışıklık veya birlikteliklerinin en iyi düzeye gelene kadar irdelenmesi gereklidir. Tüm bu araştırmaların, seçilen homojen (histopatolojik tip, yaş, performans durumu, genomikler gibi) geniş hasta gruplarını içeren serilerde incelenmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- 1) Thawani R, McLane M, Beig N, Ghose S, Prasanna P, Velcheti V, Madabhushi A (2018). Radiomics and radiogenomics in lung cancer: A review for the clinician. Lung Cancer. 115: 34-41. doi: 10.1016/j.lungcan.2017.10.015
- 2) Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, Siegel RL, Torre LA, Jemal A. Global Cancer Statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. CA Cancer J Clin. 2018;68(6):394-424. doi:10.3322/caac.21492
- 3) Gunderson LL, Tepper J. E. Clinical Radiation Oncology. Elsevier. Fourth Edition; 2016. p: 1038-1093.
- 4) Trotti A, Byhardt R, Stetz J, Gwede C, Corn B, Fu K, Gunderson L, McCormick B, Morrisintegral M, Rich T, Shipley W, Curran W. Common toxicity criteria: version 2.0. an improved reference for grading the acute effects of cancer treatment: impact on radiotherapy . Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2000 Apr 1;47(1):13-47.
- 5) Wang S, Sun T, Sun H, Li X, Li J, Zheng X, Mallampati S, Sun H, Zhou X, Zhou C, Zhang H, Cheng Z, Ma H. Survival improvement in patients with non-small cell lung cancer between 1983 and 2012: Analysis of the Surveillance, Epidemiology, and End Results database. Tumour Biol. 2017 May;39(5):1010428317691677. doi: 10.1177/1010428317691677.
- 6) National Cancer Comprehensive Network (NCCN), Clinical Practice Guidelines in Oncology (2018). Non-Small Cell Lung Cancer. http://www.nccn.org/professionals/physician_gls/pdf/nscl.pdf (Son erişim tarihi: 16.11.2019).
- 7) Koca T. Evre III-A ve III-B Küçük Hücre Dışı Akciğer Kanserlerinde Hiperfraksiyone Radyoterapi ve Simultane Uygulanan Kemoterapi Şemasının Normofraksiyone Radyoterapi ve Simultane Uygulanan Kemoterapi Şeması ile Karşılaştırılması. Tıpta Uzmanlık Tezi, 1999.
- 8) Splinter TA. Introduction to the treatment of lung cancer. Semin Oncol. 1997 Aug;24(4 Suppl 12):S12-1-S12-5.
- 9) Byhardt RW, Scott CB, Ettinger DS, Curran WJ, Doggett RL, Coughlin C, Scarantino C, Rotman M, Emami B. Concurrent hyperfractionated irradiation and chemotherapy for unresectable nonsmall cell lung cancer. Results of Radiation Therapy Oncology Group 90-15. Cancer. 1995 May 1;75(9):2337-44.
- 10) Schaake-Koning C, van den Bogaert W, Dalesio O, Festen J, Hoogenhout J, van Houtte P, Kirkpatrick A, Koolen M, Maat B, Nijs A, et al. Effects of concomitant cisplatin and radiotherapy on inoperable non-small-cell lung cancer. N Engl J Med. 1992 Feb 20;326(8):524-30.
- 11) Jeremic B, Shibamoto Y, Acimovic L, Milisavljevic S. Hyperfractionated radiation therapy with or without concurrent low-dose daily carboplatin/etoposide for stage III non-small-cell lung cancer: a randomized study. J Clin Oncol. 1996, Apr;14(4):1065-70.
- 12) Cox JD, Azarnia N, Byhardt RW, Shin KH, Emami B, Pajak TF. A randomized phase I/II trial of hyperfractionated radiation therapy with total doses of 60.0 Gy to 79.2 Gy: possible survival benefit with greater than or equal to 69.6 Gy in favorable patients with Radiation Therapy Oncology Group stage III non-small-cell lung carcinoma: report of Radiation Therapy Oncology Group 83-11. J Clin Oncol. 1990 Sep;8(9):1543-55.
- 13) Lee JS, Scott C, Komaki R, Fossella FV, Dundas GS, McDonald S, Byhardt RW, Curran WJ Jr. Concurrent chemoradiation therapy with oral etoposide and cisplatin for locally advanced inoperable non-small-cell lung cancer: radiation therapy oncology group protocol 91-06. J Clin Oncol. 1996 Apr;14(4):1055-64.
- 14) Komaki R, Scott C, Lee JS, Urtasun RC, Byhardt RW, Emami B, Andras EJ, Asbell SO, Rotman M, Cox JD. Impact of adding concurrent chemotherapy to hyperfractionated radiotherapy for locally advanced non-small cell lung cancer (NSCLC): comparison of RTOG 83-11 and RTOG 91-06. Am J Clin Oncol. 1997, Oct;20(5):435-40.
- 15) Liu C, Sio TT, Deng W, Shan J, Daniels TB, Rule WG, Lara PR, Korte SM, Shen J, Ding X, Schild SE, Bues M, Liu W. Small-spot intensity-modulated proton therapy and volumetric-modulated arc therapies for patients with locally advanced non-small-cell lung cancer: A

- dosimetric comparative study. J Appl Clin Med Phys. 2018 Nov;19(6):140-148. doi: 10.1002/acm2.12459.
- 16) van Loon J, van Baardwijk A, Boersma L, Ollers M, Lambin P, De Ruyscher D. Therapeutic implications of molecular imaging with PET in the combined modality treatment of lung cancer. Cancer Treat Rev. 2011 Aug;37(5):331-43. doi: 10.1016/j.ctrv.2011.01.005.
- 17) Stemkens B, Paulson ES, Tijssen RHN. Nuts and bolts of 4D-MRI for radiotherapy. Phys Med Biol. 2018 Oct 23;63(21):21TR01. doi: 10.1088/1361-6560/aae56d.
- 18) Antonia SJ, Villegas A, Daniel D, Vicente D, Murakami S, Hui R, et al. PACIFIC Investigators. Overall Survival with Durvalumab after Chemoradiotherapy in Stage III NSCLC. N Engl J Med. 2018 Sep 25. doi: 10.1056/NEJMoa1809697.

HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNİN ALGILANAN SOSYAL DESTEK DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Feyza NAZİK¹

ÖZET

Giriş: Sosyal destek bireylerin sorunlarla baş edebilmesinde, günlük hayatlarını daha kaliteli geçirmelerinde önemli bir kavramdır. Özellikle yaşam dönemi geçişlerinde sosyal desteğin önemi artmaktadır. Bu geçiş dönemlerinden bir tanesi de üniversite hayatına atılmadır. Aile ortamından uzaklaşma, yeni bireylerle tanışma, meslek edinme yolunda ilk adım nedeni ile bireylerle olan etkileşim artar. Yeterli sosyal destek alan öğrencide stres faktörü azalacak ve sosyal yetkinlik artacaktır.

Gereç ve yöntem: Tanımlayıcı olarak planlanan çalışma Bingöl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi hemşirelik bölümünde okuyan 177 öğrenci ile yürütülmüştür. Öğrencilere tanıtıcı özellikler ve Çok Boyutlu Algılanan Sosyal Destek Ölçeği (ÇBASDÖ)'nden oluşan anket formu uygulanmıştır. Ölçek 12 maddeden oluşan 7'li likert tipi bir ölçektir. Toplam skor 12 maddeye verilen cevapların toplanması ile elde edilmektedir. Ölçeğin arkadaş, aile ve özel insan desteği olmak üzere 3 alt boyutu vardır. Ölçekten alınan puanın artması sosyal desteğin arttığını göstermektedir. Araştırmada elde edilen veriler üzerinde frekans, yüzde, bağımsız gruplar için t testi, tek yönlü varyans analizi yapılmıştır.

Bulgular: Öğrencilerin %65.5'i kadındır. %55.9'u öğrenci yurdunda kalmaktadır. Düzenli sigara içme oranı %19.8'dir. %84.2'si çekirdek aile yapısına sahiptir. ÇBASDÖ puan ortalamaları 55.2±17.4'tür. Aile, arkadaş ve özel insan sosyal desteği alt boyutlarından alınan puanlar sırası ile 20.0±7.8, 19.2±6.2 ve 15.7±8.0'dır. Öğrencilerin cinsiyetlerine ve baba eğitimlerine göre ÇBASDÖ puanları arasında anlamlılık bulunmazken anne eğitimi ile anlamlılık bulunmuştur. Birinci sınıfta okuyan öğrencilerin sosyal destek puanları anlamlı olarak düşüktür.

Sonuç ve öneriler: Anne eğitim düzeyi düşük olanlarda ve birinci sınıfta okuyanlarda sosyal destek düzeyi düşük bulunmuştur. Bu öğrencilerin sosyal destek kaynaklarını arttırmaya yönelik danışmanlıklar verilebilir.

1. Giriş

Sosyal destek bir kişinin davranışları, düşünceleri veya hisleri ile eğlenme ve dinlenmeye yönelik olumlu sosyal etkileşimi olarak tanımlanabilir (1). Sosyal destek, genel anlamda bilgi ve öğüt vermekten ziyade, duygusal desteği de içerecek şekilde oldukça geniş alanlarda işlev gören çok boyutlu bir kavram olarak (2) düşünülmektedir. Birey yaşamı boyunca diğer bireyler ile etkileşimde bulunma, onların onayını ve desteklerini alma ihtiyacını hisseder. Bireyin yaşama tutunmasını sağlamada, stresli yaşam olayları ile daha kolay başa çıkma ve çeşitli yaşam dönemlerinde karşılaşılabileceği problemleri çözme becerisini belirlemede sosyal desteğin gücü oldukça büyüktür (3).

Sosyal destek açısından önemli yaşam dönemlerinden biri de üniversiteye geçişle başlayan üniversite öğrencisi olma dönemidir. Bu dönemde ergenler daha önce karşılaşmadıkları bazı sorunlar ile karşılaşmaktadır (4). Ailelerinden uzakta üniversite ortamına gelen gençlerde, bir grubun üyesi olma, bir meslek sahibi olma ve geleceğe yön verme idealleri ile yeni bir okula, yeni bir kente ve yabancı bir çevreye uyum sağlama çabaları sonucu pek çok öğrencide değişik sorunlar ortaya çıkarmaktadır (5). Bu dönem başkalarıyla ilişki ve etkileşimlerin de arttığı, bireyin kendisi için önemli olan kişilerden yardım alma gereksiniminin artış gösterdiği bir dönemdir (6). Bu

¹ Bingöl Üniversitesi, fnazik@bingol.edu.tr

gereksinimlerin karşılanması gençlerde tükenmişliğin azalmasına ve sosyal yetkinliğin artışı sağlamaktadır (4). Algılanan sosyal desteğin yüksek olması ile öğrencilerin stresle başa çıkmalarında, akademik performanslarında, psikolojik sağlamlıklarında olumlu değişiklikler olmaktadır. Ayrıca bu öğrencilerde yaşam doyumları artmakta, yalnızlık, umutsuzluk duyguları azalmaktadır (7).

Hemşirelik öğrencileri üniversite öğrencisi olmanın getirdiği sorunlarla beraber, meslekleşme yolunda sağlık sorunu olan bireyler ile çalışarak daha fazla sorunla mücadele etmek zorundadır. Bu nedenle algılanan sosyal destek düzeylerinin ve etkileyen değişkenlerin belirlenmesi önemlidir.

2. Gereç ve Yöntem

Bu araştırma tanımlayıcı olarak planlanmıştır. Bingöl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi hemşirelik bölümünde okuyan 247 öğrenci araştırmanın evrenini oluşturmuştur. Anket uygulamasının yapıldığı sırada okulda olan ve gönüllü olarak çalışmaya katılmayı kabul eden 177 öğrenci örnekleme oluşturmaktadır. Öğrencilere tanıtıcı özellikler ve Çok Boyutlu Algılanan Sosyal Destek Ölçeği (ÇBASDÖ)'nden oluşan anket formu uygulanmıştır.

2.1. Çok Boyutlu Algılanan Sosyal Destek Ölçeği (ÇBASDÖ): Ölçek Zimmet ve arkadaşları tarafından . Ölçeğin Türkiye'de geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Eker ve Arkar tarafından yapılmıştır. 12 maddeden oluşan likert tipi bir ölçektir. Her biri dört maddeden oluşan desteğin kaynağına ilişkin üç grup vardır: Aile (3, 4, 8, 11. maddeler), arkadaşlar (6, 7, 9, 12. maddeler) ve özel bir insandır (öğretmen, sevgili, akraba, vb) (1, 2, 5, 10. maddeler). Ölçek, yedili Likert tipinde olup, 'tamamen katılıyorum' (7 puan), 'çoğunlukla katılıyorum' (6 puan), 'katılıyorum' (5 puan), 'kararsızım' (4 puan), 'katılmıyorum' (3 puan), 'çoğunlukla katılmıyorum' (2 puan) ve 'hiç katılmıyorum' (1 puan) seçeneklerinden oluşmaktadır. Her alt ölçekteki dört maddenin puanlarının toplanması ile alt ölçek puanı ve bütün alt ölçek puanlarının toplanması ile de ölçeğin toplam puanı elde edilmektedir. Ölçeğin tamamından elde edilecek en düşük puan 12, en yüksek puan 84'tür. Elde edilen puanın yüksek olması, algılanan sosyal desteğin yüksek olduğunu gösterir (8). Veriler SPSS paket programında değerlendirilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistikler, t testi ve varyans analizi kullanılmıştır.

3. Bulgular

Öğrencilerin yaş ortalaması 20.52 ± 1.25 'tir. Anne eğitimine bakıldığında %45.2'sinin okur-yazar olmadığı, %23.7'sinin ilkökul mezunu olduğu bulunmuştur. Baba eğitiminde ise %38.4 ile en yüksek oranda ilkökul mezunu, %20.3'ünün ortaokul mezunu olduğu bulunmuştur. Öğrencilerin büyük bir kısmı (%84.2) çekirdek aile yapısına sahiptir. Öğrencilerden 3 tanesinin annesi, 8 tanesinin babası hayatta değildir. Öğrencilerin bazı tanıtıcı özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Öğrencilerin bazı tanıtıcı özellikleri

Cinsiyet	Sayı (%)
Kadın	116 (65.5)
Erkek	61 (34.5)
Sınıf	
1	50 (28.2)
2	48 (27.1)
3	39 (22.0)
4	40 (22.6)
Ekonomik durum	
Gelir giderden fazla	24 (13.6)
Gelir gidere eşit	99 (55.9)
Gelir giderden az	54 (30.5)
Şu an kaldığı yer	

Yurt	99 (55.9)
Aile	40 (22.6)
Arkadaşları ile evde	33 (18.6)
Tek başına evde	5 (2.8)
Çalışma durumu	
Evet	5 (2.8)
Hayır	172 (97.2)
Sigara kullanma	
Düzenli içiciyim	35 (19.8)
Kullanmıyorum	129 (72.9)
Ara sıra kullanırım	13 (7.3)
Aile içi iletişim	
İyi	142 (80.2)
Kötü	35 (19.8)

Öğrencilerin ÇBASDÖ ve alt boyutları puan dağılımları **Tablo 2**'de verilmiştir.

Ölçek ve alt boyutları	Ortalama ± SS
ÇBASDÖ	55.2±17.4
Aile sosyal desteği	20.0±7.8
Arkadaş sosyal desteği	19.2±6.2
Özel insan sosyal desteği	15.7±8.0

Öğrencilerin ÇBASDÖ puan ortalamaları 55.2±17.4'tür. Aile, arkadaş ve özel insan sosyal desteği alt boyutlarından alınan puanlar sırası ile 20.0±7.8, 19.2±6.2 ve 15.7±8.0'dır. Dikmen ve arkadaşlarının çalışmasında ÇBASDÖ puanı 64.65±14.52 olarak bulunmuştur. Alt boyutlardan alınan puan ortalamaları aile 22.16±5.51, arkadaş 21.78±5.26 ve özel insan 22.19±5.18'dir (9). Baran ve arkadaşlarının Erzincan Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu öğrencileri ile yaptıkları çalışmada da sosyal destek daha yüksek bulunmuştur. Bu durum çalışmanın yapıldığı bölge ve öğrencilerin büyük çoğunluğunun doğu bölgesinden gelmesinden kaynaklanabilir. Nitekim aile sosyal desteğinin daha yüksek olması da destekler niteliktedir.

Tablo 3. Öğrencilerin okudukları sınıflara göre ÇBASDÖ puanlarının dağılımı

Sınıf	ÇBASDÖ puanı	F=2.277	p=0.081
1	50.10±17.44		
2	58.16±13.75		
3	57.94±20.60		
4	55.62±17.04		

Öğrencilerin okudukları sınıflara göre ÇBASDÖ puanları Tablo 3'te verilmiştir. Yapılan ileri analizde ikinci ve üçüncü sınıfta okuyan öğrencilerin sosyal destek puanlarının birinci sınıfta okuyulardan anlamlı olarak yüksek olduğu bulunmuştur. Arkadaş sosyal desteği ve aile sosyal desteğinin sınıf yükseldikçe arttığı bulunmuştur. Ünsar ve arkadaşlarının çalışmasında da benzer sonuç bulunmuştur. Sınıf ilerledikçe sosyal destek algısı yükselmektedir (5).

Tablo 4. Öğrencilerin aile içi iletişimlerine göre ÇBASDÖ ve alt boyutlarının dağılımı

Puanlar / Aile içi iletişim	İyi	Kötü	
ÇBASDÖ	57.02±17.00	48.11±17.38	p=0.006
Aile sosyal desteği	20.95±6.67	17.60±7.71	p=0.011
Arkadaş sosyal desteği	19.85±6.15	16.77±6.34	p=0.009
Özel insan sosyal desteği	16.21±8.11	13.74±7.38	p=0.102

Aile içi iletişimini kötü olarak değerlendiren öğrencilerin ÇBASDÖ, arkadaş ve aile sosyal destek ölçeklerinden aldıkları puanlar anlamlı olarak düşüktür. Aile toplumun en temel kurumudur ve kişiyle toplum arasındaki uyumlu ilişkiler önemli derecede aile vasıtasıyla kurulmaktadır. Aile içi iletişimin kötü olması diğer sosyal ilişkilerde de zayıflığa yol açmaktadır.

Öğrencilerin cinsiyetlerine göre ÇBASDÖ ile alt boyutları arasında anlamlı bir farklılık yoktur. Öğrencilerin aile yapıları ile sosyal destek puanları arasında anlamlı fark bulunmazken babası hayatta olan öğrencilerin aileden algılanan sosyal destek puanlarının anlamlı olarak yüksek olduğu görülmüştür. Sigara içme, anne ve baba eğitimi ile sosyal destek arasında ilişki yoktur.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma sonuçlarımıza göre öğrencilerin yüksek seviyede sosyal destek algıladıklarını söyleyebiliriz. Sınıf ilerledikçe ve aile içi iletişim olumlu olarak değerlendirildikçe algılanan sosyal destek artmaktadır. Üniversite hayatının ilk yıllarında eğitim, danışmanlık ve kültürel faaliyetler, ders dışı etkinlikler düzenlenmesi sosyal desteğin artmasını sağlayacaktır. Ailelerin sosyal desteğin önemi konusunda bilinçlendirilmesi öğrencinin bundan sonraki hayatına uyumunu kolaylaştıracaktır.

Kaynaklar

- 1) Yılmazel G. Sağlık Yüksekokulu Öğrencilerinde Algılanan Sosyal Destek ve Sağlıkla İlgili Davranışlar. *New Symposium Journal* 2013;51(3):151-57.
- 2) Duru E. Yalnızlığı yordamada sosyal destek ve sosyal bağlılığın rolü. *Türk Psikoloji Dergisi* 2008;23(61):15- 24.
- 3) Gallagher EN, Vella-Brodrick DA. Social support and emotional intelligence as predictors of subjective well-being. *Personality and Individual Differences* 2008;44:1551–61.
- 4) Aydın A, Kahraman N, Hiçdurmaz D. Hemşirelik Öğrencilerinin Algılanan Sosyal Destek ve Psikolojik İyi Oluşlarının Belirlenmesi. *Journal of Psychiatric Nursing* 2017;8(1):40–47.
- 5) Ünsar S, Kurt Sadırlı S, Demir M, Zafer R, Erol Ö (2009) Üniversite öğrencilerinin sosyal destek düzeyleri ve etkileyen etmenler. *DEUHYO ED*; 1: 17–29.
- 6) Öztürk A, Mutlu T. The relationship between attachment style, subjective 46 Psikiyatri Hemşireliği Dergisi - *Journal of Psychiatric Nursing* 2017;8(1):40–47.
- 7) Haskan Avcı Ö, Yıldırım İ. Violence tendency, loneliness and social support among adolescents. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 2014;29:157–68.
- 8) Eker D, Akar H. Çok boyutlu algılanan sosyal destek ölçeğinin faktör yapısı, geçerlik ve güvenilirliği. *Türk Psikoloji Dergisi* 1995;10:45-55.
- 9) Dikmen Y, Yılmaz D, Usta YY. Examining the association between submissive behaviors and perceived social support in nursing students. *European Journal of Therapeutics*. 2017;23:12-18.
- 10) Baran M, Küçükakça G, Ayran G. Sağlık Yüksekokulu Öğrencilerinde Algılanan Sosyal Destek Düzeyinin Sigara Kullanımı Üzerine Etkisi. *ADÜ Tıp Fakültesi Dergisi* 2014; 15(1) : 9– 15.

HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNİN ŞİDDET EĞİLİMLERİNİN İNCELENMESİ INVESTIGATION OF NURSING STUDENTS' VIOLENT TENDENCIES

Dr. Öğr. Üyesi Feyza NAZİK¹

ÖZET

Giriş: Şiddet, kişinin kendisine ya da başkalarına karşı olarak yaralanma, ölüm, psikolojik zarar, az gelişmişlik ya da yoksunlukla sonuçlanan/ sonuçlanma ihtimali yüksek olan kasıtlı kuvvet kullanımı ya da kullanma tehdidi dir. Şiddet, saldırganlık dürtüsü ile doğrudan ilişkilidir. Dünya’da ve ülkemizde, şiddet her geçen gün artmaktadır. Hemşireler, şiddetle mücadelede kilit noktadadır. Bu nedenle hemşirelik öğrencilerinin kendi şiddet eğilimlerinin farkında olmaları önemlidir.

Gereç ve yöntem: Bu çalışma tanımlayıcı ve kesitsel olarak planlanmıştır. Şubat 2018 tarihinde Bingöl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi hemşirelik bölümünde okuyan 152 öğrenci ile çalışma yürütülmüştür. Öğrencilere tanıtıcı özellikler, şiddet öyküsü ve şiddet eğilimlerini ölçen anket formu uygulanmıştır. Şiddet eğilim düzeylerini ölçmek için Şiddet Eğilim Ölçeği uygulanmıştır. Ölçek 20 sorudan oluşan dördümlü likert tipi bir ölçektir. Ölçekten alınan puan arttıkça şiddet eğilimi artmaktadır. Araştırmada elde edilen veriler üzerinde frekans, yüzde, bağımsız gruplar için t testi, tek yönlü varyans analizi yapılmıştır.

Bulgular: Öğrencilerin yaş ortalaması 20.74 ± 1.74 ’tür. %57.9’u kadındır. Yurtta kalan öğrenci oranı %42.8’dir. Şiddete uğrayan biri ile karşılaşma oranı %77.6, şiddet mağduru kadınla karşılaşma oranı ise %69.1’dir. Yapılan analizlerde erkeklerde, şiddet mağduru kadın ile çalışanlarda şiddet eğiliminin yüksek olduğu görülmüştür. Anne ve baba eğitim düzeyi, yaşanılan yer ile şiddet eğilimi arasında anlamlılık bulunamamıştır.

Sonuç ve öneriler: Öğrenilen bir davranış olan şiddetin ortadan kaldırılmasında eğitim faktörü önemli rol oynamaktadır. Kadınların uğradıkları şiddetin farkına varmaları, şiddetin çocukların eğitiminde anne-baba ya da öğretmenler tarafından bir eğitim aracı olarak kullanılmaması ve erkekler tarafından şiddetin problem çözücü bir eylem olarak görülmemesi için bireylerin, ailelerin ve hatta toplumun eğitilmesi önemlidir.

1. Giriş

Şiddet olgusu insanlık tarihi kadar eski, ancak modern dünyanın üstesinden gelmekte zorlandığı bireysel ve sosyal bir gerçektir. Yaşamımızın hemen hemen her alanında karşımıza çıkan şiddetin boyutları giderek artmakta, önüne geçilemeyen bir şekilde pek çok kişinin hayatını, fiziksel ve ruhsal sağlığını, huzurunu ve mutluluğunu etkileyen gizli bir tehlike olarak varlığını sürdürmektedir. Şiddetin bu denli yaygın olması ise, insan yaşamının kaçınılmaz bir parçasıymış gibi algılanmasını ve sessiz bir kabullenışı de beraberinde getirmektedir (1). Şiddetin farklı tanımları bulunmakla beraber Dünya Sağlık Örgütü tarafından “bireyin kendisine, başkasına, belirli bir topluluk veya gruba yönelik yaralama, ölüm, fiziksel zarar, bazı gelişim bozuklukları veya yoksunluk ile sonuçlanabilen, tehdit ya da fiziksel zor kullanma” olarak tanımlanmıştır. DSÖ 2014 yılındaki raporuna göre Amerika’da bir yıl içinde şiddet nedeni ile 475000 ölüm meydana gelmiştir. Ülkemizde ise 2012 verilerine göre şiddete bağlı ölüm oranı 100.000 de 2.7’dir (2).

Şiddet karşımıza farklı şekillerde çıkmaktadır. En fazla görülen şiddet türü fiziksel şiddet olmasına karşın, sözel, duygusal, cinsel ve ekonomik şiddet türleri de bireylerin yaşamını olumsuz etkilemektedir. Şiddete maruz kalmak kişilerin ruhsal ve fiziksel sağlığını olumsuz etkilemektedir. Şiddete maruz kalan kişilerde fiziksel yaralanmalar, bilinç kaybı, ilaç ve alkol kullanımı, depresyon, kabus görme, güvensizlik, uykusuzluk, intihar girişimi, sosyal izolasyon ve baş ağrıları

¹ Bingöl Üniversitesi, fnazik@bingol.edu.tr

gibi şikayetler ortaya çıkmakta, benlik saygısının düşmekte, algılanan sağlığın kötü olmasına yol açabilmektedir (3).

Literatürde hemşirelik öğrencileri ile yapılan araştırmalarda, öğrencilerin aile içi şiddete uğradıkları ve/ veya tanık oldukları, flört şiddetine maruz kaldıkları görülmektedir (4). Hemşirelik öğrencilerinin aile içi şiddette, geleneksel cinsiyet rolleriyle ilişkili görüş ve tutumlarının olduğu da araştırmalar olmakla birlikte, aile içi şiddeti bir sağlık sorunu olarak gören ve mutlaka müdahale edilmesi gerektiğini belirten çalışmalarda bulunmaktadır. Hemşirelik öğrencilerinde yapılan çalışmalarda şiddet eğilimlerinin çoğunlukla düşük olduğu bulunmuştur. Şiddet eğilimlerinde cinsiyet ve alkol kullanımının etkili olduğu belirtilmektedir (5). Hemşirelerin çalışma alanlarının çok geniş olması, hizmet sundukları bireylerle bire bir iletişim kurmaları ve şiddet vakaları ile en fazla karşılaşan meslek grubunu oluşturmaları gibi nedenlerle, hemşirelik öğrencilerinin şiddet eğiliminin belirlenmesi ve bu konuda bilinçlenmeleri gerekmektedir.

2. Gereç ve Yöntem

2.1. Araştırmanın evren ve örnekleme: Bu çalışma, hemşirelik öğrencilerinin şiddet eğilimleri ile eğilimi etkileyen faktörleri belirlemek amacı ile yapılmıştır. Çalışmanın evrenini Bingöl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi hemşirelik bölümündeki 180 öğrenci oluşturmaktadır. Okul yönetiminden gerekli izinlerin alınmasının ardından, 20-27 Şubat 2018 tarihlerinde öğrencilere anket uygulaması yapılmıştır. Anket formu gönüllü olarak araştırmaya katılmayı kabul eden 152 öğrenciye uygulanmıştır. Anket formu her sınıfa ayrı olacak şekilde ve uygun ders saatleri dikkate alınarak dağıtılmış, öğrencilere cevaplamaları için 15-20 dakika süre verilerek ve eksiksiz doldurmaları beklenerek formlar tekrar toplanmıştır. Veriler SPSS programında değerlendirilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistikler, t testi ve varyans analizi kullanılmıştır.

2.2. Veri Toplama Araştırmada kullanılan veri toplama formu; Sosyodemografik Özellikler, Şiddet Eğilim Ölçeği olmak üzere 2 bölümden oluşmaktadır. Anketin ikinci bölümünde; Şiddet Eğilim Ölçeği bulunmaktadır. Bu ölçek Haskan ve Yıldırım tarafından (2012) geliştirilmiştir. Ölçekte 20 ifade bulunmaktadır. Katılımcılar her bir ifadeyi kendilerine uygunluk açısından değerlendirmişlerdir. Üçlü likert tipi olan ölçekte alınabilecek en düşük puan 20, en yüksek puan 60'tir. Yüksek puan, bireylerin saldırganlık ve şiddet eğilimlerinin fazla olduğunu göstermektedir (6).

3. Bulgular

Öğrencilerin yaş ortalaması 20.74±1.74'tür.

Tablo 1. Öğrencilerin cinsiyetlerine ve sınıflarına göre dağılımı

Cinsiyet	Sayı (%)
Kadın	88 (57.9)
Erkek	64(42.1)
Sınıf	
Bir	61(40.1)
İki	43 (28.3)
Üç	48 (31.6)
Gelir durumu	
Gelir giderden fazla	17 (11.2)
Gelir gidere eşit	94 (61.8)
Gelir giderden az	41 (27.0)

Öğrencilerin %57.9'u kadındır. Birinci sınıfta okuyan öğrenci sayısı 61kişidir.

Tablo 2. Öğrencilerin anne baba eğitimleri ve mesleklerine göre dağılımı

Anne eğitimi	Sayı (%)
Okur-yazar değil	69 (45.4)
Okur yazar	20(13.2)
İlkokul	43(28.3)
Ortaokul	12(7.9)
Lise	5(3.3)
Üniversite	3(2.0)
Baba eğitimi	
Okur-yazar değil	15 (9.9)
Okur yazar	9(5.9)
İlkokul	59(38.8)
Ortaokul	34(22.4)
Lise	24(15.8)
Üniversite	11(7.2)
Anne mesleği	
Ev hanımı	147 (96.7)
Memur	2 (1.3)
İşçi	3 (2.0)
Baba mesleği	
Serbest	83 (54.6)
Memur	21 (13.8)
İşçi	48 (31.6)

Tablo 2'ye göre öğrencilerin annelerinin büyük çoğunluğunun okur yazar olmadığı, babalarının ilkokul mezunu olduğu görülmektedir. Anne mesleğine baktığımızda çok yüksek oranda çalışmadığını görmekteyiz. Babaların yarısından fazlası serbest meslek olarak çalışmaktadır.

Tablo 3. Öğrencilerin uzun süre yaşadıkları yer ve Bingölde kaldıkları yere göre dağılımları

Uzun süre yaşanılan yer	Sayı (%)
Kırsal	42 (27.6)
Kentsel	110(72.4)
Bingöl ilinde kalınılan yer	
Devlet yurdu	65 (42.8)
Aile ile birlikte	44 (28.9)
Arkadaşları ile	28 (18.4)
Özel yurttta	15 (9.9)

Öğrencilerin % 72.4'ü uzun süre kentte yaşamışlardır. Bingöl ilinde de en fazla devlet yurdunda kalmaktadırlar.

Tablo 4. Öğrencilerin şiddete uğramış biri ve şiddete uğramış kadın ile karşılaşma durumlarına göre dağılımı

Şiddete uğramış biri ile karşılaşma	Sayı (%)
Evet	118 (77.6)
Hayır	34 (22.4)
Şiddet mağduru kadın ile karşılaşma	
Evet	105 (69.1)
Hayır	47 (30.9)

Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu şiddete uğrayan biri ile karşılaşmışlardır. Şiddet mağduru kadınla karşılaşma oranı % 69.1'dir. Aile içi şiddete tanık olma oranı ise %38.8'dir. Öğrencilerin şiddet

eğilim ölçeği puan ortalamaları 30.69 ± 6.19 'dur. Buna göre öğrencilerin düşük düzeyde şiddet eğiliminde olduğu söylenebilir. Çetinkaya (2013) ve Özpulat'ın (2017) çalışmalarında da şiddet eğilim ölçeğinden alınan puanlar bizim çalışmamızla benzerdir. Şiddet mağduru bireylere ulaşabilecek profesyonel sağlık personeli olmaları nedeni ile şiddet eğilimlerinin düşük olması olumludur (7-8).

Tablo 5. Öğrencilerin cinsiyetlerine göre şiddet eğilimleri

Cinsiyet	Şiddet eğilimi Ort±SS	Test ve p değeri
Kadın	28.35±4.41	t=-6.068
Erkek	33.90±6.85	p=0.001

Tablo 5 incelendiğinde analiz sonucuna göre cinsiyete göre şiddet eğilimleri arasında anlamlı bir farklılaşma bulunmuştur. Araştırmaya katılan öğrencilerin şiddet eğilim puanları dikkate alındığında erkeklerin (Ort= 33.90, ss= 6.85) kızlara göre (Ort= 28.34, ss= 4.41) daha yüksek şiddet eğilimi puanına sahip oldukları bulunmuştur. Literatürde de benzer sonuçlar bulunmuştur. Campbell (2006), Özgür ve arkadaşlarının çalışmalarında da şiddet eğilimi erkeklerde yüksek bulunmuştur. (1-9). Erkek öğrencilerin şiddet eğilimlerinin yüksek olması, toplumun erkeğe yüklemiş olduğu rol ile açıklanabilir. Bir diğer ifadeyle erkeklerin toplumsal cinsiyet rollerine ilişkin daha geleneksel kalıp yargılarına sahip olması, bu durumun toplum tarafından desteklenmesi ve ayrıca erkekler açısından bu durumun onların yararına olması ile açıklanabilir. Erkeklerin kızlara göre daha saldırgan olmaları toplumun erkeklere yüklemiş olduğu rollerle ilgili olabilir. Kız ve erkeklerin yetiştirme biçimlerinin birbirinden farklı olması, özellikle, aileler ve toplum tarafından erkeklere saldırgan ve yarışmacı olmaları öğretilirken; kızlara sakin, sıcak ve destekleyici olmaları öğretilmektedir.

Ayrıca saldırganlık ya da şiddet türü davranışlar erkekler açısından kabul edilirken, kızlar açısından onay görmemektedir. Bu durum toplumun kadın ve erkeklere ilişkin farklı beklentiler içerisinde olması ile açıklanabilir.

Tablo 6. Öğrencilerin okudukları sınıflara göre şiddet eğilimleri

Sınıf	Şiddet eğilimi Ort±SS	Test ve p değeri
Bir	30.59±6.36	F=-0.025
İki	30.65±6.73	p=0.927
Üç	30.85±5.58	

Öğrencilerin okudukları sınıflara göre şiddet eğilimi puanları Tablo 8'de verilmiştir. Sınıfa göre şiddet eğilimi puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

Tablo 7. Öğrencilerin şiddet mağduru kadınla karşılaşma durumlarına göre şiddet eğilimleri

Şiddet mağduru kadınla karşılaşma	Şiddet eğilimi Ort±SS	Test ve p değeri
Evet	31.35±5.95	t=-1.986
Hayır	29.21±6.53	p=0.041

Şiddet mağduru kadınla karşılaşan öğrencilerin şiddet eğilim puanları anlamlı olarak yüksektir. Aile içinde şiddete maruz kalma ya da şahit olma bireyin şiddet eylemi göstermesinde önemli bir etken olabilir. Bu durum sosyal öğrenme ile açıklanabilir, anne ile baba şiddet uygulama eğiliminde ise çocuğun şiddeti kabul etme olasılığı artar ve öğrenmiş olduğu bu çözüm yolunu karşılaştığı

durumlarda kullanmaya başlarlar. Bununla birlikte yapılan bir çok araştırma şiddet gören bireylerin şiddet uyguladığını doğrulamaktadır.

Tablo 8. Öğrencilerin şiddet mağduru biri ile karşılaşma durumlarına göre şiddet eğilimleri

Şiddet mağduru biri ile karşılaşma	Şiddet eğilimi Ort±SS	Test ve p değeri
Evet	31.55±6.36	t=-3.325
Hayır	27.67±4.48	p=0.001

Şiddet mağduru kadın kadar şiddete maruz kalmış biri ile karşılaşmada şiddet eğilimini artırmaktadır. Bu sosyal öğrenme ile açıklanabilir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma sonucuna göre öğrencilerin cinsiyetleri, şiddet mağduru herhangi biri ve şiddet mağduru kadın ile karşılaşma durumlarına göre şiddet eğilim puanları anlamlı olarak artmaktadır. Anne baba eğitim düzeyi, ekonomik durum, sınıf ve yaşanan yer şiddet eğilimini etkilememektedir.

Öğrenilen bir davranış olan şiddetin ortadan kaldırılmasında eğitim faktörü önemli rol oynamaktadır. Bununla birlikte araştırma sonucunda erkeklerin şiddet eğilimlerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu nedenle toplumsal cinsiyet rollerine ilişkin yapılacak eğitim programlarına mümkün olduğu kadar erkeklerin katılımı sağlanabilir ve erkeklere özel şiddetle ilgili bir takım programlar hazırlanabilir. Ayrıca üniversite öğrencilerine yönelik şiddet ve şiddetin neden olduğu olumsuzluklar hakkında bilgilendirme açısından danışmanlık hizmetleri ya da rehberlik hizmetleri artırılabilir.

KAYNAKÇA

- Özgür, G., Yörükoğlu, G.& Baysan Arabacı, L. (2011). Lise öğrencilerinin şiddet algıları, şiddet eğilim düzeyleri ve etkileyen faktörler. *Psikiyatri Hemşireliği Dergisi*, 2(2), 53-60.
- Global status report on violence prevention 2014. https://www.who.int/violence_injury_prevention/violence/status_report/2014/en/ Erişim tarihi 14.12.2018
- Evren, H., Tokuç, B.& Ekuklu, G. (2011). Trakya üniversitesi öğrencilerinde şiddet davranışları ve algılanan sağlık ilişkisi. *Balkan Med J*, 28, 380-384.
- Ankara'da İki Hemşirelik Yüksekokulunun Birinci ve Dördüncü Sınıfta Okuyan Öğrencilerinin Flört Şiddetine Maruz Kalma, Flört İlişkilerinde Şiddet Uygulama Durumlarının ve Bu Konudaki Görüşlerinin Saptanması Araştırması Teknik Rapor". www.huksam.hacettepe.edu.tr/Turkce/SayfaDosya/flort_siddeti.pdf (erişim 15.08.2018).
- Kanbay Y, Işık E, Yavuzaslan M, Keleş S. Hemşirelik Öğrencilerinin Kadına Yönelik Aile İçi Şiddetle İlgili Görüş Ve Tutumlarının Belirlenmesi, *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2012, 1(2), 107-19.
- Haskan Ö, Yıldırım İ. Development of Violence Tendency Scale. *Education and Science* 2012,37(163);165-177.
- Kodan-Çetinkaya S. Üniversite Öğrencilerinin Şiddet Eğilimlerinin ve Toplumsal Cinsiyet Rollerine İlişkin Tutumlarının İncelenmesi. *Nesne*,2013:1(2),21-43.)
- Özpuat F. Hemşirelik Öğrencilerinin Şiddet Eğilimleri ile Toplumsal Cinsiyet Algıları Arasındaki İlişki. *Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 2017, 2(2), 151-161)
- Campbell, A. Sex differences in direct aggression: What are the psychological mediators? *Aggression and Violent Behavior*, 2006, 11(3), 237-264.

HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNDE ALGILANAN STRES DÜZEYLERİ VE ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Feyza NAZİK¹

ÖZET

Giriş: Stres organizma için baş edilmesi güç, hoş olmayan bir durumdur. Üniversite hayatına başlama ile kişiler farklı stresörlerle karşı karşıya kalabilir. Barınma, ekonomik sorunlar, farklı kişilerle iletişime girme zorunluluğu, uyum problemleri, aileden ayrılma bunlardan bazılarıdır. Bu çalışma üniversite öğrencilerinin stres düzeylerini ve etkileyen faktörleri belirlemek amacı ile yapılmıştır.

Gereç ve yöntem: Tanımlayıcı- kesitsel olarak planlanan çalışma Bingöl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi hemşirelik bölümünde okuyan 176 öğrenci ile yürütülmüştür. Veriler anket yolu ile toplanmıştır. Anket formu öğrencilerin tanıtıcı özelliklerinden ve Algılanan Stres Düzeyi Ölçeği (ASDÖ)'nden oluşmaktadır. Ölçek 14 maddeden oluşan 7'li likert tipi bir ölçektir. Toplam skor 14 maddeye verilen cevapların toplanması ile elde edilmektedir. Ölçekten alınan toplam puan kişinin stres düzeyini belirtmektedir. Ölçekten alınan puanın artması stres düzeyinin arttığını göstermektedir. Ölçeğin özyeterlik ve stres/rahatsızlık olmak üzere iki alt boyutu vardır. Araştırmada elde edilen veriler üzerinde frekans, yüzde, bağımsız gruplar için t testi, tek yönlü varyans analizi yapılmıştır.

Bulgular: Öğrencilerin yaş ortalaması 20.3 ± 1.5 'tir. %65.3'ü kadın, %27.3'ü birinci sınıfta okumaktadır. %56.3'ü gelir ve giderlerinin eşit olduğunu belirtmiştir. Öğrencilerin ASDÖ puanı 28.2 ± 6.1 'dir. Özyeterlik puanı 12.8 ± 3.9 , stres puanı 15.4 ± 4.5 'tir. Kız öğrencilerin stres puanları 28.9 ± 6.3 , 26.9 ± 5.6 'dır ($p < 0.05$). Baba eğitimseviyesi arttıkça stres düzeyinin arttığı görülmüştür ($p < 0.05$). Ekonomik durum, sigara içme, sınıf ile stres düzeyi arasında ilişki bulunamamıştır.

Sonuç ve öneriler: Stresin sağlık ve diğer alanlarda olumsuz etkileri göz önüne alındığında stres yönetimi eğitiminin müfredata dahil edilmesi gerekmektedir. Ayrıca öğrencilerin yaşadıkları stresi azaltmada stres yönetimini kullanma, atılganlık becerileri, zaman yönetimi gibi eğitimler faydalı olabilir.

1. Giriş

Her ne kadar stres modern toplum hastalığı olarak ifade edilsede çok eski çağlardan itibaren var olan bir durumdur (1). Latince “estricia”, Fransızca “estrece” kelimelerinden köken almakta, “zorlanma, gerilme ve baskı” anlamına gelmektedir. Hans Selye stres kavramını günümüzdeki anlamı ile ilk kullanan kişidir. Ona göre, çeşitli uyaranlar canlılarda ortak değişikliklere yol açmakta ve stresi vücudun bu değişim karşısında verdiği özgül olmayan cevap olarak tanımlanmaktadır (2).

Strese neden olan durumlar çok çeşitlidir. Kişilik özellikleri, aile yaşamı, eğitim ortamı stres düzeyini ve baş etmeyi etkiler. Bireyin kişilik özelliklerinin strese yatkın olması, karşılaştığı yaşam olayları (hastalıklar, eş kaybı, boşanma, emeklilik, taşınma, maddi durum değişiklikleri gibi) ve zor hayat şartları bireyin kendisinden kaynaklanan stres nedeni olabilir. Okul yaşamında sınavlar, sınavlara verilen önem ve ailelerin çocuklarından beklentisinin yüksek olması strese yol açmaktadır (3).

Stres değişik belirtilerle hayatımızda kendini göstermektedir. Yorgunluk, halsizlik, baş, ense, sırt gibi bölgelerde oluşan ağrılar, diş gıcırdatma, titreme, terleme, hafif sersemlik, baygınlık, baş dönmesi, ağız kuruluğu, yutma problemleri, kekemelik, sık geçirilen soğuk algınlığı ve

¹ Bingöl Üniversitesi, fnazik@bingol.edu.tr

enfeksiyonlar, döküntüler, kaşıntı, ürtiker, açıklanamayan alerji atakları, midede yanma ve ağrı, bulantı, şişkinlik, kabızlık, ishal, solunum güçlüğü, göğüs ağrısı, çarpıntı, sık idrara çıkma gibi fizyolojik sorunların yanında aşırı kaygı, endişe, suçluluk, sinirlilik, artan öfke, hayal kırıklığı, düşmanlık, duygusal gerginlik, panik ataklar, yalnızlık ya da değersizlik duyguları, ağlama nöbetleri veya intihar düşünceleri, depresyon, iştah ve uyku bozuklukları, obsesif ve kompulsif davranışlar, konsantrasyon güçlüğü, yeni bilgileri öğrenmede ve karar vermede zorluk, unutkanlık, iletişim sorunları, sosyal içe çekilme ve izolasyon, artan sigara, alkol ya da madde kullanımı gibi psikolojik sorunlara da yol açmaktadır (2). Bilimsel çalışmalar stresin günümüzde başlıca ölüm nedenleri arasında bulunan kardiyovasküler hastalıkların oluşumunda nedensel bir role sahip olduğunu göstermektedir (4). Hammen çalışmasında stresörlere maruz kalma ile majör depresyon arasında nedensel güçlü bir ilişkiyi gösterdiğini belirtmektedir (5).

Hemşirelik öğrencileri eğitimleri sırasında üniversite hayatının getirdiği sorunların yanı sıra hasta ve ailesinin bakımı gibi yeni stresörlerle karşı karşıya kalmaktadır. Hemşirelik eğitimi alan öğrencilerin gerek eğitim alırken yaşadıkları akademik sorunlara gerekse mesleğin getirdiği zorluklara uyum sağlayabilmeleri ve etkili baş edebilmeleri önemlidir. Hemşirelik çalışma alanları; farklı demografik ve sosyokültürel kişilere bireyselleştirilmiş bakım verme, iletişim engeli veya güçlüğü, ölüme tanık olma ve terminal dönemdeki hastaya bakım verme ve bulaşıcı hastalıklara maruz kalma gibi yoğun strese neden olan birçok durumun yer aldığı ortamlardır (6). Aynı zamanda hemşirelik öğrencileri, eğitim ortamının yetersizliği, öğrenciye değer verilmemesi ve destek olunmaması gibi akademik sorunlar da yaşamaktadır (7).

Bu tür stresörlerle olumsuz başa çıkma tarzı, tükenmişlik ve psikolojik morbiditeye neden olabilir (8). Bu nedenle hemşirelik eğitiminde tüm hemşirelik öğrencilerinin algılanan stres ve zorluklara karşı savunmasız olduğunun bilinciyle koruyucu faktörlerin belirlenerek öğrencilerin psikolojik sağlıklarını geliştirmek hedeflenmelidir.

2. Yöntem

Bu çalışma Bingöl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi hemşirelik bölümü öğrencilerinin algılanan stres düzeylerini, stresi artıran ve azaltan faktörleri ortaya çıkarmak amacı ile tanımlayıcı ve kesitsel olarak planlanmıştır. Veriler anket yolu ile toplanmış ve 176 öğrenciye ulaşılmıştır.

2.1 Algılanan Stres Ölçeği (ASÖ): Algılanan stres; 14 maddelik Algılanan Stres Ölçeği kullanılarak değerlendirilmiştir. Algılanan Stres Ölçeği; kişinin hayatında son bir ay içindeki stresli olarak tanımlanan durumların derecesini ölçmektedir. Maddeler, katılımcıların yaşantılarında beklenmedik, kontrol edilemeyen ve aşırı durumları değerlendirmek üzere tasarlanmıştır.. Algılanan Stres Ölçeğinde son bir ay içindeki duygu ve düşünceler sorulmuştur. Her olguda yanıtlar “aslıdan (0) çok sıkı (4)” kadar değişen 5 puanlı Likert ölçek üzerine kaydedilmiştir. Algılanan Stres Ölçeği puanları dört pozitif maddenin tersine çevrilmesi ve daha sonra tüm ölçek maddelerinin toplanmasıyla elde edilmiştir. ASÖ-14’ ün puanı 0-56 arasında değişmekte olup; yüksek puan, stres algısının fazla olduğu anlamına gelmektedir. Ölçeğin yetersiz özyeterlik algısı ve stres/rahatsızlık algısı olmak üzere iki alt boyutu vardır (4).

Verilerin analizi SPSS paket programında yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistikler, t testi ve varyans analizi kullanılmıştır.

3. Bulgular

Öğrencilerin yaş ortalaması 20.35 ± 1.51 ’dir. Öğrencilerin annelerinin büyük bir oranı okuma yazma bilmemektedir (%44.9). Babalarının ise çoğunluğu ilkökul mezunudur (%38.1). Öğrencilerin %56.3’ü yurttan kalmaktadır. Öğrencilerden sadece 5 tanesi gelir getirici bir işte çalışmaktadır. Öğrencilerin bazı tanıtıcı özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Öğrencilerin tanımlayıcı özellikleri

Tanımlayıcı özellikler	Sayı (%)
Cinsiyet	115 (65.3)
Kadın	61 (34.7)
Erkek	
Sınıf	
1	49 (27.8)
2	48 (27.3)
3	39 (22.2)
4	40 (22.7)
Ekonomik durum	
İyi	23 (13.1)
Orta	99 (56.3)
Kötü	54 (30.7)
Aile içi iletişim	
İyi	141 (80.1)
Kötü	35 (19.9)

Öğrencilerin anne-baba tutumlarına göre dağılımları Tablo 2’de verilmiştir. Annelerin büyük çoğunluğunun aşırı koruyucu olduğu görülmektedir. Denetleyici ve demokratik anne oranı ise %25.6’dır.

Tablo 2. Öğrencilerin anne-baba tutumlarına göre dağılımları

Anne-baba tutumu	Sayı (%)
Anne tutumu	
Kati kuralcı	18 (10.2)
Aşırı koruyucu	108 (61.4)
Soğuk-ilgisiz	5 (2.8)
Başkalari ile karşılaştırcı	38 (21.6)
Denetleyici	45 (25.6)
Demokratik/adil	45 (25.6)
Baba tutumu	
Kati kuralcı	38 (21.6)
Aşırı koruyucu	91 (51.7)
Soğuk-ilgisiz	11 (6.3)
Başkalari ile karşılaştırcı	25 (14.2)
Denetleyici	54 (30.7)
Demokratik/adil	60 (34.1)

Öğrencilerin ASÖ puanı 28.2 ± 6.1 ’dir. Özyeterlik puanı 12.8 ± 3.9 , stres puanı 15.4 ± 4.5 ’tir. ASÖ puan ortalaması yapılan diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir (9-10). Öğrenciler orta düzeyde stres algısına sahiptir.

Cinsiyete göre bakıldığında kadın öğrencilerin stres algısının fazla olduğu bulunmuştur (Tablo 3). Savcı ve Aysan’ın çalışmasında da aynı bulguya ulaşılmıştır (11). Toplumsal cinsiyet, ders yoğunluğu, kadınların duygusal yapıları, iç ve dış diğer stresörler kadın öğrencilerin daha fazla stres algılamasına sebep olmaktadır.

Tablo 3. Öğrencilerin cinsiyetlerine göre ASÖ ve alt boyutlarının dağılımı

ASÖ ve alt boyutları puanı	Cinsiyet		
	Kadın	Erkek	
ASÖ	28.91 ± 6.38	26.96 ± 5.66	p=0.046
Yetersiz özyeterlik algısı	13.00 ± 3.99	12.40 ± 3.87	p=0.340
Stres/rahatsızlık algısı	15.90 ± 4.67	14.55 ± 4.34	p=0.060

Aile içi iletişimleri iyi olan öğrencilerin algılanan stres algısı düşük ve özyeterlik algısı yüksektir (Tablo 4). Aile içi ilişkilerin iyi olması stresi azaltmakta ve yeterliği artırmaktadır. Bulgumuzu destekler nitelikte babasının tutumunu soğuk ilgisiz olarak değerlendirenlerde stres düzeyi yüksek bulunmuştur.

Tablo 4. Öğrencilerin aile içi iletişimlerine göre ASÖ ve alt boyutlarının dağılımı

ASÖ ve alt boyutları puanı	Aile içi iletişim İyi	Kötü	
ASÖ	27.75±6.04	30.20±6.28	p=0.035
Yetersiz özyeterlik algısı	12.43±2.84	14.28±4.06	p=0.013
Stres/rahatsızlık algısı	15.31±4.80	15.91±3.66	p=0.495

Öğrencilerin Bingöl ilinde kaldıkları yer, çalışma durumu, sigara kullanma, anne baba eğitim durumu, anne tutumu algılanan sosyal desteği etkilememektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Araştırma sonucumuza göre kızlarda, aile içi iletişimini kötü olarak değerlendirenlerde, baba tutumunu soğuk ilgisiz olarak değerlendirenlerde algılanan stres düzeyi yüksektir.

Özellikle kız öğrencilerde stres ve yönetimi ile ilgili eğitim verilmesi, ailelere yönelik iletişim ve tutum eğitimi verilmesi öneriler arasındadır.

5. Kaynakça

- 1) Akman S. Stresin nedenleri ve açıklayıcı kuramlar. Türk Psikoloji Bülteni 2004;34-35,40-55.
- 2) Akçakaya RÖ, Erden SÇ. Stres ve Stresle Baş Etmede Psikiyatrik Yaklaşım. Turkish Family Physician. 2014;5(2):18-25.
- 3) Bozkurt T, Uluğ M, Turpoğlu Çelik A, Oktuğ Z, İçellioğlu S, Özden MS, Soysal O. "Stres". İstanbul, TC İstanbul Kültür Üniversitesi Yayınları. 2010; 16.
- 4) Eskin M, Harlak H, Demirkıran F, Dereboy Ç. Algılanan Stres Ölçeğinin Türkçeye Uyarlanması: Güvenirlik ve Geçerlik Analizi. New/Yeni Symposium Journal. 2013; 51(3):132-140.
- 5) Hammen C .Stress and depression. Annual Review of Clinical Psychology; 2005;1: 293-319.
- 6) Stephens, T. M. Nursing student resilience: a concept clarification. Nursing Forum.2013; 48, 125-133.
- 7) Atasoy, I. ve Sütütemiz, N. Bir grup hemşirelik son sınıf öğrencisinin hemşirelik eğitimi ile ilgili görüşleri. F.N. Hem. Derg.2014;22, 94-104.
- 8) Lee E Y, Mun M S, Lee S H, Cho H S. Perceived stress and gastrointestinal symptoms in nursing students in Korea: A cross-sectional survey. BMC Nursing. 2011; 10: 22.
- 9) King, K.A., Vidourek, R. A., Merianos, A. L. ve Singh, M. (2014). A study of stress, social support, and perceived happiness among college students. The Journal of Happiness & Well-Being, 2, 132-144.
- 10) Savcı, M. ve Aysan, F. (2014). Üniversite öğrencilerinde algılanan stres düzeyi ile stresle başa çıkma stratejileri arasındaki ilişki. International Journal of Turkish Education Sciences, 11, 44-56.
- 11) Savcı M, Aysan F. Üniversite Öğrencilerinde Algılanan Stres Düzeyi ile Stresle Başa Çıkma Tarzları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Uluslar arası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi. 2014:44-56.

TOTAL LARİNGOFARENJEKTOMİ UYGULANAN HASTALARDA PEKTORALİS MAJOR MİYOKUTANÖZ FLEP İLE REKONSTRÜKSİYON SONUÇLARIMIZ**Dr. Öğr. Üyesi Orhan TUNÇ¹****ÖZET**

Laringofaringeal kanserlerin tedavisi baş-boyun cerrahisinin temel problemlerinden biridir. Tercih edilecek tedavi yöntemi, primer veya kurtarıcı cerrahi sonrası gelişen cerrahi defekt onarımı yöntemi, morbidite ve mortalitenin belirlenmesinde önemli parametrelerdir. Hipofarinks, larinks ve özofagusun maligniteleri, total laringofarenjektomi sonrası masif defektler oluşturur ve bu defektlerin rekonstrüksiyonu baş boyun cerrahları için büyük bir sorundur. Faringoözefagial rekonstrüksiyon çok disiplinli ve koordineli bir çabadır. Bu defektlerin onarımında free flepler kullanılabilir gibi, pektoralis majör miyokutanöz flep ve deltopektoral flep gibi pedinküllü fleplerde kullanılabilir. Pektoralis majör miyokutanöz flep laringofaringeal tümör rezeksiyonu sonrası oluşan büyük faringeal defektlerin kapanmasında primer rekonstrüksiyon için fırsat sağlayan kolay uygulanabilir bir fleptir. Kliniğimizde larinks, hipofarinks, servikal özofagus skuamöz hücreli karsinomu sebebiyle total laringofarenjektomi yapılan 10 erkek, 8 kadın hasta retrospektif olarak değerlendirildi. Hastalara birinci seans operasyonda total laringofarenjektomi, bilateral boyun diseksiyonu yapıldı. Hastaların boyun cilt ve cilt altı dokusu primer olarak yerine yatırıldı. Oluşan ağız tabanı defekti ve özofagus defekti arasına kalın bir tüp yerleştirilerek içinden beslenme amaçlı olarak nazogastrik sonda geçirildi. Hastaların boyun cildinin oturması için 3 hafta beklendikten sonra ikinci bir seans operasyon uygulandı. İkinci seansta boyun cildi kullanılarak, sirküler tarzda dikilerek ağız tabanı ve özofagus arası devamlılık sağlandı. Oluşan boyun defekti pektoralis majör miyokutanöz flep çevrilerek onarıldı. Hastaların postoperatif dokuz tanesinde tükürük fistülü olduğu için tekrar sütürasyon yapıldı. İki hastada iki defa fistül onarımı yapıldı. Serbest miyokutan ve pektoralis majör miyokutanöz flepler, kısmi faringeal defektlerin onarımında en sık kullanılan fleplerdir. İdeal bir rekonstrüktif teknik, onkolojik güvenilirliğe sahip, cerrahi ile aynı seansta rekonstrüksiyona olanak sağlayan, kolay uygulanabilir, kısa bir operasyon süresinde uygulanabilen, düşük komplikasyon oranına ve tatmin edici bir fonksiyonel sonuca sahip bir teknik olmalı.

Anahtar Kelimeler: Pektoralis Majör Miyokutanöz Flep, Laringofarenjektomi, Hipofarinks Kanseri

Giriş

Hipofarenksin skuamöz hücreli karsinomu, baş ve boyun kanserlerinin % 8'ini oluşturur. Hipofarinks; pirioform fossa, faringeal duvar ve krikoid bölgelerini tipik olarak içerir. Görülme oranları coğrafik bölgelere göre çeşitli değişkenlik göstermektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde % 7 civarında görülürken bu oran Japonya'da % 20 civarındadır (1,2).

Laringofaringeal kanserlerin tedavisi baş-boyun cerrahisinin temel problemlerinden biridir. Parsiyel veya total laringofarenjektomi ile tümörün güvenli sınırlarla çıkarılması, hava ve sindirim yolunun devamlılığının sağlanması gerekmektedir. Tercih edilecek tedavi yöntemi, primer veya kurtarıcı cerrahi sonrası gelişen cerrahi defekt onarımı yöntemi, morbidite ve mortalitenin belirlenmesinde önemli parametrelerdir. Hipofarinks, larinks ve özofagusun maligniteleri, total laringofarenjektomi sonrası masif defektler oluşturur ve bu defektlerin rekonstrüksiyonu baş boyun cerrahları için büyük bir sorundur. Faringoözefagial rekonstrüksiyon çok disiplinli ve koordineli bir çabadır. Bu defektlerin onarımında free flepler kullanılabilir gibi, pektoralis majör miyokutanöz flep ve deltopektoral flep gibi pedinküllü fleplerde kullanılabilir (3,4). Tercih edilecek flep yöntemi

¹ Gaziantep Üniversitesi, orhantip@hotmail.com

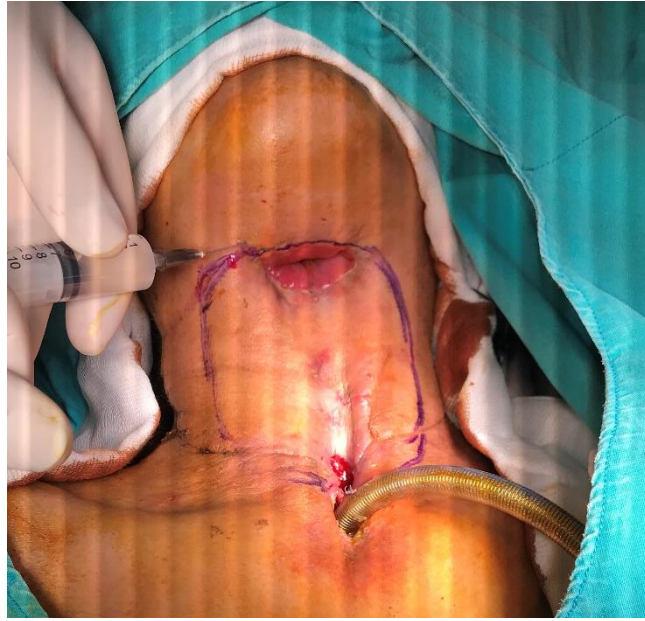
cerrahın tecrübesine ve kişisel tercihinine göre değişir (5). Pektoralis majör miyokütan flep laringofaringeal tümör rezeksiyonu sonrası oluşan büyük faringeal defektlerin kapanmasında primer rekonstrüksiyon için fırsat sağlayan kolay uygulanabilir bir flepdır (3).

Gelişme (Yöntem)

Kliniğimizde larinks, hipofarinks, servikal özofagus skuamöz hücreli karsinomu sebebiyle total laringofarenjektomi yapılan 10 erkek, 8 kadın hasta retrospektif olarak değerlendirildi. Hastalara iki aşamalı cerrahi planlandı. Birinci seans operasyonda total laringofarenjektomi, bilateral boyun diseksiyonu yapılarak tümör güvenli cerrahi sınırlarla çıkarıldı. Hastaların boyun cilt ve cilt altı dokusu ikinci seansta özofagus devamlılığını sağlanmasında kullanılmak üzere primer olarak yerine yatırıldı. Ağız tabanı ve özofagus mukozası cilt-cilt altı dokuya dikildi. Oluşan ağız tabanı defekti ve özofagus defekti arasına kalın bir tüp yerleştirilerek içinden beslenme amaçlı olarak nazogastrik sonda geçirildi (Resim 1). Hastaların boyun cildinin oturması için ortalama 3-4 hafta beklendikten sonra ikinci bir seans operasyon uygulandı. İkinci seansta boyun cildi sirküler tarzda kendi içine katlanarak dikildi ve ağız tabanı ve özofagus arası devamlılık sağlandı. Oluşan boyun defekti pektoralis majör miyokütanöz flep çevrilerek onarıldı (Resim 2,3). Hastaların postoperatif dokuz tanesinde faringokütan tükrük fistülü oluştuğu için tekrar sütürasyon yapıldı. İki hastada iki defa fistül onarımı yapıldı. Fistül işareti olmayan hastalara ortalama 2 hafta sonra oral alım başlandı.



Resim 1: Birinci Seans Operasyon Sonrası



Resim 2: İkinci Seans Özefaoplasti Aşaması



Resim 3: İkinci Seans Sonrası

Sonuç (Tartışma)

Baş-boyun mikrocerrahi rekonstrüksiyonundaki gelişmelere rağmen, faringokütan fistül cerrahlar için kalıcı ve ciddi bir engel olmaya devam etmektedir, çünkü hastanede yatış süresi, kalıcı sekeller, fonksiyonel durum ve yaşam kalitesi üzerinde önemli bir etkisi vardır. Bir özofagus anastomozunun başarısı, bu nedenle detaylara ve iki alandaki faktörlerin optimizasyonuna özen gösterilmesine bağlıdır. İlk olarak, hasta ile ilişkili sistemik değişkenler, önceden var olan tıbbi hastalık, beslenme

durumu ve tümör aşamaları dahil olmak üzere anastomoz bütünlüğünü etkileyebilir. İkincisi, teknik hazırlık, hassas flep seçimi ve diseksiyonu, özel flep tasarımı ve gerilimsiz anastomoz gerektirir (5).

Total laringofarenjektomi defektlerinin pektoralis majör miyokutanöz flep ile rekonstrüksiyonu, mikrovasküler uzmanlığa ihtiyaç duymadan potansiyel olarak radyoterapi alacak bölgeye, ışınlanmamış, vaskülarize doku sağlamaya olanak tanır. Pektoralis majör miyokutanöz flep komorbiditeler nedeniyle mikrovasküler cerrahi için zayıf aday olan hastalarda iyi bir seçenek olabilir. Son zamanlarda yapılan meta-analizde, pektoralis majör mukokutanöz flep kullanımının, kurtarma total larenjektomiden sonra faringokutanöz fistül insidansını azalttığını belirlemiştir ama literatürde bununla ilgili güçlü bir görüş birliği yoktur (6).

Pektoralis majör miyokutanöz flep iyi kanlandığından dolayı güvenilir bir fleptir. Radikal boyun diskusyonlarından sonra masif boyun defektlerini kapatmaya ve karotid arter gibi büyük damarları korumada etkilidir. Uzun pedikülü sayesinde infratemporal fossaya kadar olan defektlerde kullanılabilir (3).

Opere edilen 18 hastanın 9 tanesinde (% 50) faringokütan fistül gelişmiştir. Fistül gelişen hastalara genel veya lokal anestezi altında fistül onarımı yapılmıştır. Fistül onarımı yapılan hastalardan 2 tanesinde ikinci defa fistül onarımı ihtiyacı olmuştur. Somuk ve arkadaşlarının çalışmasında (7) faringokutanöz fistül oranı %47,8 olarak bildirilmiş. Bütün fistüller cerrahi tedavi gerektirmeden konservatif yöntemlerle ortalama 4 hafta içinde kapanmış. Patel ve arkadaşlarının çalışmasında (6) pektoralis majör miyokutanöz flep çevrilen hastalarda fistül oranı % 15, free flep çevrilen hastalarda % 25 olarak bildirilmiş.

Sonuç olarak pektoralis majör miyokutanöz flep mikrocerrahiye ihtiyaç duyulmadan, infratemporal fossaya kadar boyunda büyük defektleri kapatabilecek, iyi kanlanan, cerrahi süreyi çok uzatmayan avantajlı bir fleptir.

KAYNAKÇA

- 1) Saito Y, Omura G, Yasuhara K, Rikitake R, Akashi K, Fukuoka O, Yoshida M, Ando M, Asakage T, Yamasoba T. Prognostic value of lymphovascular invasion of the primary tumor in hypopharyngeal carcinoma after total laryngopharyngectomy. *Head Neck*. 2017 Aug;39(8):1535-1543
- 2) Mahalingam S, Srinivasan R, Spielmann P. Quality of life and functional outcomes following pharyngolaryngectomy: a systematic review of literature. *Clin Otolaryngol*. 2016 Feb;41(1):25-43
- 3) Zhang C, Zhu M, Chen M, Chen D, Chen S, Zheng H. Free flap combined with pectoralis major flap for reconstruction after total laryngopharyngectomy in patients with advanced hypopharyngeal carcinoma. *Acta Otolaryngol*. 2016 Aug;136(8):841-6
- 4) Selber JC, Xue A, Liu J, Hanasono MM, Skoracki RJ, Chang EI, Yu P. Pharyngoesophageal reconstruction outcomes following 349 cases. *J Reconstr Microsurg*. 2014 Nov;30(9):641-54
- 5) Kao HK, Abdelrahman M, Chang KP, Wu CM, Hung SY, Shyu VB. Choice of flap affects fistula rate after salvage laryngopharyngectomy. *Sci Rep*. 2015 Mar 17;5:9180
- 6) Haidar YM, Kuan EC, Verma SP, Goddard JA, Armstrong WB, Tjoa T. Free flap versus pedicled flap reconstruction of laryngopharyngeal defects: A 10 year national surgical quality improvement program an analysis. *Laryngoscope*. 2018
- 7) Somuk BT, Çiftçi O, Aygenç E. Evaluation of cases who underwent reconstruction through pectoralis major myocutaneous flep after laryngopharyngectomy. *Turk Arch Otorhinolaryngol*. 2016 Jun;54(2):58-62

VİTAMİN-D'NİN DENEYSEL İMİDAKLOPRİD UYGULANAN RATLARIN KARACİĞER DOKUSUNDAKİ İRİSİN İMMUN REAKTİVİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Hasan Aydın¹
Dr. Öğr. Üyesi Alper Yalçın²

ÖZET

Amaç: Vitamin D'nin, imidakloprid uygulanmış sıçanların karaciğer dokusunda, irisin immun reaktivitesi üzerine etkilerinin araştırılması amaçlandı. Gereç ve yöntem: Çalışmada 32 adet Wistar albino rat kullanıldı. Çalışmada kullanılan hayvanlar; Kontrol grubu (K) (n:6): Deney süresi olan 8 hafta boyunca herhangi bir işlem uygulanmadı. Mısır yağı grubu (MY) (n:6): Deney süresi boyunca her gün 1ml/kg mısır yağı, oral gavaj yoluyla uygulandı. Vitamin D grubu (VD) (n:6): Deney süresi boyunca her gün oral damlalık yoluyla 200 IU/gün vitamin D uygulandı. İmidakloprid grubu (IMC) (n:7): Deney süresi boyunca her gün 1ml/kg mısır yağı, içinde çözündürülen 20 mg/kg imidakloprid oral gavaj yoluyla verildi. İmidakloprid + Vit D grubu (IMC+VD) (n:7): Deney süresi boyunca her gün 1ml/kg mısır yağı, içinde çözündürülen 20 mg/kg imidakloprid oral gavaj yoluyla verildi. Daha sonra oral damlalık yoluyla 200 IU/gün vitamin D uygulandı. Deney sonunda sıçanlar dekapite edildi ve karaciğer dokuları izole edildi. Rutin doku takip işlemi sonrasında dokular parafine gömüldü. Bloklardan alınan kesitler hematoksilin-eosin ve irisin immunreaktivitesi için immunhistokimyasal yöntemlerle boyandı. Serum örneklerinde toplam antioksidan (TAS) ve toplam oksidan (TOS) düzeyleri değerlendirildi. Bulgular: K, VY ve VD gruplarında karaciğer normal histolojik görünüme sahipti. IMC grubunda K grubuyla karşılaştırıldığında sinuzoidal dilatasyon, portal alanda dilatasyon ve konjesyon, hepatositlerde dejenerasyon ve remark kordonlarında disosiasyon izlendi. IMC+VD grubunda, IMC grubu ile karşılaştırıldığında, portal alanda dilatasyon ve konjesyon devam ederken, sinuzoidal dilatasyon ve hepatositlerde dejenerasyon gözlenmedi. Remark kordonları olağan histolojik görünümdeydi. Dokuda bulunan irisin immunreaktivitesinin K, MY, IMC ve IMC+ VD grubunda benzer olduğu ($p>0.05$), IMC ve IMC+VD grubunda ise bu reaktivitenin VD grubuna göre anlamlı olarak arttığı ($p>0.05$) ve kendi aralarında ise benzer olduğu gözlemlendi. ($p<0.05$). Serum TAS düzeyleri K, MY ve VD gruplarında benzerdi ($p>0.05$). TAS düzeyi, IMC ve IMC+VD grubu ile kıyaslandığında VD grubunda anlamlı bir artış gösterirken ($p<0.05$), K, IMC ve IMC+VD gruplarında benzerdi ($p>0.05$). Serum TOS düzeyleri K, MY ve VD gruplarında benzerdi ($p>0.05$). TOS düzeyi IMC ve IMC+VD grupları arasında benzer iken ($p>0.05$), K, MY ve VD gruplarına göre anlamlı derecede yüksekti ($p<0.05$). Sonuç: VD uygulamasının imidaklopridin neden olduğu karaciğer hasarını giderici yönde etkisinin olduğu, ancak, irisinin immun reaktivitesi üzerine etkisinin olmadığı gözlemlendi.

Anahtar Kelimeler: İmidakloprid, Karaciğer, Vitamin D, İrisin

GİRİŞ

Pestisitler, canlı organizmaların, böceklerin, kemiricilerin ve istenmeyen bitkilerin imhası gibi çok çeşitli alanlarda kullanılan kimyasallardır (1). Tarımda böcek ilaçlarının bilinçsiz kullanılması, çevre ve doğal kaynakların kirlenmesine, dolayısıyla hayvan ve insan sağlığı üzerine olumsuz etkilere neden olmaktadır. Çeşitli organizmalarda pestisit zehirlenmesi görülebildiği için seçici toksisitesi yüksek olan insektisitler oldukça ilgi görmektedir (2). 1994 yılında tarımsal kullanım sınıfına dahil edilen ve neonikotinoid insektisit olan imidakloprid (IMC), postsinaptik asetilkolin

¹ Adıyaman Üniversitesi, haydin@adiyaman.edu.tr

² Adıyaman Üniversitesi, alperyalcin@0171hotmail.com

reseptörlerini etkilemesinden dolayı böceklerde yüksek selektif toksisiteye neden olmakta ve buna bağlı olarak kullanımını artmaktadır (3). Yapılan deneysel çalışmalarda uzun dönemli imidakloprid maruziyetine bağlı olarak ratlarda karaciğerde ciddi hasarlara yol açabileceği bildirilmiştir. Son zamanlarda yapılan araştırmalar, pestisitlerin yol açtığı toksisite sebebiyle oksidatif stresin gelişimine neden olduğunu bildirmişlerdir. Oksidatif stres, organizmanın antioksidan savunması ve serbest radikal üretimi arasında bir dengesizlik ile karakterizedir (4). IMC gibi pestisitlerin neden olduğu oksidatif stres sitoplazmada, nükleusta, hücre yüzeyinde ve ekstrasellüler alandaki yapıları etkilemektedir. IMC verilen hayvanlarda yoğun konjesyon, sinuzoidlerde dejenerasyon ve lökosit infiltrasyonunda değişimler meydana getirdiğini bildirmiştir (5). Farklı antioksidanlar kullanılarak bu hasarlara karşı farklı pozitif cevaplar alınmıştır (6, 7). Bir antioksidan kabul edilen VD'nin, antiproliferatif, prodiferansiyatif, ve immunomodülatör özelliklere sahip olması, doku hasarlarında önemli bir redüktan olarak işlev görmesini sağlamaktadır (8, 9).

Boström ve arkadaşları (10), 2012 yılında oksidatif stres ile yakın ilişkili olan ve birçok fizyolojik olayda rol oynayan protein yapıda bir molekül keşfetmişlerdir. İrisin adı verilen bu molekülün, egzersiz sonrası iskelet kasından salındığı ve kişiyi metabolik hastalıklardan koruduğunu ifade etmişlerdir. İrisin, beyaz yağ dokusunu kahverengi yağ dokusuna çevirerek enerji harcanmasını sağlayan termojenik bir membran proteindir. Yapılan çalışmalarda irisin molekülü ile reaktif oksijen türleri arasında pozitif bir etkileşiminin olduğu belirlenmiştir (11, 12). Bu bağlamda, bu çalışmada IMC uygulanan ratların karaciğer dokusundaki irisin reaktivitesi üzerine VD'nin etkilerinin gözlenmesi amaçlanmıştır.

GELİŞME

Gereç ve Yöntem

Hayvan Çalışmaları:

Çalışmamızda kullanılan sıçanlar 22-25 °C oda ısısında 12 saat ışık (7:00–19:00) ve 12 saat karanlıkta (19:00–7:00) tutuldu. Yemler; çelik kaplarda, su; cam biberonlarda (normal çeşme suyu) verildi. Tüm gruba aynı standart sıçan yemi verilerek ad libitum su ve yem alımları sağlandı. Ağırlıkları 200-250 gr arasında değişen 8-10 haftalık 32 adet Wistar Albino cinsi erkek sıçanlar 5 gruba ayrıldı ve gruplar oluşturuldu;

Grup I (Kontrol grubu) (n=6): Deney süresince herhangi bir işlem yapılmadı.

Grup II (Mısır yağı grubu) (n=6): 8 haftalık deney süresi boyunca her gün, 1 ml/kg olacak şekilde mısır yağı oral gavaj yoluyla verildi.

Grup III (Vitamin D grubu) (n=6): 8 haftalık deney süresi boyunca her gün, Dabak ve ark. (13) uygulamasına benzer şekilde oral yolla damlalık aracılığıyla sıçanlara 200 IU/gün VD uygulandı.

Grup IV (İmidakloprid grubu) (n=7): 20 mg /kg olacak şekilde 1 ml/kg mısır yağı içerisinde çözdürülmüş olan imidakloprid, 8 haftalık deney süresi boyunca her gün, oral gavaj yoluyla verildi.

Grup V (İmidakloprid+Vitamin D grubu) (n=7): 8 haftalık deney süresi boyunca her gün 20 mg/kg olacak şekilde 1 ml/kg mısır yağı içerisinde çözdürülmüş olan IMI, oral gavaj yoluyla verilerek, her gün Dabak ve ark. (13) uygulamasına benzer şekilde oral yolla damlalık aracılığıyla sıçanlara 200 IU/gün VD uygulandı.

Deney süresi sonunda tüm gruptaki sıçanlar ketamin (75 mg/kg)+xylazine (10 mg/kg) i.p uygulanarak anestezi altında dekapite edildi.

Histopatolojik Analiz

Dekapitasyonun ardından dokular hızla çıkarılıp uygun fiksatiflerle tespit edildi. Daha sonra rutin histolojik takip işlemlerinden geçirilerek parafin bloklara gömüldü. Parafin bloklardan alınan 5-6

ım kalınlığındaki doku kesitlerine histopatolojik inceleme için hematoxilen-eosin boyaması yapıldı. Kesitler ışık mikroskobu (Leica DM500 ekli Leica DFC295 Dijital Görüntü Analiz Sistemi) altında tarandı ve mikrofotografı alındı.

Biyokimyasal Analiz

Doku TAS ve TOS düzeyleri için karaciğer dokuları, soğuk fosfat buffer solüsyonu (PBS) tamponu ile yıkandı ve analiz edilene kadar -80 °C'de tutuldu. Karaciğer dokuları pH 7.4'de 0.1 M, 1/10 oranında sulandırılmış PBS'de homojenize edilerek 1800 rpm'de santrifüje edildi. Dokudaki TAS düzeyi, Erel (14) tarafından geliştirilen Rel Assay marka ticari kiti (Rel Assay Kit Diagnostics, Türkiye), TOS düzeyi, Erel (15) tarafından geliştirilen Rel Assay marka ticari kiti (Rel Assay Kit Diagnostics, Türkiye) kullanılarak ölçüldü.

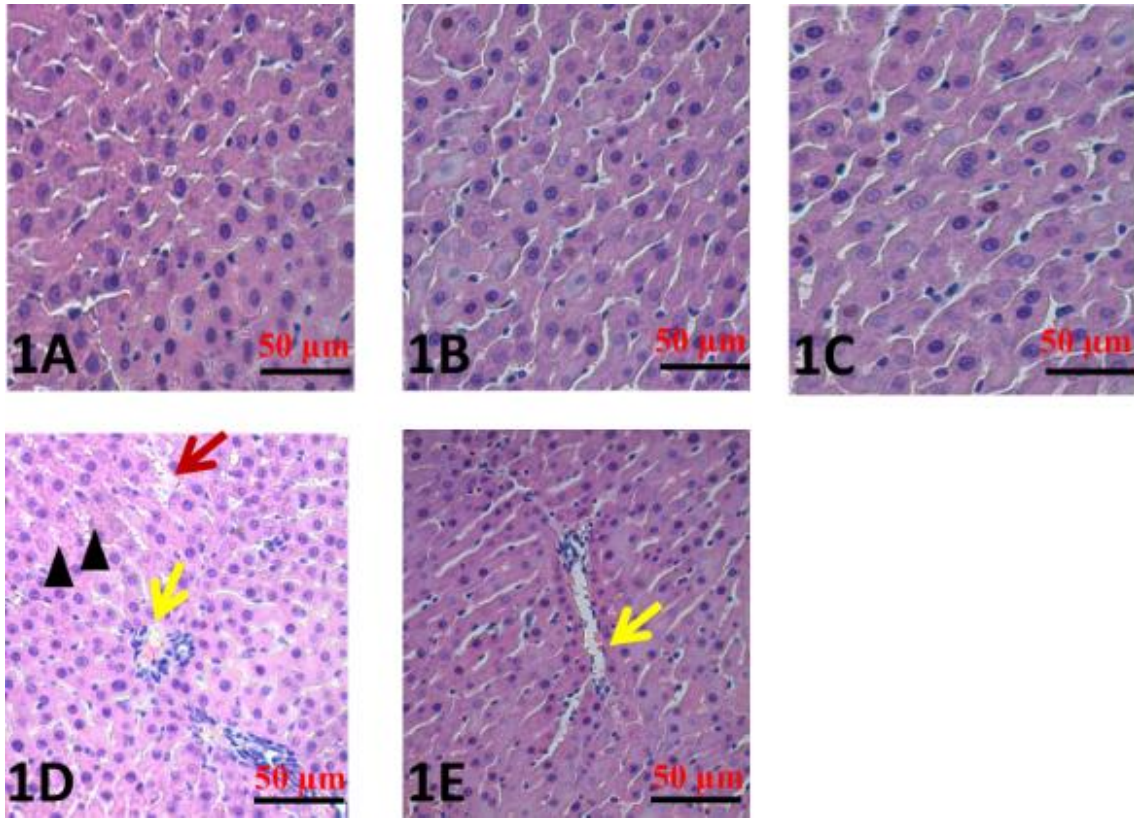
İmmunohistokimyasal Analizler

İrisin, immunreaktivitesinin belirlenmesi için, dekapitasyonun ardından ilgili dokular hızla çıkarılıp %10 formaldehitte tespit edildikten sonra, doku takip işleminden geçirildi ve immunohistokimyasal incelemeler için parafin bloklara gömüldü. Parafin bloklardan 5–6 mm kalınlığında alınan kesitler polilizinli lamlara alındı. Deparafinize edilen dokular dereceli alkol serilerinden geçirilip antijen geri kazanımı için sitrat tampon solüsyonunda pH 6'da mikrodalga fırında (750W) 7+5 dk tutuldu. Zemin boyasını engellemek için Ultra V Block solüsyonu ile muameleden sonra primerler ile 60 dk inkübe edildi. Dokular, primer antikor uygulanmasından sonra sekonder antikor (30 dk), Streptavidin Alkaline Phosphatase (30 dk) ve Fast Red Substrate System ile inkübe edildi. Mayer's hematoxilen ile zıt boyaması yapılan dokular PBS ve distile sudan geçirilerek uygun kapatma solüsyonu ile kapatıldı. Hazırlanan preparatlar ışık mikroskobunda incelenip fotoğraflandı.

İstatistiksel Analizler

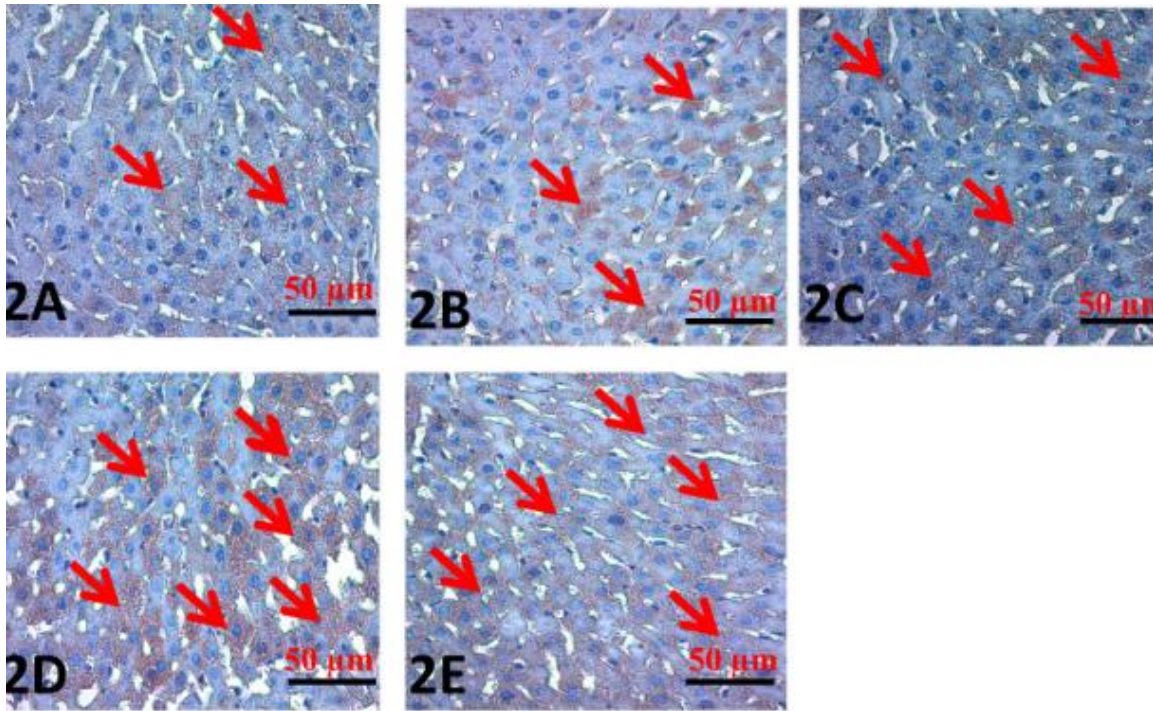
Elde edilen veriler ortalama±standart hata (SH) olarak belirtilerek istatistiksel farklar bağımsız gruplarda “one-way ANOVA” ve “independent student-t” testleri ile hesaplandı. Aynı grubun farklı zaman noktalarındaki değerleri arasındaki farkı değerlendirmek için “paired student-t test” kullanıldı. Elde edilen sonuçların yorumlanmasında $p<0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular: K, MY ve VD gruplarında karaciğer normal histolojik görünümüne sahipti. IMC grubunda K grubuyla karşılaştırıldığında sinuzoidal dilatasyon, portal alanda dilatasyon ve konjesyon, hepatositlerde dejenerasyon ve remark kordonlarında disosiasyon izlendi. IMC+VD grubunda, IMC grubu ile karşılaştırıldığında, portal alanda dilatasyon ve konjesyon devam ederken, sinuzoidal dilatasyon ve hepatositlerde dejenerasyon gözlenmedi. Remark kordonları olağan histolojik görünümdeydi (Resim 1). Dokuda bulunan irisin immunreaktivitesinin K, MY, IMC ve IMC+VD grubunda benzer olduğu ($p>0.05$) gözlendi (Resim 2). Serum TAS düzeyleri K, MY ve VD gruplarında benzerdi ($p>0.05$). Serum TAS düzeyi, IMC ve IMC+VD grubu ile kıyaslandığında VD grubunda anlamlı bir artış gösterirken ($p<0.05$), K, IMC ve IMC+VD gruplarında benzerdi ($p>0.05$). Serum TOS düzeyleri K, MY ve VD gruplarında benzerdi ($p>0.05$). TOS düzeyi IMC ve IMC+VD grupları arasında benzer iken ($p>0.05$), K, MY ve VD gruplarına göre anlamlı derecede yüksekti ($p<0.05$).



Resim 1. Hematoksilen-eosin ile boyanmış karaciğer dokusu

1A. Kontrol grubu, 1B. Mısır yağı grubu, 1C. Vitamin D grubu, 1D. İmidakloprid grubu, Kırmızı ok; Sinuzoidal dilatasyon, sarı ok; Portal alanda dilatasyon ve konjesyon, ok başı: Hepatositlerde dejenerasyon, 1E. İmidakloprid + Vitamin D grubu Sarı ok; Portal alanda dilatasyon ve konjesyon.



Resim 2. Karaciğer dokusundaki irisin immunreaktivitesi, (kırmızı ok)

2A. Kontrol grubu, 2B. Mısır yağı grubu, 2C. Vitamin D grubu, 2D. İmidakloprid grubu, 2E. İmidakloprid + Vitamin D

SONUÇ

İrisin önceki çalışmalarda çoğunlukla kas dokusunda sentezlendiği ama bununla birlikte diğer organ ve dokularda sentezlendiği de rapor edilmiştir (16). Özellikle şeker metabolizması ve mitokondriyal sistemin disfonksiyonu durumlarında da salındığı bildirilmiştir. Bununla birlikte bu hormonun pestisit uygulaması sonucunda bazı dokulardaki ekspresyon seviyeleri üzerine artışı ya da azalışı hakkında bilgiler oldukça sınırlıdır. Özellikle pestisitlerin karaciğer üzerine olumsuz etkileri düşünüldüğünde bu etkiye irisin hormonunun cevap verip vermeyeceği hakkında herhangi bir bulguya rastlanmamıştır. Önceki çalışmalarda karaciğer dokusunda meydana gelen iskemi reperfüzyon sonrasında meydana gelen oksidatif stresin yıkıcı etkilerinin ekzojen uygulanan irisin tarafından azaltıldığı belirlenmiştir (17). Çalışmamızda antioksidan bir molekül olan VD'nin kullanılmasının sebebi ise önceki çalışmalarda genç erişkin erkeklerde VD uygulamasının irisin hormonunu artırmasından dolayıdır (18). Sonuç olarak, IMC uygulanan ratlarda karaciğer dokusunda serbest oksijen radikallerinin seviyesinin arttığı ve bu etkinin VD uygulanan gruplarda azaldığı belirlenmiştir. Ancak tüm gruplarda irisin seviyesi üzerine VD'nin herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Farklı çalışmalarda irisin hormonunun ratlarda miyokart infarktüsü sonrası kalp dokusunda azaldığı belirlenmiştir (19). Ayrıca ratlarda iskelet kasında egzersiz yapanlarda yapmayanlara göre daha fazla irisin hormonu tespit edilmiştir (20). Buradan farklı dokularda farklı uyarıcılara göre irisin hormonunun salgılandığını söyleyebilmekteyiz. Ayrıca karaciğer dokusunda IMC uygulaması sonucunda oksidatif strese rağmen oluşan hasarın engellenmesinde irisin sentezi için gerekli mekanizma yerine diğer antioksidan mekanizmaların devreye girdiğini düşünmekteyiz.

Yapılan bir çalışmada IMC uygulanan gruplarda karaciğer ve beyin dokusunda serbest radikallerin ve malondialdehit seviyesinin arttığı belirtilmiştir (21). Ayrıca radikallerin oluşmasında görev alan ksantin oksidaz ve myeloperoksidaz seviyesinin artışının olduğu da belirlenmiştir. Çalışmamızda kontrol grubu ile kıyaslandığında TOS düzeyi IMC uygulanan grupta artarken, IMC+VD uygulama grubunda azalmıştır, ayrıca TAS düzeyi IMC uygulama grubunda azalırken IMC+VD grubunda artmıştır. Bu sonuçlara bakılarak VD'nin IMC uygulanan gruplarda antioksidan bir potansiyele sahip olabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca karaciğer dokusunda, IMC uygulaması sonucunda oksidatif strese rağmen oluşan hasarın engellenmesinde irisin sentezi için gerekli mekanizma yerine diğer antioksidan mekanizmaların devreye girdiğini düşünmekteyiz.

Toor ve ark. (22) IMC uygulanan erkek ratlarda karaciğer dokusunda sinusoidler ve santral vende dilatasyon belirlemişler fakat daha düşük dozlarda herhangi bir histopatolojik bulgu gözlemlenmemişlerdir. Vohra ve ark. (23) dişi ratlarda yaptıkları çalışmalarında karaciğerde dilatasyon ve santral vende konjesyon ile hepatositlerde dejenerasyon gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Erkek ratlarda yapılan bir başka çalışmada Mohany ve ark. (5) karaciğerde sinuzoidlerinde ve santral vende yoğun konjesyon, yoğun piknotik çekirdek ve lökosit infiltrasyonu saptamışlardır. Bizim çalışmamızda ise ratlarda imidakloprid uygulanan gruptaki hayvanların karaciğer dokularında histopatolojik olarak sinuzoidal dilatasyon, portal alanda dilatasyon ve konjesyon, hepatositlerde dejenerasyon ve remark kordonlarında disosiasyon gözlemlendi. Histopatolojik bulgularımız Toor ve ark. (22) ve Vohra ve ark. (23)'nin bulgularına benzerlik gösterirken, Mohany ve ark. (5)'nin bazı bulgularıyla farklılık göstermektedir. Bu farklılığın sebebinin hayvanların yaşı, imidaklopridin dozu, uygulama yolu ve çalışmanın süresine bağlı olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızda VD'nin IMC'ye bağlı olarak karaciğerde gözlenen hasarı azalttığı gözlenmiştir. Bundan dolayı VD'nin bu tür vakalarda tedavi edici etkisi olduğunu düşünmekteyiz. Literatürde VD'nin imidakloprid uygulanan ratlarda karaciğerde irisin immunreaktivitesine ve karaciğer hasarına karşı tedavi edici etkisine dair herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bundan dolayı bu çalışmamızın literatüre yeni bir katkı sağladığını değerlendirmekteyiz.

Sonuç olarak VD'nin imidaklopride maruz kalan karaciğer dokusunda oksidatif stresi azalttığı ancak irisin seviyesi üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ancak bulgularımızın VD ile ilgili daha geniş ve kapsamlı çalışmalarla desteklenmeye ihtiyacı olduğunu düşünmekteyiz.

KAYNAKÇA

- 1) Bal R, Naziroğlu M, Türk G, et al. Insecticide imidacloprid induces morphological and DNA damage through oxidative toxicity on the reproductive organs of developing male rats. *Cell Biochem. Funct.* 2012; 30: 492–9.
- 2) Ozdemir H, Kara H, Yumrutas M, et al. Determination of the effects on learning and memory performance and related gene expressions of clothianidin in rat models. *Cogn. Neurodyn.* 2014; 8: 411–6.
- 3) Tomizawa M, Lee DL, Casida JE. Neonicotinoid insecticide toxicology: Mechanisms of selective action. *Annu Rev Pharmacol Toxicol.* 2005; 45: 247–68.
- 4) Moya D, Rodriguez JA, Garcia-Layana A, et al. Organophosphate insecticide, chlorpyrifosune, retina, oxidative stress and apoptotic effect in vivo through protection of C and E combination. *Exp. Toxicol. Pathol.* 2008; 59: 415-23.
- 5) Mohany M, Badr G, Refaa I, El-Feki M. Immunological and histological effects of exposure to imidacloprid insecticide in male albino rats. *Afr J Pharm Pharmacol.* 2011; 5: 2106–14.
- 6) Soujanya S, Lakshman M, Kumar AA, Reddy AG. Evaluation of the protective role of vitamin C in imidacloprid-induced hepatotoxicity in male Albino rats. *J Nat Sci Biol Med.* 2013; 4(1): 63-7.
- 7) Sauer E, Moro AM, Brucker N, et al. Liver δ -aminolevulinate dehydratase activity is inhibited by neonicotinoids and restored by antioxidant agents. *Int J Environ Res Public Health.* 2014; 11(11): 11676-90.
- 8) Kivity S, Agmon-Levin N, Zisappl M, et al. Vitamin D and autoimmune thyroid diseases. *Cell Mol Immunol.* 2011; 8; 243–7.
- 9) Goswami R, Marwaha RK, Gupta N, et al. Prevalence of vitamin D deficiency and its relationship with thyroid autoimmunity in Asian Indians: a community-based survey. *Br J Nutr.* 2009; 102: 382–6.
- 10) Boström P, Wu J, Jedrychowski MP, et al. A PGC1 dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature.* 2012; 481: 463–8.
- 11) Belviranlı M, Okudan N, Çelik F. Association of Circulating Irisin with Insulin Resistance and Oxidative Stress in Obese Women. *Horm Metab Res.* 2016; 48(10): 653-7.
- 12) Panagiotou G, Mu L, Na B, et al. Circulating irisin, omentin-1, and lipoprotein subparticles in adults at higher cardiovascular risk. *Metab Clin Exp.* 2014; 63: 1265–71.
- 13) Dabak DO, Kuloglu T, Ozercan MR. Effects of vitamin D3 (cholecalciferol) on adriamycin-induced nephrotoxicity. *Ren Fail.* 2009; 31(5): 400-5.
- 14) Erel OA., Novel automated direct measurement method for total antioxidant capacity using a new generation, more stable ABTS radical cation. *Clin Biochem.* 2004; 37: 277–85.
- 15) Erel O. A., New automated colorimetric method for measuring total oxidant status. *Clin Biochem.* 2005; 38: 1103–11.
- 16) İnci A, Aypak SÜ. İrisin ve Metabolik Etkileri. *Türkiye Klinikleri Endokrinoloji Dergisi.* 2016: 11(1); 15-21.
- 17) Bi J, Zhang J, Ren Y, et al. Irisin alleviates liver ischemia-reperfusion injury by inhibiting excessive mitochondrial fission, promoting mitochondrial biogenesis and decreasing oxidative stress. *Redox biology.* 2019; 20; 296-306.
- 18) Cavalier E, Mismetti V, Souberbielle JC. Evaluation of circulating irisin levels in healthy young individuals after a single 100,000 IU vitamin D dose. *Ann Endocrinol.* 2014; 75(3): 162-4.
- 19) Kuloglu T, Aydın S, Eren MN, et al. Irisin: a potentially candidate marker for myocardial infarction. *Peptides.* 2014; 55; 85-91.

- 20) Aydın S, Kuloglu T, Aydın S., et al. Cardiac, skeletal muscle and serum irisin responses to with or without water exercise in young and old male rats: cardiac muscle produces more irisin than skeletal muscle. *Peptides*. 2014; 52; 68-73.
- 21) Duzguner V, Erdogan S. Acute oxidant and inflammatory effects of Imidacloprid on the mammalian central nervous system and liver in rats. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2010; 97(1): 13-8.
- 22) Toor HK, Sangha GK, Khera KS. Imidacloprid induced histological and biochemical alterations in liver of female albino rats. *Pestic Biochem Physiol*. 2013; 105(1): 1-4.
- 23) Vohra P, Khera KS, Sangha GK. Physiological, biochemical and histological alterations induced by administration of imidacloprid in female albino rats. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2014; 110: 50-6.

DİŞ HEKİMLİĞİNDE GERİATRİ

Arş. Gör. Emine Ararat¹
Dr. Öğr. Üye. Eda Didem Yalçın²

ÖZET

Dünyadaki insanların ortalama yaşam sürelerinin hızla artmasıyla toplumdaki yaşlı nüfus oranları da hızla artmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü, yaşlılığı 65 yaş sonrasındaki dönem olarak tanımlamaktadır. Bireyler yaşlandıkça vücutlarındaki yıkıma bağlı olarak bir takım rahatsızlıklar görülebilmektedir. Bu rahatsızlıklar sistemik olabileceği gibi diş hekimliği alanına giren ağız içerisindeki yumuşak ve sert dokularda da görülebilmektedir. Yaşlanmayla birlikte, çene kemikleri dahil bütün kemiklerde osteoporotik değişiklikler görülmekte ve kemiklerin kırılabilirliği artmaktadır. Genel olarak, yaşlanma ile ilgili olduğu düşünülen oral değişiklikler; dişsizlik, tükürük akış hızının azalması, dişlerde atrizyon, periodontal hastalıklar, kök çürükleri, oral mukoza ve kaslarda atrofi ve tad duyusunun azalmasıdır. Dişsizlik kemiklerde trabekül kaybı ve kortikal incelmeye sebep olurken bir de hormonal kökenli osteoporoz ve arteriosklerotik değişikliklere bağlı kan akımında azalma eklenince, özellikle kadınlarda, mandibulada çok erken ve şiddetli poroziteler görülmektedir. Yaşlanmaya bağlı olarak Temporomandibular eklemde (TME), bazı yapı ve fonksiyon değişiklikleri de gelişmektedir. Temporal kemikte, glenoid çukuru derinleşmesi veya artiküler çıkıntının düzleşmesi gibi adaptif değişiklikler oluşmaktadır. Bu yapısal değişiklikler, yaşlının çiğneme fonksiyonunda ve dolayısıyla beslenme alışkanlıklarında farklılaşmalara yol açmaktadır. Yaşlıda ağızda mevcut diş sayısı çok azaldığı için, hareketli protez kullanımı söz konusudur. Hareketli protezler, geniş mukozal yüzeyleri kaplayarak tad cisimciklerinin uyarılmasını engeller. Tad hassasiyetinin azalmasına bağlı olarak, yaşlıda tuz ve şeker tüketimi artar ve bu durum sistemik problemlerin gelişmesine neden olmaktadır. Bunun yanı sıra, yaşlıda hareketli protez kullanımına bağlı olarak çiğneme yeteneği azalmış ve yumuşak gıdalarla beslenme eğilimi artmıştır. Bu durum da plak ve diş taşı birikimine ve sonuç olarak da çürük ve periodontal hastalık insidansının artışına yol açmaktadır. Yaşlıda görülen diş kayıplarında; periodontal hastalık, kök çürüklerine kıyasla daha etkin bir faktördür. Hareketli protez kullanımı, mukozal dokuların hem görünümünü ve hem de bütünlüğünü etkileyen değişikliklere yol açabilmektedir. Bunlara bağlı olarak geriatric bireylerde klinik olarak genç bireylere göre ne gibi farklılıklar olabileceği konusunda hekimin bilgi ve tecrübesi olması gerekmektedir. Bu sunumda geriatric bireylerin özel durumları göz önünde bulundurularak diş hekimliğindeki yeri ve önemi ilgili bilgi verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Geriatric Bireyler, Diş Hekimliği, Orofasiyal Bulgular

GİRİŞ

Yirminci yüzyıl, dünya nüfusunun yaş yapısında meydana gelen değişim bakımından insanlık tarihinde bir dönüm noktası olmuş ve yaşlı nüfus özellikle 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren gerek sayısal ve gerekse yaşlı nüfusun genç nüfusa oranı olarak dikkat çekici düzeyde artmıştır. Ülkemizde de yaşlı nüfusun toplam nüfus içerisindeki payı her yıl biraz daha artmaktadır. Son 20 yıl içinde yaşlı nüfusun toplum içindeki payı %4'ten %6'ya yükselmiştir. Çeşitli fizyolojik, immünolojik, psikolojik ve çevresel faktörler tarafından etkilenen yaşlanma biyolojisi geriatric biliminin temelini oluşturmaktadır (1). Bireyler yaşlandıkça vücutlarındaki yıkıma bağlı olarak bir takım değişiklikler görülebilmektedir. Yaşlanma organizmayı bütünüyle etkilemekte olup; dişler, periodontal dokular, ağız mukozası, tükürük bezleri, nöromusküler sistem ve çene kemikleri ve temporomandibular eklemde oluşan çiğneme sistemi üzerinde fizyolojik etkiler bırakmaktadır (2).

¹ Gaziantep Üniversitesi, dtamines@gmail.com

² Gaziantep Üniversitesi, didemyalcn@gmail.com

Ancak bir takım yapısal değişikliklerle sonuçlanan bu etkiler sadece yaşlanmanın doğal sonucu olarak değil, yanı sıra bireyin ağız hijyeni, diş hekimine başvuru sıklığı, medikal durumu, beslenme alışkanlıkları ve kullandığı ilaçlar gibi faktörlerce patolojik olarak da gelişmektedir (3). Bu bildirinin amacı, yaşlı bireylerde orofasiyal bölgede meydana gelen fizyolojik ve patolojik değişimleri değerlendirmektir.

Dişler

Yaşla birlikte minede meydana gelen atrizyon olarak tanımlanan fizyolojik aşınmalar dişlerin hem şeklini hem de yapısını değiştirmektedir. Atrizyon sonucu dişlerin anatomik kron boyu kısalarak dentin tabakası açığa çıkmaktadır. Aşınmaya karşı gelişen reaktif sekonder dentin oluşumu dişlerin rengini koyulaştırarak sarımsı bir renk almasına sebep olmaktadır (4). Dentin dokusunun kalınlığı ve kompozisyonunun değişmesi ile sekonder dentin ve dentin tübüllerinin tıkanması sonucu dentin sklerozisi gelişmektedir. Yaşam boyu sentez edilen sekonder dentin yapımı pulpa odası ve kanallarını daraltmaktadır. Yaşla birlikte pulpada hücresel elemanlar, damar, sinir ve lenfatik fonksiyon azalırken kollajen lif sayısı artmaktadır. Bu değişim, pulpa dokusunun travmaya karşı reaktif özelliğini ve tamir kapasitesini azalttığı için yaşlı bireylerde endodontik tedavinin başarılı olma olasılığı gençlere göre daha düşüktür (5). Ayrıca yaşlanmayla sementte matriks depozisyonu ve kalsifikasyonu nedeniyle hipersementoz gelişmektedir (2). İlerleyen yaşla birlikte dişeti çekilmesi ve periodontal doku kaybı, rezorbe olmaya meyilli sement yüzeyini açığa çıkartmakta ve kök çürükleri için zemin hazırlamaktadır. Diş kökleri diş kronlarına kıyasla, sement ve dentinin yapısal özellikleri nedeniyle mekanik etkilere daha az dirençlidir. Epidemiyolojik çalışmalar, yaş artışına paralel olarak kök çürüklerinde artış olduğunu göstermektedir. Kök çürükleri, dişleri bant şeklinde çevrelediği gibi, bazen de derin dentin dokularına doğru ilerleyerek diş kırıklarına neden olmaktadır. Yaşlıda, plak birikimini kolaylaştıran faktörler ve ağız hijyeni işlemlerinin gerektiği gibi uygulanamaması, çürük prevalansını arttırmaktadır. Aşınmış dentin yüzeyleri, bölümlü protez kroşeleri, kron-köprü gibi sabit protetik restorasyonlar ve periodontal hastalıklar da bu artışa katkıda bulunmaktadır (3).

Periodonsiyum

Periodonsiyum, dişi çevreleyen ve destekleyen dokular olan periodontal membran, alveol kemiği, sement tabakası ve dişetini kapsayan bölgedir. Artan yaşla birlikte dişeti ve periodontal ligamentte hücre sayısı ve kollajen sentezi azalmaktadır (6). Periodontal ligament incelenerek alveoler kemik ve periodontal ligamentte ateroskleroz gelişmektedir (7). Epidemiyolojik çalışmalar, yaşla birlikte periodontal hastalıkların sıklığının ve şiddetinin arttığını göstermektedir (8). Dişeti çekilmesi yaşlı bireylerde çok sık görülen periodontal hastalıklardandır. Diş kayıplarında çürüklerden çok periodontal hastalıklar etkili olmaktadır (7). Kalan dişlerin bütün fonksiyonel yükü karşılaması sonucunda periodontal ligament genişliğinde artış veya çiğneme kuvvetlerinin azalması sonucunda, periodontal ligament genişliğinde azalma olduğu bildirilmektedir (9). Alveoler kemiğin bütünlüğü dişlerin mevcudiyetine bağlı olduğundan, diş kaybı ve protez kullanımı alveoler kemik kaybını arttırmaktadır. Alveolar kemik kaybı mandibulada, maksillaya kıyasla dört kat daha fazladır. Maksillada rezorpsiyon sonucu alveoler kret tamamen düzleşebilmektedir. Ayrıca, maksilla hacim olarak da küçülmekte ve maksiller sinüs ağız mukozasından sadece ince bir kemik tabakası ile ayrılmaktadır. Mandibulada aşırı rezorpsiyon durumunda kemik kreti bıçak şeklini almakta bu durum total protezlerin kullanımını olanaksız kılmaktadır. Bunun yanı sıra rezorpsiyon arttıkça, ağrı ve paresteziyle sonuçlanan foramen mentalenin açığa çıkması söz konusu olabilmektedir (10). Alt çene dişlerinin tümünün kaybedilmesi yaşlı bireylerde vertikal boyutun azalmasına neden olarak orofasiyal kasların fonksiyonunu etkilemektedir. Sonuç olarak koronoid çıkıntı küçülmekte, kondiller büyümekte ve mandibulada prognati gelişmektedir. Protez kullanmayan yaşlı hastalarda bu durum, yüzde ve dudaklarda çöküntüye, ağızda büzülmeye ve dudak köşelerinden başlayan kırışıklıklara neden olmaktadır (3). Yaşlanmayla birlikte, çene kemikleri dahil bütün kemiklerde osteoporotik değişiklikler görülmekte ve kemiklerin kırılabilirliği artmaktadır. Dişsizlik, kemiklerde

trabekül kaybı ve kortikal incelmeye sebep olurken ayrıca özellikle kadınlarda, hormonal osteoporoz ve aterosklerotik değişikliklere bağlı kan akımında azalma ile mandibulada çok erken ve şiddetli poroziteler görülmektedir (11).

Oral mukoza

Oral mukozal hastalıklar yaşlı hastalarda genç hastalara oranla daha fazla gözlenmektedir. Oral mukoza epitelinin incilmesi ve kollajen sentezinin azalması, doku rejenerasyonunu azaltarak mukozanın hastalıklara direncini azaltmaktadır. Kapiller dolaşımın azalması ile mukozada soluklaşma meydana gelmektedir (8). Yaşlı popülasyona ait mukozal patolojiler genellikle sistemik hastalıkların ağız bulgularına, beslenme bozukluklarına, ilaçların yan etkilerine, oral enfeksiyonlara ve mekanik travmaya bağlı olarak gelişmektedir. Ancak majör sebep genellikle sigara ve alkol alışkanlığı, uzun süreli protez kullanımıdır (11). Yaşlılarda en sık gözlenen oral mukozal bozukluğun protez stomatiti olduğu bildirilmektedir. Protez nedeniyle gelişen diğer patolojiler; epulis fissuratum (%3-26), angular şelitis (%10-25) ve travmatik ülserlerdir. Diğer sık gözlenen oral mukozal değişiklikler paslı dil ve lingual varikozittir. Yaşlılarda oral mukozal patolojilerin çoğu benigndir; fakat lokal veya sistemik predispozan faktörler eşlik ettiğinde, malign hale gelebilmektedir. Lökoplaki en sık rastlanan premalign lezyondur. Malign lezyonlardan %90'ını skuamoz hücreli karsinom, %10'unu adenokarsinom ve sarkomlar oluşturmaktadır (12).

Tükürük

Yapılan histolojik çalışmalar tükürük bezinin parenkimasının ilerleyen yaşla birlikte yağlı doku ile yer değiştirdiğini göstermekte bu da tükürük akış hızını etkilemektedir (13). Bezlerin fonksiyonel olarak farklı rezervuar kapasitelerine sahip olmaları nedeniyle tükürük akış hızında azalma aynı oranda değildir. Sağlıklı yaşlılarda, tükürük akış hızı parotis bezinde azalmazken minör tükürük bezlerinde azalmaktadır. Submandibular bezlerle ilgili sonuçlar çelişkilidir. Tükürükte bulunan sekretuar proteinler, sodyum ve kloridlerin azalması sonucu tükürüğün yapısı değişmekte ve müsinöz özellik kazanmaktadır (3, 7). Yaşlanmanın fizyolojik etkilerinin yanı sıra sistemik hastalıklar ve bunların tedavileri için kullanılan ilaçlar ve radyoterapi sonucu kserostomi gelişmektedir. Kserostomi yaşlı bireylerin %29-57'sinde gözlenmektedir. Tükürük akış hızının azalması geriatric hastalarda dehidratasyonun göstergesidir. Kserostomide ağızda kuruluk hissi yanında yanma hissi, tat değişikliği, yutma ve konuşma güçlüğü gibi klinik belirtiler bulunmaktadır (14). Yetersiz tükürük miktarı protezlerin tutuculuğunu azaltarak çiğneme, yutkunma ve konuşma fonksiyonunu olumsuz yönde etkilemektedir. Buna ilaveten ağız kokusu, stomatodinia (ağız ve dil yanması), tat duyusunda bozukluklar ve dil papillalarının atrofisi sonucu asidik ve acılı besinlerin tolere edilememesi gibi belirtiler oluşmaktadır (3). Ağız kuruluşunun yaşlı bireylerde malnütrisyona sebep olduğu kabul edilmektedir (15).

Temporomandibular Eklem

Aşınmış diş yüzeyleri, çiğneme fonksiyonunun olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır. Çiğneme fonksiyonunu etkileyen diğer bir faktör ise yaşla birlikte diş kayıplarının artmasıdır. Ayrıca, hatalı restorasyonlar, çiğneme kaslarında aşırı gerilim, gevşemeler ve bruksizm gibi faktörler de dişlerin oklüzal yüzeylerinde değişiklikler yaratarak, alt ve üst çene dişlerinin kapanış pozisyonundaki ilişkilerinin bozulmasına neden olmaktadır (16). Bu nedenle yaş ilerledikçe temporomandibular eklem (TME) patolojileri görülme sıklığı artmaktadır. TME patolojilerinin yaşlılarda görülme sıklığı %33-86 arasında değişmektedir. Uygun olmayan total ve hareketli bölümlü protez kullanan hastaların %75'inde TME disfonksiyonu tespit edilmiştir (3, 16). Yaş ilerledikçe temporal kemikte, glenoid çukurun derinleşmesi veya artiküler çıkıntının düzleşmesi gibi adaptif değişiklikler oluşmaktadır. Bununla birlikte artiküler diskte incelme ve eklem yüzeyinde düzleşme olasılığı artmaktadır. Kondil ve artiküler disk ilişkisi bozulduğundan fonksiyon sırasında eklemde patolojik sesler oluşmaktadır. Bazı sistemik hastalıklar yaşlılıkla ortaya çıkan bu değişimleri arttırıp ve bu değişikliklerden sorumlu olabilmektedir. Yaşlılarda sıklıkla görülen

dejeneratif bir eklem hastalığı olan romatoid artrit vakalarının %20'sinde TME tutulumu vardır. Tutulum olduğunda eklemlerdeki inflamasyon sonucu alt çene hareketleri kısıtlanmaktadır. Hastada her iki eklemdede krepitasyon, hassasiyet ve ağrı meydana gelmektedir (17).

Motor bozukluklar

Orofasiyal bölgeye ait motor fonksiyonlar çiğneme, yutma ve konuşmadır. Yaşlılıkta çiğneme fonksiyonu; diş kayıpları, çürük ve periodontal problemlili dişler, atrizyona bağlı aşınmış diş düzeyleri, brüksizm, nöromusküler sorunlar, mukozal lezyonlar, TME patolojileri, oral bulguları olan sistemik hastalıklar nedeniyle bozulmaktadır (3). Bununla beraber yaşlı hastalarda tüm iskelet kaslarında olduğu gibi çiğneme kaslarında da boyut ve güç kaybı gelişeceğinden. çiğneme kapasitesinde azalma meydana gelmektedir. Ayrıca yetersiz tükürük nedeniyle hareketli protezlerin tutuculuğu azalmakta ve bu duruma bağlı olarak hastaların çiğneme, yutkunma ve konuşma fonksiyonları olumsuz yönde etkilenmektedir (3, 6).

Sonuç olarak yaşlanma, insan organizmasını tümüyle etkilemekte ve çiğneme sistemi üzerinde fizyolojik etkiler yaratmaktadır. Yaşlılığın doğal sonucu olarak oluşan bu değişiklikler bazı sistemik hastalıklar, uygulanan tedaviler ve ilaçlar nedeniyle daha da belirginleşerek çeşitli patolojilerin gelişmesine zemin hazırlamaktadır. Diş hekimliğinde yaşlı bireylerde bu fizyolojik ve patolojik değişikliklerin bilinmesi tanı ve tedavi planlamasında oldukça önemlidir.

KAYNAKLAR

- 1) Aalokken T, Hagtvedt T, Dalen I, Kolbenstvedt A. Conventional sinus radiography compared with CT in the diagnosis of acute sinusitis. *Dentomaxillofacial Radiology* 2003;32(1):60-62.
- 2) Önem E, Tuğsel E. Yaşlanmanın çiğneme sistemine etkileri. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*;46(2):58-65.
- 3) Haviye N. Yaşlıda Ağız ve Diş Sağlığı. *Geriatric* 1999.
- 4) Ozkan Y, Özcan M, Kulak Y, Kazazoglu E, Arıkan A. General health, dental status and perceived dental treatment needs of an elderly population in Istanbul. *Gerodontology* 2011;28(1):28-36.
- 5) de Castro MCR, Ramos-e-Silva M. Physiologic Alterations of Oral Mucosa due to Aging: A Review. *Acta dermatovenerologica Croatica* 2005;13(3):0-0.
- 6) Betts N, Barber H. The pathophysiology of aging. Fonseca, RJ, Davis S WH, *Reconstructive preprosthetic oral and maxillofacial surgery* 1995;2:3-18.
- 7) Berg R, Morgenstern NE. Physiologic changes in the elderly. *Dental Clinics of North America* 1997;41(4):651-668.
- 8) Vigild M. Oral hygiene and peridontal conditions among 201 dentate institutionalized elderly. *Gerodontology* 1988;4:140-145.
- 9) Unsal B. Yaşlı Bireylerdeki Ağız ve Diş Sağlığı. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*;19(3):45-49.
- 10) Taşkın M, Toygar N. Geriatriye Ağız Fizyolojisi.
- 11) Reichart PA. Oral mucosal lesions in a representative cross-sectional study of aging Germans. *Community dentistry and oral epidemiology* 2000;28(5):390-398.
- 12) Nevalainen M, Närhi T, Ainamo A. Oral mucosal lesions and oral hygiene habits in the home-living elderly. *Journal of oral rehabilitation* 1997;24(5):332-337.
- 13) Canay Ş, Çiftçi Y. Yaşlı bireylerde sistemik hastalıklarla birlikte izlenen ağız bulguları. *Geriatric* 2003;6(3):104-108.
- 14) Turner MD, Ship JA. Dry mouth and its effects on the oral health of elderly people. *The Journal of the American Dental Association* 2007;138:S15-S20.
- 15) Guggenheimer J, Moore PA. Xerostomia: etiology, recognition and treatment. *The Journal of the American Dental Association* 2003;134(1):61-69.

- 16) Katz R. The epidemiology of oral disease in older adults. Text book of geriatric dentistry 1996:272-277.
- 17) Picuch J. Oral and maxillofacial surgery for the geriatric patient. Geriatric dentistry. A textbook of oral gerontology. Copenhagen: Munksgaard 1986:307-20.

TALASEMİDE OROFASİYAL BULGULAR

Arş. Gör. Emine Ararat¹
Dr. Öğr. Üyesi Eda Didem Yalçın²

ÖZET

Talasemi, kırmızı kan hücrelerinin oksijen taşıyan komponenti olan hemoglobinin alfa ve beta zincirlerinin yapımını kodlayan genlerindeki bir problem sonucu ortaya çıkan, otozomal resesif geçişli kalıtsal bir hastalıktır. Talasemiler, klinik ve genetik özelliklerine göre major ve minör olmak üzere iki şekilde sınıflandırılmaktadır. Hastalığın heterozigot formu (talasemi minör) hipokromik mikrositik anemidir ve genellikle hafif ve asemptomatik seyreder; hastalığın homozigot formu olan talasemi major veya diğer adıyla Cooley Anemisi ise, hastalığın en şiddetli klinik tablosuna sahip türüdür. Kemik iliğinde meydana gelen hiperplazi ve ekspansiyon sonucunda iskelet yapıda büyüme ve gelişme bozuklukları görülmektedir. Kraniofasiyal komplekste görülen büyük kafa ve maksiller prognatizm tipik iskeletsel deformitelerdir. Zigomatik kemik çıkıntılı, nazal kemik çöküktür. Frontal ve pariyatal genişlemelere bağlı mongoloid görünüm ve maksiller sinüs boyut ve pnömatizasyonda azalmalar olabilmektedir. Talasemik hastalarda meydana gelen maksiller büyüme anterior dişlerde protrüzyon, derin kapanış, açık kapanış ve değişen derecelerde maloklüzyon ile sonuçlanmaktadır. Hastaların genel olarak ağız hijyenleri bozuktur ve buna bağlı olarak plak ve çürük oluşumunun sık gözleendiği rapor edilmiştir. Folat yetmezliğine bağlı dilde ağrı ve yanma görülebilmektedir. Radyografik olarak diğer anemi tiplerinden daha şiddetli bulgular göze çarpmaktadır. Radyografide en belirgin özellik ise saç kılı (Hair-on-end) şeklindeki radyoopak ışınal çizgilenmelerdir. Kemik iliği genişleyip kortikal kemik inceldiğinden kemik genel olarak radyolüsent izlenmektedir, trabekülasyonda genişleme ve birim alanda sayısal azalma tespit edilmektedir. Diş köklerinde gelişimsel olarak dentin displazisine bağlı olarak kısalık ve lamina durada incelmeye görülmektedir. Bu sunumda talasemi hastası bireylerde gözlenen orofasiyal bulgular hakkında bilgi verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Talasemi, Diş Hekimliği, Orofasiyal Bulgular

GİRİŞ

Talasemi (Cooley anemisi, Akdeniz anemisi, Eritroblastik anemi); hemoglobin zincirlerinden birinin veya bir kaçının hasarlı sentezi sonucu gelişen, hipokrom mikrositer anemi ile karakterize heterojen bir grup hastalıktır. Türkiye'nin de içinde bulunduğu tüm Akdeniz ülkelerinin önemli bir halk sağlığı sorunudur. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre, dünyadaki taşıyıcılık oranı %5.1 olup ülkelere ve ülkeler içindeki farklı yerleşim birimlerine göre değişiklikler gözlenmektedir (1). Talasemi otozomal resesif geçiş göstermekte ve kızlarda ve erkeklerde eşit oranda görülmektedir. Talasemide eritrositlerin hemoglobin içeriği azalmıştır, ömürleri kısadır. Defekt alfa zincirinde meydana gelirse alfa talasemi, beta zincirinde oluşursa beta talasemi olarak isimlendirilmektedir (2). Beta talasemi daha belirgin bulgularla karşımıza çıkmaktadır. Hastalık homozigot olarak taşınmışsa talasemi major, heterozigot olarak taşınmışsa talasemi minor olarak adlandırılmaktadır. Talasemi majörde yeteri kadar beta zinciri yapılamamaktadır. Bunu telafi etmek için alfa zinciri sentezi artmakta ve eritroblastlar daha dolaşıma çıkmadan makrofajlar tarafından kemik iliğinde yıkılmaktadır. Dolaşıma geçen eritrositlerin yaşam süreleri normalden kısadır. Bunun sonucunda hemoliz oluşmaktadır. Bu aşırı hemolizi karşılamak için aşırı eritroid hiperplazi meydana gelmektedir. Büyüme ve sekonder cinsiyet karakterlerinin ortaya çıkması gecikmiştir. Çocuklarda deri özel bir renk almıştır. Hastalarda kardiyomegali, konjestif kalp yetmezliği ve hepatosplenomegali görülmektedir (3). Bu hastalarda düzenli olarak yapılan kan transfüzyonları

¹ Gaziantep Üniversitesi, dtamines@gmail.com

² Gaziantep Üniversitesi, didemyalcn@gmail.com

hemokromatoziye neden olmaktadır. Demir yüklemesi sonucunda hastalarda kardiyak, endokrin ve hepatik yetmezlik meydana gelmektedir. Kronik hipoksi, aritmi, konjestif kalp yetmezliği ve hatta ölüme neden olabilmektedir. Dokularda fazla miktarda demir birikmesi, parotisin ağırlı şişliğine neden olmaktadır. Folat yetmezliğine bağlı dilde ağrı ve yanma görülebilmektedir (4). Talasemi minör prognozu talasemi majörden daha iyidir. Talasemi minör, çocukluk çağından sonra başlamaktadır. Genelde asemptomatiktir. Bu hastalarda normal hemoglobinin düzeyi genellikle düşüktür (2).

Literatürde talasemi hastalarında orofasiyal bulgulara yönelik az sayıda çalışma vardır. Talasemili bireylerde göze çarpan ilk bulgu, ortaya çıkan kemik değişiklikleriyle şekillenen orofasiyal görünüm farklılıkları ve maloklüzyonlardır. Özellikle maksiller protrüzyon ve bu duruma bağlı maksiller anterior dişlerin ilerde konumlanması (overjet), dudakların kapanmamasına ve ağızdan solunuma yol açmaktadır. Talasemi majörlü bireylerde maksiller protrüzyon %64, örtülü kapanış (deep-bite) %36, açık kapanış (open-bite) %30 ve çapraz kapanış (cross-bite) %8 oranlarında bildirilmiştir (5). Ayrıca bir çalışmada doğumdan itibaren kan transfüzyonu yapılanların %50'sinde maksiller protrüzyonun ya hiç ya da çok hafif formda geliştiği de rapor edilmektedir (6). Talasemi majör hastalarında, sistemik probleme odaklanma, orofasiyal deformite ve ağız hijyeninin düşük düzeyde olması, çeşitli dental problemleri beraberinde getirmektedir. Ağız hijyeninin kötü olması, dolayısıyla dental plak varlığı sonucunda diş çürüğü ve periodontal hastalık, iki önemli sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Talasemi hastalarında, sağlıklı bireylerle kıyaslandığında, diş çürüğü görülme sıklığının daha yüksek olduğu ya da farklılık olmadığı bildirilmiştir (7). Ağızdaki çürük yapıcı mikroorganizmalardan olan Streptococcus mutans düzeylerinin talasemik hastalarda sağlıklı bireylere kıyasla yüksek olduğu saptanmıştır (8). Yüksek oranda çürük varlığı, ağız hijyeni alışkanlıklarının yanı sıra diyet ile de ilişkilendirilmektedir (9). Dokulardaki demir birikimi tükürük bezlerini etkileyerek tükürük akışının azalmasına yol açabilmektedir. Talasemili bireylerde tükürükte üre, IgA ve lizozim düzeyleri sağlıklı bireylere kıyasla daha düşüktür (9). Tükürük üre ve amonyak düzeyleri dental plak pH'sının düzenlenmesinde önemlidir. Dental plak pH'ındaki ve özellikle tükürük IgA düzeylerindeki düşüklük çürük yapıcı mikroorganizmaların çoğalmasını arttırmaktadır. Literatürde talasemili bireylerde, sağlıklı bireylere kıyasla, gingivitis ve periodontitis varlığı açısından farklılığın bulunmadığını bildiren çalışmaların yanı sıra, gingivitisin daha sık görüldüğünü rapor eden çalışmalar da mevcuttur (7, 8). Radyografik olarak diğer anemi tiplerinden daha şiddetli bulgular göze çarpmaktadır. Yaygın osteoporoz vardır. Kortikal sınır ve lamina dura incelmıştır. Kemik yüzeylerinin dik çizgilenmesiyle saç fırçası (Hair-on-end) görüntüsü oluşmaktadır. Kökler kısa, sivri olup taurodontizm izlenebilmektedir (10). Zigomatik kemik çıkıntılı, nazal kemik çöktür. Frontal ve parietal genişlemelere bağlı mongoloid görünüm ve maksiller sinüs boyut ve pnömatizasyonda azalmalar olabilmektedir (10).

Talasemi hastaları için dental tedavi özellikle hastanın oral sağlığının devamlılığı ve hayat kalitesi açısından değerlidir. Hastalığın ilerlemesiyle ortaya çıkan sistemik sorunlar, dental problemleri arttırarak dental tedavi öncesi ve sonrasındaki prosedürleri de etkileyebilmektedir. Beta talasemili hastalarda uzun dönemde ortaya çıkan özellikle splenomegali sonucu nötropeni, enfeksiyona yatkınlık, trombositopeni, karaciğer problemleri sonucu kanama sorunları, endokrin problemler olarak diabetes mellitus, hipotiroidi, adrenal yetmezlik, osteoporoz ve kardiyolojik sorunlar diş hekimliği açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle, diş hekimine gelen talasemi hastası için dental uygulamalar öncesi mutlaka konsültasyon istenmelidir. Hipersplenizim varlığında dental tedaviler öncesi hastaya antibiyotik proflaksisi ve trombosit verilmesi gerekmektedir. Splenektomi yapılmış hastalarda sepsis riski yüksektir ve bu hastalarda radikal yaklaşımlar tercih edilmeli, ortodontik uygulamalarda aşırı dikkatli davranılmalıdır. Splenektomi hastalarında tromboz riski nedeniyle verilen antiplatelet ilaçlar da kanama riskini arttırmaktadır (11). Talaseminin ilerlemesiyle oluşabilen diabetes mellitus, özellikle periodontal harabiyetin daha da şiddetlenmesine ve diş çürüğü sayısının artmasına yol açabilmektedir. Karaciğer değişiklikleri koagülasyon sorunlarını

beraberinde getirmektedir. Talasemi intermedia gibi daha az şiddetli olgularda dahi kanama problemiyle karşılaşılabilmesi unutulmamalı ve dental tedaviler öncesinde karaciğer fonksiyon ve koagülasyon testleri yapılmalıdır. Orofasiyal deformitelerin ve malokluzyonların plastik cerrahi ve ortodonti işbirliği ile düzeltilmesi mümkündür. Maksillanın osteotomi ile mandibula ile ilişkisinde daha posteriora konumlandırılması estetik düzelmeyi sağlayacaktır. Ancak özellikle kan transfüzyonu ve şelatör tedavisinin yetersiz kaldığı hastalarda bu tarz cerrahi uygulamalardan kaçınılmalıdır. Karaciğer değişiklikleri ile ilgili olarak, dental tedavide verilecek ilaç tipinin seçimi de önem kazanmaktadır. Periodontitis özellikle kardiyovasküler rahatsızlıklar gibi birçok sistemik problemin gelişiminde risk faktörü olarak karşımıza çıkmaktadır (12). Talasemi hastalarında gelişebilecek sistemik problemler sonucu orofasiyal bölgede oluşan komplikasyonların teşhis ve tedavilerinin gerekliliği daha da önem kazanmaktadır. Talasemi hastalarında, ağız sağlığı bilincinin hem kendilerine hem de yakınlarına kavratılması gerekmektedir.

Sonuç olarak talasemi, iskelet ve iskelet dışı tutulum gösteren, kalıtsal bir multisistemik bozukluktur. Diş hekimleri talasemili hastaların ihtiyaçlarına ve sınırlamalarına uygun şekilde tedavi planlayabilmek için, talaseminin orofasiyal bulguları hakkında yeterli bilgiye sahip olmalıdır.

KAYNAKLAR

- 1) Yaprak I. Beta talasemi tanı ve tedavisinde güncel yaklaşımlar. *Sted* 2004;13(2):58-9.
- 2) Bilge M, Akgül HM, Dağistan S. Diş hekimliğinde muayene ve oral diaznoz. *In*; 2012.
- 3) Gümüş P, Kahraman-Çeneli S, Akcalı A, Sorsa T, Tervahartiala T, Buduneli N, et al. Association of thalassemia major and gingival inflammation: A pilot study. *Archives of oral biology* 2016;64:80-84.
- 4) Öztürk A, Keskin A. Diş hekimliğinde tıbbi sorunlar;4:92-93.
- 5) Kaplan RI, Werther R, Castano FA. Dental and oral findings in Cooley's anemia: a study of fifty cases. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1964;119(2):664-666.
- 6) De DM, Pettini P, Sabato V, Rubini G, Laforgia A, Schettini F. Oromaxillofacial changes in thalassemia major. *Minerva pediatrica* 1996;48(1-2):11-20.
- 7) Al- Wahadni AM, Taani DQ, Al- Omari M. Dental diseases in subjects with β - thalassemia major. *Community dentistry and oral epidemiology* 2002;30(6):418-422.
- 8) Luglie P, Campus G, Deiola C, Mela M, Gallisai D. Oral condition, chemistry of saliva, and salivary levels of *Streptococcus mutans* in thalassemic patients. *Clinical oral investigations* 2002;6(4):223-226.
- 9) Samaranayake L, Jones B. *Essential microbiology for dentistry*. 2006. Edinburgh: Churchill Livingstone;3.
- 10) Helmi N, Bashir M, Shireen A, Ahmed IM. Thalassemia review: Features, dental considerations and management. *Electronic physician* 2017;9(3):4003.
- 11) Cutando AS, Gil JM, López-González DGJ. Thalassemiyas and their dental implications. *Medicina oral: organo oficial de la Sociedad Espanola de Medicina Oral y de la Academia Iberoamericana de Patologia y Medicina Bucal* 2002;7(1):36-40, 41-5.
- 12) Beck JD, Offenbacher S. The association between periodontal diseases and cardiovascular diseases: a state-of-the-science review. *Annals of Periodontology* 2001;6(1):9-15.

ULTRASTRUCTURE OF HUMAN UMBİLICAL ARTERY AND VEİN**PhD. Assist. Prof. Aymelek ÇETİN¹****ABSTRACT**

Objective: Our objective in this study was to investigate ultrastructure of endothelial and muscle cells of human umbilical vessels.

Methods: Ten umbilical cords were used for this study. These cords represented periods of gestation from sixteen weeks to full-term. The specimens were fixed in 5 % buffered glutaraldehyde for four hours at 4°C. The sections were postfixed for two hours in a solution of 1% osmium tetroxide prepared with Millonig phosphate buffer. Sections were dehydrated in ethanol and propylene oxide and then embedded in araldite. They were stained with uranyl acetate, examined electron microscopically.

Results: Rod- shaped bodies were observed in the arterial endothelium in the early stage as described by Weibel-Palade. Large numbers of mitochondria and increased lipid and vacuoli structures and also increased Weibel-Palade bodies were noted in full-term. Characteristics of the muscle cells of the umbilical vein were that while crystalized structures of mitochondria were prominent at sixteen weeks, these structures were degenerated at full-term, and myelin figures were observed.

Conclusion: The endothelial and muscle cells of the umbilical vessels from early stage to full-term showed morphological changes.

Key words: Ultrastructure, Umbilical Artery, Vein

Materials and Methods

In this study, ten human umbilical cords were used. These cords were from sixteen weeks to full-term gestation. The number of cords used were 1,2,2,5 for 16,23,25 week, and full-term, respectively. All of the full-term cords were from normal deliveries. The umbilical cords were collected from pregnant women immediately after vaginal delivery at the Department of Obstetrics and Gynaecology, Medical Faculty of Firat University. All patients were examined before delivery for cytomegalovirus (CMV) infection. Infected patients were excluded from the study. The specimens were fixed immediately after delivery in 5 % buffered glutaraldehyde for four hour at 4 °C. The sections were postfixed for two hours in a solution of 1 % osmium tetroxide prepared with Millonig phosphate buffer.They were washed twice with the Millonig phosphate buffer for ten minutes.Sections were dehydrated in ethanol and propylene oxide and then embedded in araldite. Sections from the araldite blocks were sliced at 500 °A.They were stained with uranyl acetate and lead citrate in 70 % methanol.

Thin slices were examined and photographed with a Zeiss E.M. 10 B electron microscope. The micrographs were blinded and reviewed by an observer.

Results**At sixteen week**

Vein; In the endothelial cells rough endoplasmic reticulum was quite well-developed and dilated. Intensely grouped endocytotic vesicles were present around the RER. Multivesicle bodies were seen in the cytoplasm. Myelin figures that we observed within the structures were considered to be mitochondria. Scattered Weibel-Palade bodies, glycogen and lipid were also observed. Accumulated fibrin was present in the subendothel (Fig.1). At this stage; mitochondria, and

¹ Inonu University, School of Medicine, Department of Anatomy, Malatya, TURKEY. aymelek.cetin@inonu.edu.tr

grouped glycogen were prominent around the nucleus and rough endoplasmic reticulum of the muscle cell of vein. Large amounts of collagen fibrils were present in the inter-mediary tissue. Accumulated fibrin was observed outside the muscle cell.

At twenty-three week

Artery; Large amounts of vacuolization were encountered in the arterial muscle cells and fibrin accumulation was observed between the cells.

Vein; Rough endoplasmic reticulum occurred as narrow cisternae and a large amount of glycogen accumulation was indicated in the media layer of the vein around the nucleus of muscle cell. Vacuolization was seen similar to that found in the arterial muscle cells .

At twenty-five week

Artery; Mitochondria and rough endoplasmic reticulum were strikingly prominent in the arterial endothelium. And also Weibel-Palade bodies were seen(Fig.2).

One notable feature in the media layer of the umbilical arteries was that an increase in content of RER was observed and also moderate glycogen was observed.

Vein; Intense mitochondria and scattered rough endoplasmic reticulum were observed around the nucleus of the venous endothelial cells. An important feature at this stage; was the presence of lysosomes. Lipid was found in the venous endothelium but not in the arteries. An internal elastic lamina was prominent under the endothelium (Fig.3). The vacuolization, which had been observed in the media layer of the vein at this stage, was not present. Mitochondria and rough endoplasmic reticulum cisternae were present and glycogen was plentiful and scattered.

At full-term

Artery; Mitochondria, which contained prominent cristae structures, rough endoplasmic reticulum and lipid were observed sections of the endothelial cell of the umbilical arteries in the cytoplasm. Vacuoli structures were present in the endothelium and the subendothelium. Degenerated areas and accumulated fibrin were encountered in the subendothelium (Fig.4). Enlarged and degenerated mitochondria, Golgi apparatus, vacuoli structures, rough endoplasmic reticulum, and dense glycogen were observed in the arterial media layer in the cytoplasm. Especially, dense and osmiophilic formed bodies were apparent around the nucleus.

Vein; The cell nucleus of the venous endothelium was euchromatic. Mitochondria, which contained quite prominent cristae structures, were also observed. Rough endoplasmic reticulum was scattered in the cytoplasm and Weibel-Palade bodies were more numerous. Internal elastic lamina was visible as wavy structures in the subendothelium (Fig.5). Degenerated mitochondria were prominent around the nucleus in the media layer of the veins. Myelinated figures were observed within some mitochondria while rough endoplasmic reticulum was seen as usual. Glycogen granules were scattered in the cytoplasm and vesicles in the boundaries of the muscle cells.

Discussion

The rough endoplasmic reticulum, in the venous endothelium was enlarged at sixteen-week gestation. The mitochondria structures had become quite enlarged and Weibel-Palade bodies were observed. Takagi et al.(1) have shown that cells contained some bodies like lysosome, large amounts of rough endoplasmic reticulum and a few glycogen granules in the venous endothelium at the eighteen week stage. In this study, Weibel-Palade bodies were found in the periphery of cells. An increased number of rough endoplasmic reticulum and turn-shaped dilated channels were reported in the venous endothelium at the fifteen week stage (2). Same study reported far more numerous Weibel-Palade bodies in the veins than in the corresponding arteries. Our study confirmed the same results. We also found that rough endoplasmic reticulum was shaped as dilated

channels. The striking property of this stage was the finding of mitochondria and rough endoplasmic reticulum in the media layer.

It was reported that sparse collagen fibers were found, but almost no elastic fibers in the media layer was observed (1). Our study also confirmed this. The most prominent characteristic of the media layer of the umbilical arteries was the much higher occurrence of vacuolization at twenty-three week. A higher degree of vacuolization was also observed in the media layer of the vein. We were not able to locate any previous study that have determined the characteristics of media layer of the arteries and veins at this stage. Rough endoplasmic reticulum was enlarged and Weibel-Palade bodies were encountered in both arteries and veins.

It was reported that rough endoplasmic reticulum of the arterial endothelium was usually well-developed and Golgi apparatus was observed at twenty-three week. Also it was reported that sparse rough endoplasmic reticulum and numerous Weibel-Palade bodies were present in veins (2). An important feature of the umbilical arteries media layer at this time was the increase in rough endoplasmic reticulum content. However, in a previous study a decrease in the amount of rough endoplasmic reticulum and glycogen was reported in the arterial media layer at twenty-five week (1). The important finding of our research was the increase in rough endoplasmic reticulum content and the amount of glycogen in the venous media layer at twenty-five week. Here, too, we did not locate any study which reported the characteristics of the media layer of umbilical vein at this stage.

In our study one of the most important features of the arterial endothelium at full-term was the increased lipid content and the presence of degenerated areas in the subendothelium. And also vacuolization was seen. Tight junctions were seen between endothelial cells as researchers have noted (3). The amount of rough endoplasmic reticulum in the arterial endothelium increased in mid-gestation and become much more prominent at full-term (2). In another study, it was reported that rough endoplasmic reticulum, mitochondria, plentiful Golgi apparatus and rare lysosomes were present in the cytoplasm of the arterial endothelium (4). The same research reported the Weibel-Palade bodies, clustered or scattered forms of glycogen granules among the organelles in all cells. It was observed that cells contained lipid in the distal portion of the intima of the umbilical arteries (1). However, they did not encounter these cells in the fetal period. It was thought that the lipid droplets might be the products of phagocytose. In our study, lipid droplets in both arterial and venous endothelial cells were observed from the early stage of gestation up to full-term. The prominent feature were the increase in the venous endothelium, Weibel-Palade bodies and internal elastic lamina. In another study, it was reported that Weibel-Palade bodies in the venous endothelium were more numerous than in the corresponding arteries (2). And also reported the improved development of more Golgi apparatus and of endothelial basal membrane in the veins than in the arteries (1,2). It was reported that rough endoplasmic reticulum reached the greatest amount in the venous endothelium at fifteen week and became sparse by twentieth week (2). In another study, it was observed that large numbers of vesicles, smooth and rough endoplasmic reticulum, Golgi apparatus, clusters of free ribosomes and irregular mitochondria were present in the umbilical venous endothelium (5). Decastel et al.(6) demonstrated that umbilical vein endothelium showed an endothelial cell with cytoplasmic protrusion extending into the vascular lumen and scarce rough endoplasmic reticulum. They also noted the presence of a regularly structured inner elastic lamina with characteristic wavy course. In our study, we observed the narrowing of the rough endoplasmic reticulum cisternae, regularly structured inner elastic lamina as described. But on the contrary Decastel et al.(6) we found numerous rough endoplasmic reticulum and at no time ribosome loss was observed during gestation. One of the most distinctive features of the arterial media layer between early gestation and full-term was the presence of osmiophilic structures in the muscle cells. At this time, we are unable to comment on the origin of these structures or their functions. A previous study reported that the media layer of the umbilical artery was characterized by large amounts of rough endoplasmic reticulum and glycogen (1). A study also

found scattered or clustered glycogen and numerous pinocytotic vesicles in the arterial media layer (4). In our study, we especially observed clustered glycogen in the arterial media layer. The important characteristic of the venous media layer was the enlarged and degenerated mitochondria and observed of pinocytotic vesicles (4). Our study confirmed this result. A study reported that, the smooth muscle cells of the distal vein contained no lipid vacuoles at four days after birth, but by the sixth day, many lipid containing cells were transmurally present (1). Another study reported that the elongated smooth muscle cell of umbilical vein was surrounded by bundles of longitudinal and cross sections of collagen and was lying on a rather thin basement membrane. It was also demonstrated that the smooth muscle cell cytoplasmic membrane contained pinocytotic vesicles and caveola (6). In our study, we could not observed basement membrane in the muscle cell of the umbilical vein. But we confirm that observing pinocytotic vesicles and caveola.

Conclusion: The endothelial and muscle cells of the umbilical vessels from early stage to full-term showed morphological changes.

References

- 1) Takagi T, Toda T, Leszczynski D, et al. Ultrastructure of aging human umbilical artery and vein. *Acta Anat (Basel)*. 1984;119(2): 73-9.
- 2) Parry EW, Abramovich DR. The ultrastructure of human umbilical vessel endothelium from early pregnancy to full term. *J Anat* 1972;111: 29-42.
- 3) Kanter M, Gurbuz H, Okman TK. Endothelial nitric oxide synthase immunoreactivity and the ultrastructure of endothelial cells of umbilical artery in normal and preeclamptic pregnancies. *Clin Exp Hypertens*. 2010;32(7):458-63
- 4) Gebrane-Younes J, Hoang NM, Orcel L. Ultrastructure of human umbilical vessels: a possible role in amniotic fluid formation. *Plasenta*. 1986 ;7(2): 173-85.
- 5) Jaffe EA, Nachman RL, Becker CG, et al. Culture of human endothelial cells derived from umbilical veins. Identification by morphologic and immunologic criteria. *J Clin Invest*. 1973;52(11):2745-56.
- 6) Decastel M, Leborgne-Samuel Y, Alexandre L. et al. Morphological features of the human umbilical vein in normal, sickle cell trait, and sickle cell disease pregnancies. *Hum Pathol*. 1999;30(1):13-20.

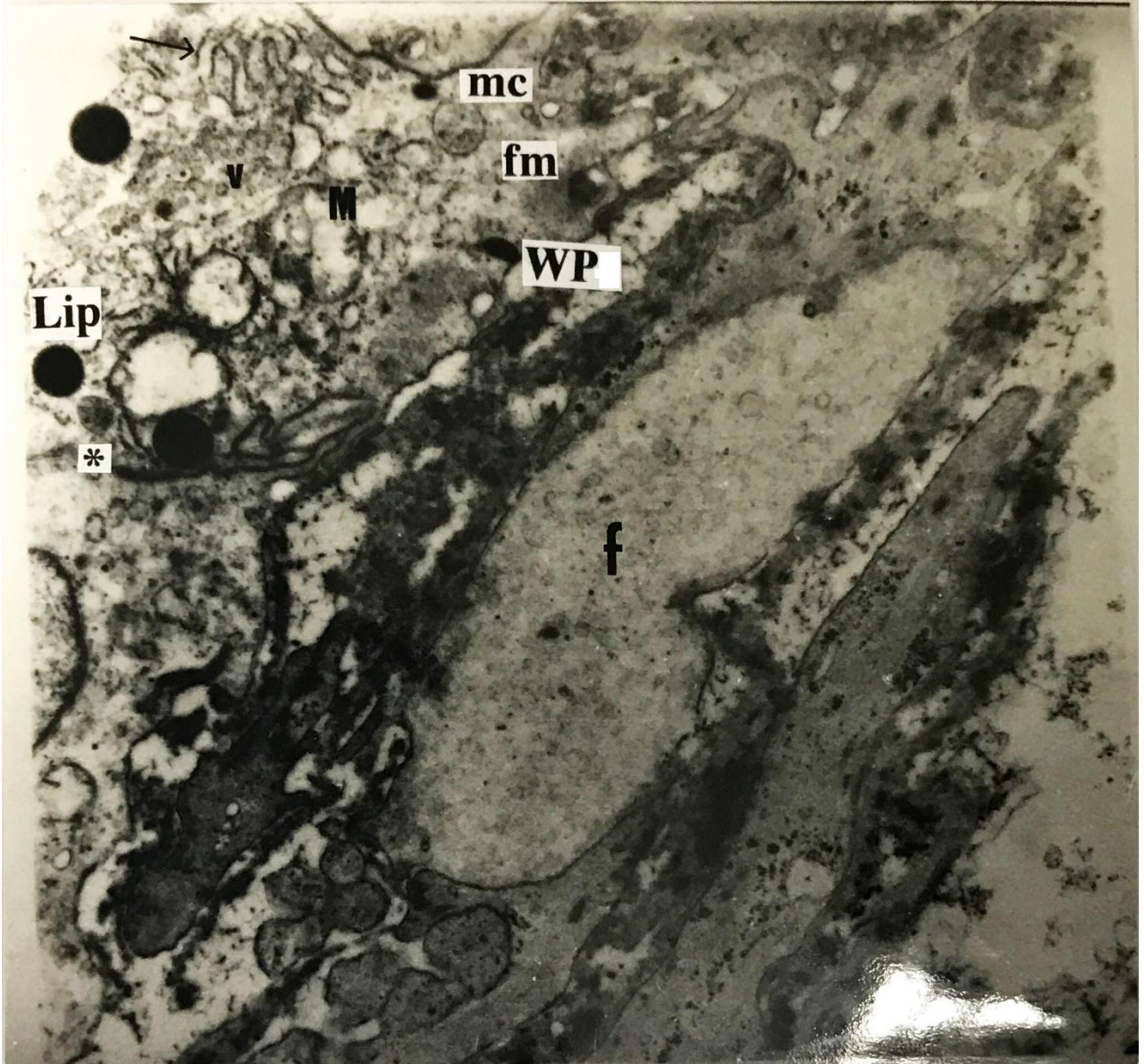
Figure legends

Fig.1: Vein (16 weeks). Endothelial cells are seen. Mitochondria (M) are largened. Rough endoplasmic reticulum cisternae (arrow) are dilated. Weibel-Palade bodies (WP), vesicles(v), lipid (Lip), fibriler material (fm), multivesiculer body (mc), fibrinoid accumulation (f). X 14000.

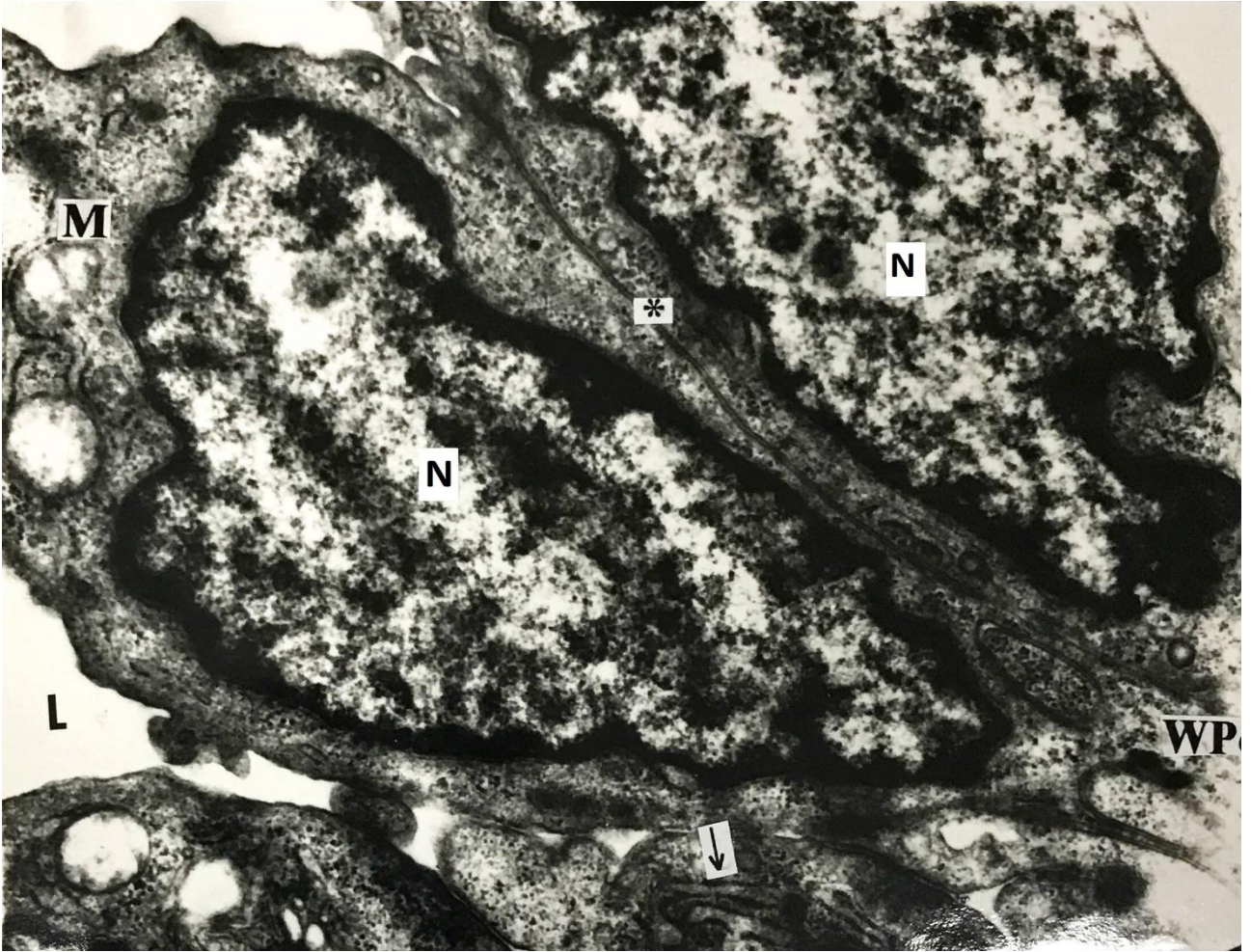


Fig.2: Artery (25 weeks). Endothelial cells are seen. Mitochondria (M), rough endoplasmic reticulum cisternae (arrow), Weibel-Palade bodies (WP), nucleus (N), intercellular junction (*), lumen (L). X 24000.

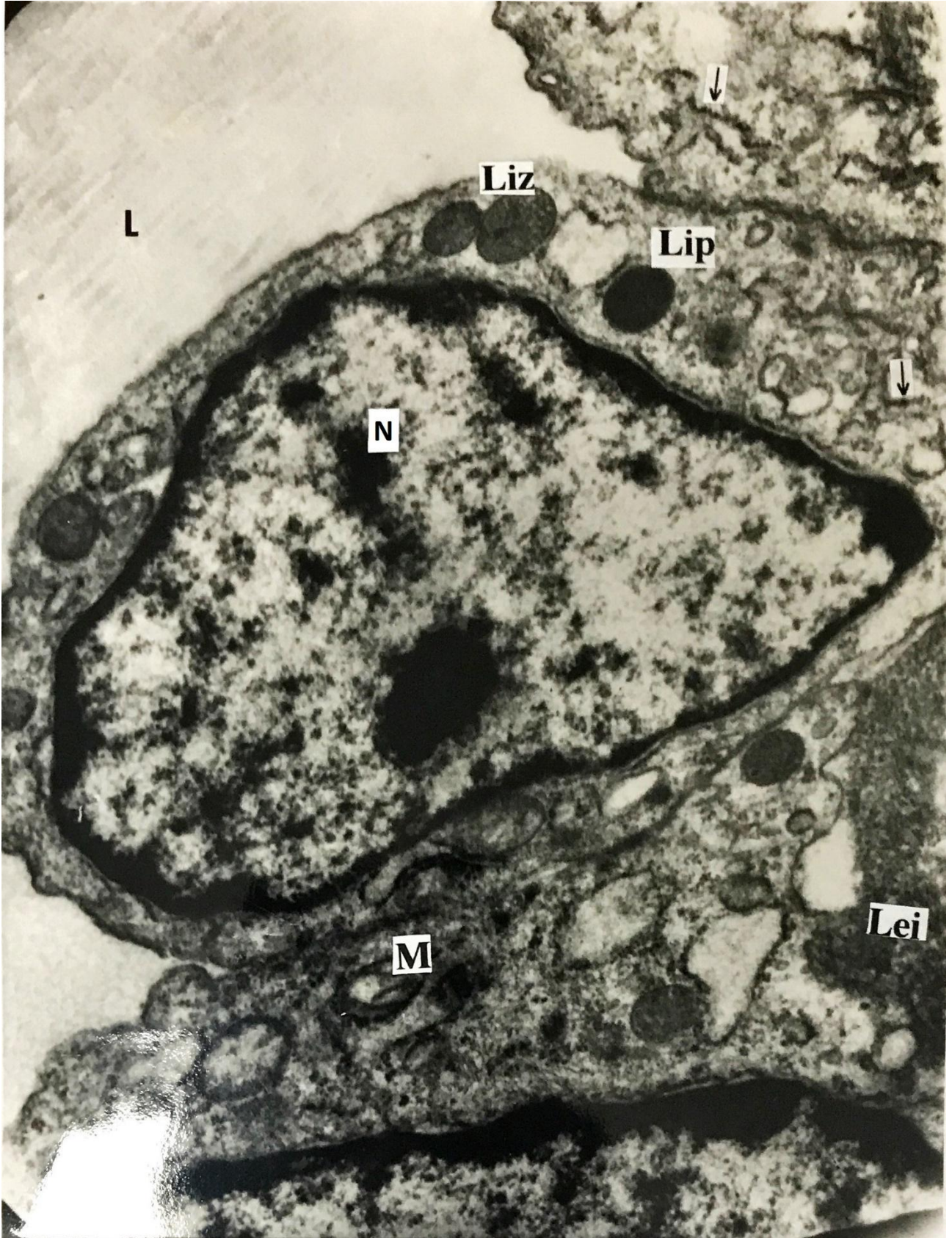


Fig.3: Vein (25 weeks). Endothelial cells contain dilated rough endoplasmic reticulum. Lysosome was prominent. Internal elastic lamina (Lei), rough endoplasmic reticulum (arrow), mitochondrion (M), lysosome (Liz), lipid (Lip), lumen (L). X 24000.

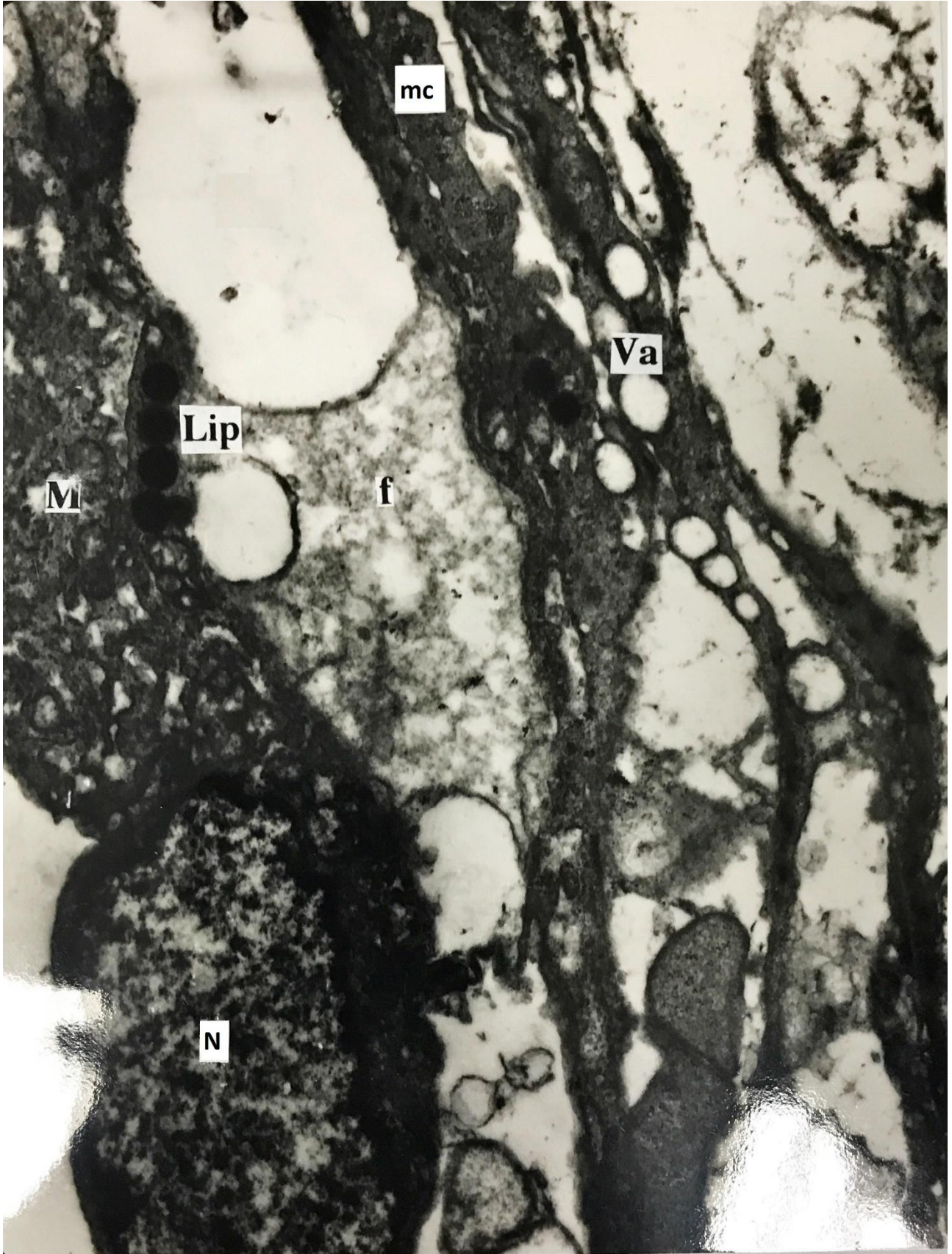


Fig.4: Artery (full-term). Endothelium and subendothelium are seen. Degenerated area is observed in subendothelium. Nucleus(N), mitochondrion (M), fibrinoid accumulation (f), lipid (Lip), muscle cells (mc), vacuole (Va). X 8800.

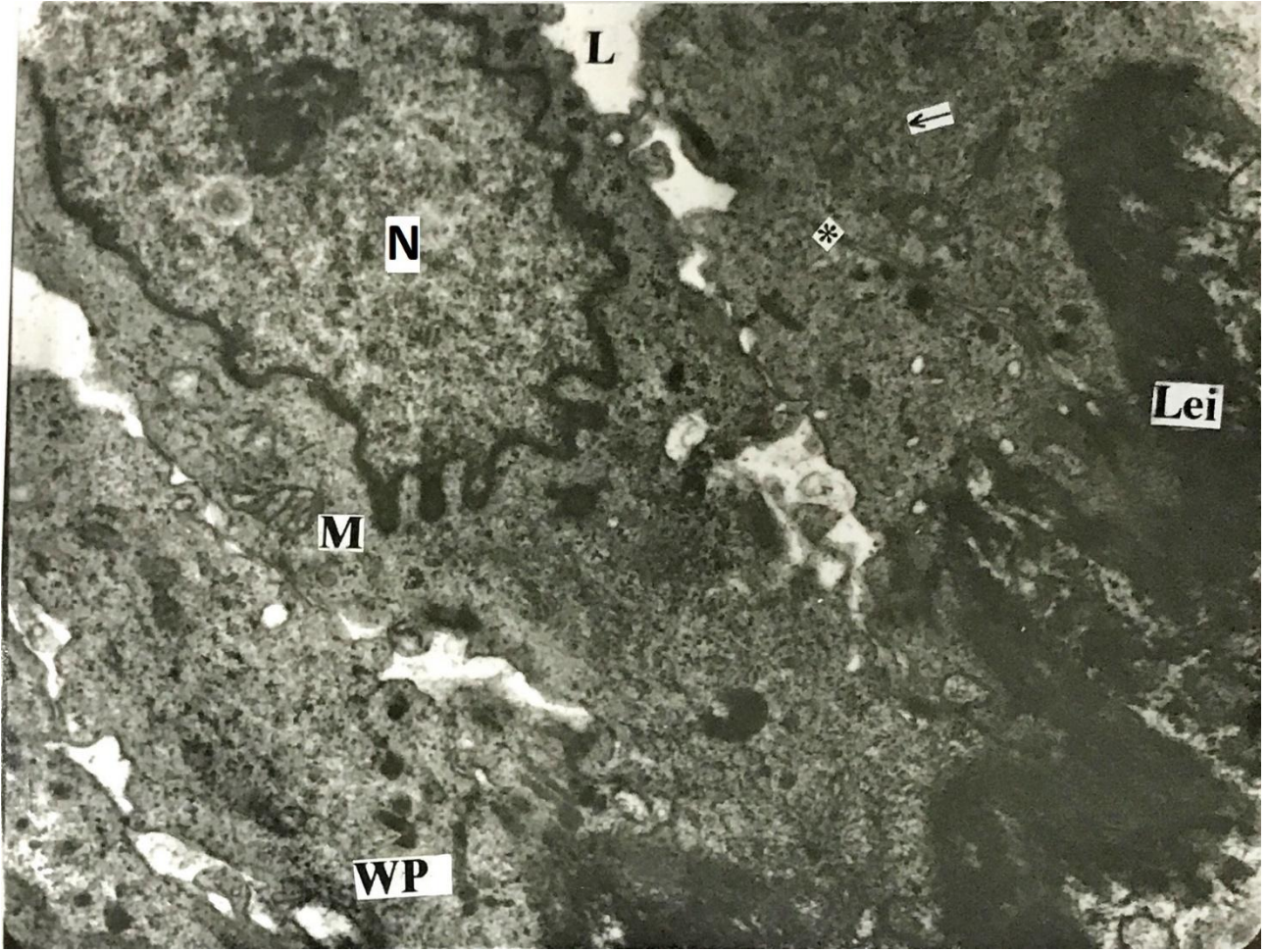


Fig.5: Vein (full-term). Endothelium is seen. Nucleus(N), mitochondrion (M), lumen (L), Weibel-Palade bodies (WP), Internal elastic lamina (Lei), rough endoplasmic reticulum (arrow), intercellular junction (*). X 14000.

ORTODONTİ DERSLERİ ALAN VE ALMAYAN DIŞ HEKİMLİĞİ ÖĞRENCİLERİNİN, ORTODONTİK ANOMALİLERE TANI KOYABİLME DÜZEYLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. Öğr. Üyesi Yasin AKBULUT¹

ÖZET

Bir anomalinin tedavisinde tanı şüphesiz ki önemli bir yere sahiptir. Doğru tedaviler ancak doğru konulmuş tanılarla sağlanır. Amacımız Ortodontik anomalilerin temelde ilk olarak öğretildiği Diş Hekimliği Ortodonti derslerinin öğrencilerdeki tanı koyabilme düzeylerini ne derece etkilediğini araştırmaktır.

Kesitsel türde yapılan bu çalışma, Ortodonti derslerini almış olan 98 öğrenci (yaş ortalaması:21,46±1) ve Ortodonti derslerini almamış olan 108 öğrenciden (yaş ortalaması:19,31±1,15) olmak üzere toplam 206 diş hekimliği öğrencisiyle yapılmıştır. Öğrencilere sırasıyla diasteması olan Sınıf I, çapraşıklığı olan Sınıf I, ön açık kapanışı olan Sınıf I, Diasteması olan Sınıf II Divizyon I, çapraşıklığı olan Sınıf II Divizyon I, Diasteması ve örtülü kapanışı olan Sınıf II Divizyon II ve retrognatik maksilla ile prognatik mandibulaya sahip Sınıf III anomaliye sahip 7 farklı vaka gösterilerek bu vakaların tedavi gerektirip gerektirmediği, gerektirdiği düşünülüyorsa nedeni sorulmuştur.

Eğitim alan grupta yaş ortalaması anlamlı olarak yüksek bulundu (p=0,001). Cinsiyet bakımından gruplar dengeli bulundu (p=0,648). Vakaların tamamında doğru yanıt verenlerin oranları Ortodonti dersi alan grupta anlamlı yüksek bulundu (p=0,001). Her iki grupta da vakalara doğru yanıt verenlerin belirttiği tanılar karşılaştırıldığında, Ortodonti dersi alan grup doğru tanı belirtmede anlamlı yüksek bulundu (p=0,001).

Ortodonti dersi almış olan öğrenciler görüntüden ziyade anomaliye odaklı teşhis koyarken, Ortodonti dersi almamış olan öğrenciler anomalilere sahip vakalara çok düşük oranlarda tedaviyi gerekli görmüş, bunda da anomaliden ziyade görüntüyü ön planda tutmuşlardır. Ortodonti dersleri Ortodontik anomalileri tanıtan, öğrencilere öğreten ve mezuniyet sonrasında hekimlerin kliniklerinde kendi başlarına teşhis koymalarını sağlayan yegane derstir. Ortodonti derslerinin ve Ortodontik anomalilerin detaylı vakalarla anlatılıp öğretilmesi, geleceğin hekimlerine doğru tanı koymaları yönünde önemli katkıları olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Tanı, Ortodonti, Anket, Öğrenciler

GİRİŞ

Bir anomalinin tedavisinde tanı şüphesiz ki önemli bir yere sahiptir. Doğru tedaviler ancak doğru konulmuş tanılarla sağlanır. Amacımız Ortodontik anomalilerin temelde ilk olarak öğretildiği Diş Hekimliği Ortodonti derslerinin öğrencilerdeki tanı koyabilme düzeylerini ne derece etkilediğini araştırmaktır.

Ortodontik anomalilerin her ne kadar birçok sınıflandırması bulunsa da günümüzde en sık Angle sınıflandırması kullanılmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre anomaliler sagittal yönde sınıf I, sınıf II ve sınıf III olarak sınıflandırılmaktadır. Sınıf II Anomali ise kendi içinde artmış overjet veya overbite miktarına göre divizyon I ve divizyon II olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Angle Sagittal yönde üst 6 yaş dişinin meziobukkal kasp tepesinin alt 6 yaş dişinin bukkal fossasına oturması veya alt birinci büyük azı dişinin üst birinci büyük azı dişine göre bir premoların meziyodistal boyunun yarısı kadar daha meziyalde konumlanmasını Sınıf I, alt birinci büyük azı dişinin üst birinci büyük azı dişine göre, Sınıf I ilişkidekinden daha distalde konumlanmasını Sınıf II, alt birinci büyük azı

¹ Fırat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Ana Bilim Dalı

dişinin üst birinci büyük azı dişine göre Sınıf I ilişkidekinden daha meziyalde konumlanmasını ise Sınıf III olarak sınıflandırmıştır.

Ortodontik tedavi yapılmadan önce, tedavi yönteminin ve kullanılacak apareylerin belirlenmesinde ortodontik anomalinin teşhisi şüphesiz ki çok önemlidir. Çok yüksek öneme sahip olan “tanı”nın ne demek olduğunu ve önemini öğrenciler Diş hekimliği sıralarında okurlarken öğrenirler. Ortodontik anomaliler ise Ortodonti derslerinde anlatılan teorik dersler ve gösterilen vakalarla öğretilir. Biz de anlatılan derslerin etkinliğini ölçebilmek amacıyla bu çalışmayı yaptık. Amacımız Ortodontik anomalilerin temelde ilk olarak öğretildiği Diş Hekimliği Ortodonti derslerinin öğrencilerdeki tanı koyabilme düzeylerini ne derece etkilediğini araştırmaktır.

YÖNTEM

Kesitsel türde yapılan bu çalışma, Ortodonti derslerini almış olan 97 öğrenci (yaş ortalaması:21,46±1) ve Ortodonti derslerini almamış olan 108 öğrenciden (yaş ortalaması:19,31±1,15) olmak üzere toplam 206 diş hekimliği öğrencisiyle yapılmıştır. Öğrencilere sırasıyla diasteması olan Sınıf I (Resim 1), çapraşıklığı olan Sınıf I (Resim 2), ön açık kapanışı olan Sınıf I (Resim 3), Diasteması olan Sınıf II Divizyon I (Resim 4), çapraşıklığı olan Sınıf II Divizyon I (Resim 5), Diasteması ve örtülü kapanışı olan Sınıf II Divizyon II (Resim 6) ve retrognatik maksilla ile prognatik mandibulaya sahip Sınıf III (Resim 7) anomaliye sahip 7 farklı vaka gösterilerek bu vakaların tedavi gerektirip gerektirmediği sorulmuş, gerektirdiği düşünülüyorsa tedavi tanısının belirtilmesi istenmiştir.

Resim 1



Resim 2**Resim 3**

Resim 4**Resim 5**

Resim 6**Resim 7**

BULGULAR

Ortodonti dersi alan grupta yaş ortalaması istatistiksel anlamlı olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ($p=0,001$). (Tablo 1)

Tablo 1

Değişken	Ortodonti Dersi Alma Durumu		P
	Alan (n=97)	Almayan (n=108)	
Yaş	21,46 ± 1	19,31 ± 1,15	0,001*

Cinsiyet bakımından gruplar dengeli bulundu ($p=0,648$). (Tablo 2)

Tablo 2

Cinsiyet	Ortodonti Dersi Alma Durumu				P
	Alan		Almayan		
	Count	%	Count	%	
E	48	49.5	50	46.3	0,648
K	49	50.5	58	53.7	

Vakaların tamamında doğru yanıt verenlerin oranları Ortodonti dersi alan grupta anlamlı yüksek bulundu ($p=0,001$). (Tablo 3)

Tablo 3

		Ortodonti Dersi Alma Durumu				P
		Alan		Almayan		
		Count	%	Count	%	
Vaka 1	Doğru	85	87.6	70	64.8	0,001*
	Yanlış	12	12.4	38	35.2	
Vaka 2	Doğru	88	90.7	72	66.7	0,001*
	Yanlış	9	9.3	36	33.3	
Vaka 3	Doğru	96	99.0	54	50.0	0,001*
	Yanlış	1	1.0	54	50.0	
Vaka 4	Doğru	92	94.8	41	38.0	0,001*
	Yanlış	5	5.2	67	62.0	
Vaka 5	Doğru	82	84.5	36	33.3	0,001*
	Yanlış	15	15.5	72	66.7	
Vaka 6	Doğru	94	96.9	64	59.3	0,001*
	Yanlış	3	3.1	44	40.7	
Vaka 7	Doğru	97	100.0	71	65.7	0,001*
	Yanlış	0	0.0	37	34.3	

Her iki grupta da vakalara doğru yanıt verenlerin belirttiği tanımlar karşılaştırıldığında, Ortodonti dersi alan grup doğru tanı belirtmede anlamlı yüksek bulundu ($p=0,001$). (Tablo 4)

Tablo 4:

		Eğitim				P
		Alan		Almayan		
		Count	%	Count	%	
Vaka 1 Tanı	Cevap yok	12	12.4	38	35.2	0,001*
	Diestama	85	87.6	70	64.8	
Vaka 2 Tanı	Cevap yok	9	9.3	36	33.3	0,001*
	Çapraşıklık	88	90.7	72	66.7	
Vaka 3 Tanı	Cevap yok	1	1.0	54	50.0	0,001*
	Ön Açık Kapanıştan	96	99.0	54	50.0	
Vaka 4	Cevap yok	5	5.2	67	62.0	0,001*

Tanı	Diestamadan	15	15.5	0	0.0	
	Çapraşıklık	0	0.0	2	1.9	
	Sınıf 2 Anomali	77	79.4	39	36.1	
Vaka 5 Tanı	Cevap yok	14	14.4	72	66.7	0,001*
	Çapraşıklık	38	39.2	36	33.3	
	Sınıf 2 Anomali	45	46.4	0	0.0	
Vaka 6 Tanı	Cevap yok	3	3.1	44	40.7	0,001*
	Diestama	0	0.0	64	59.3	
	Çapraşıklık	18	18.6	0	0.0	
	Örtülü kapanış	76	78.4	0	0.0	
Vaka 7 Tanı	Cevap yok	0	0.0	38	35.2	0,001*
	Çapraşıklık	0	0.0	70	64.8	
	Ameliyat	97	100.0	0	0.0	

TARTIŞMA

Vakaların hepsi ağız içi olmak üzere cepheden çekilmiş kapanış fotoğrafı, sağ ve sol profilden çekilmiş kapanış fotoğrafları, oklüzalden çekilmiş üst çene fotoğrafı ve oklüzalden çekilmiş alt çene fotoğrafları gösterilerek karar vermeleri istenmiştir. Vaka 1’de sadece oklüzalden çekilmiş fotoğraflar gösterilip vakanın diğer fotoğrafları gösterilmemiş, Vaka 3’te bu durumun tam tersi oklüzal fotoğraflar gösterilmeyerek diğer fotoğraflar gösterilmiştir. Burada amaç mevcut fotoğraflarda anomalinin varlığı belli olmasına rağmen eksik fotoğraflardan kaynaklı tanı belirleyememe durumunu tespit etmektir. Fakat tedavi gerektirdiğini belirten öğrencilerden hiçbiri diğer fotoğrafları sormamış, onları görme gereği duymadığını belirtmiştir.

Anomalilere tanı koyarken klinik muayenenin yanı sıra radyolojik muayenenin de önemi büyüktür. Fakat Ortodonti dersi almamış olan 1. ve 2. Sınıf öğrencileri Radyoloji dersi almadığı ve panoramik röntgeni bile yorumlamayı bilmedikleri için herhangi bir radyografi gösterilmemiştir. Bu gruba gösterilmediği için diğer gruba da radyografi gösterilmemiştir.

SONUÇ

Ortodonti dersi almış olan öğrenciler görüntüden ziyade anomaliye odaklı teşhis koyarken, Ortodonti dersi almamış olan öğrenciler anomalilere sahip vakalara çok düşük oranlarda tedaviyi gerekli görmüş, bunda da anomaliden ziyade görüntüyü ön planda tutmuşlardır. Ortodonti dersleri Ortodontik anomalileri tanıtan, öğrencilere öğreten ve mezuniyet sonrasında hekimlerin kliniklerinde kendi başlarına teşhis koymalarını sağlayan yegane derstir. Ortodonti derslerinin ve Ortodontik anomalilerin detaylı vakalarla anlatılıp öğretilmesi, geleceğin hekimlerine doğru tanı koymaları yönünde önemli katkıları olacaktır.

KAYNAKLAR

- 1) Ackerman JL, Proffit WR. The characteristics of malocclusion: a modern approach to classification and diagnosis, Am J Orthod 56:443-454, 1969.
- 2) Andrews LF. The six keys to normal occlusion, Am J Orthod 62:296-309,1972.
- 3) Angle E. D. Classification of malocclusion, Dental Cosmos 41:248-264; 350-357, 1899.
- 4) Begg PR. Begg orthodontic theory and technique, Philadelphia, 1965, WB Saunders.
- 5) Carey, C.W. Diagnosis and case analysis in orthodontics. Am. J. Orthod. 1952, 38:149-161.
- 6) Graber TM. Diagnosis and panoramic radiography, Am J Orthod, 1967;53:799-821.
- 7) Moorrees CFA, Gron AM. Principles of orthodontic diagnosis, Angle Orthod, 1966;36:258-62
- 8) Moyers RE. Handbook of Orthodontics, 3. ed., Chicago, 1973, Year Book.
- 9) Ülgen M. Ortodontik Anomaliler, Sefalometri, Etioloji, Büyüme ve Gelişim, Tanı. 2001, Ankara Üniversitesi Yayınları, Ankara

PARVOVİRUS İLE DOĞAL ENFEKTE KÖPEK BAĞIRSAKLARINDA KASP AZ-3 VE PCNA AKTİVİTESİNİN İMMUNOHİSTOKİMYASAL OLARAK İNCELENMESİ***Tuğba ER SOY¹
Özlem ÖZ MEN²****ÖZET**

Canine Parvovirus Enfeksiyonu (CPV) köpeklerde sıklıkla akut, fibrinli, nekrotik ve hemorajik enteritis ve bazen de myokarditis ile seyreden bulaşıcı ve öldürücü bir hastalıktır. Genellikle 6-20 haftalık yaş aralığındaki genç ve ara sıra da erişkin köpeklerde gözlenen ve mortalitesinin yüksek olmasıyla dikkat çeken bir hastalıktır. Dünyada yaygın olan CPV, aşısı da olmasına rağmen önüne geçmekte zorlanılan hastalıklardandır. Özellikle yavru köpeklerde ve köpek üretimi yapılan yerlerde salgınlara yol açabilmektedir. Genel anlamıyla kaspazlar sistein-proteaz grubu enzimlerdir ve apoptotik hücre ölümü esnasında önemli rol oynayan multigen ailesinden oluşurlar. Kaspaz-3 apoptotik hücrede hem ekstrinsik hem de intrinsik yollarla aktive edilir. Kaspaz-3 aktivitesinin artmış olması hücreleri ayırım gözetmeden öldürür. Prolifere hücre nükleer antijen (PCNA), replikasyon için gerekli olan bir proteindir. PCNA hem DNA sentezi hem de DNA tamiri için önemlidir. Bu çalışmada CPV ile doğal enfekte köpek bağırsaklarında kaspaz-3 ve PCNA aktivitesinin immunohistokimyasal olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla CPV teşhisi koyulmuş 30 adet köpek bağırsak dokusu materyal olarak kullanıldı. Bağırsak dokuları öncelikle CPV antiserumu kullanılarak boyanarak hastalık teşhisi kesinleştirildi. Ardından bu bağırsak dokularında streptavidin biotin metodu kullanılarak kaspaz-3 ve PCNA aktivitesi incelendi ve sonuçlar değerlendirildi. İmmunohistokimyasal olarak incelenen bağırsaklarda epitel, kript ve yangısal hücrelerde kaspaz-3 ve PCNA aktivitesinde artış gözlemlendi. Bu çalışmanın sonuçları CPV patojenezinde kaspaz-3 ve PCNA'nın önemli bir rol oynadığını gösterdi.

Anahtar kelimeler: Parvovirus, İmmunohistokimya, Kaspaz-3, PCNA

GİRİŞ

Canine Parvovirus Enfeksiyonu (CPV) genellikle yavru köpeklerde şiddetli hemorajik gastroenteritis ve myokarditis ile karakterize önemli bir hastalıktır. En çok 6-20 haftalık yavruları bazende erişkin köpekleri etkiler (Turgut ve Ok, 2001; Bilal, 2007; Goddard ve Leisewitz 2010; Baştan, 2012). Dünyada çapında yaygın olan hastalık köpeklerde ciddi morbidite ve mortalite sebeplerinden sayılmaktadır (Goddard ve Leisewitz 2010; Brady ve ark., 2012). Hastalığın en sık gözlemlendiği ırklar arasında Rottweiler, Doberman pinscher, Alman çoban köpeği, Amerikan pitbull terier, Staffordshire terier, Labrador retriever, Springer spaniel, Dachshund ve Yorkshire terier yer alırlar ancak ırk predispozisyonu tam olarak açıklanamamıştır (Day, 1999; Goddard ve Leisewitz 2010). Hastalığın şekillenmesinde genetik faktörlerin de etkili olduğu düşünülmektedir (Aktaş ve ark., 2011; Baştan, 2012). Altı aylıktan büyük erkek köpeklerde dişilere göre bu hastalığa 2 kat daha fazla rastlanır ve hastalığın yaz aylarında kış aylarından daha çok görüldüğü bildirilmektedir (Houston ve ark., 1996; Castro ve ark., 2007). CPV enfeksiyonu köpekler dışında Canidae familyasında bulunan kurt, sırtlan ve tilkilerde de görülmektedir (Öcal ve Ünsüren, 2009).

Klinik olarak belirtiler arasında iştahsızlık, depresyon, kusma, karın ağrısı, başlangıçta kataral sonraları fibrinli nekrotik veya hemorajik ve kötü kokulu olan ishal, dehidrasyon ve panlökopeni sayılabilir (Evermann ve ark., 1980; Merickel ve ark., 1980; Vörös ve ark., 1981). Hastalığın seyri boyunca vücudun asit-baz dengesinde bozukluk ve asidosis gözlenmektedir. Bazı olgularda hafif

*Bu Araştırma Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 0389-YL-16 proje numarası ile desteklenmiştir.

¹ Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Patoloji Anabilim Dalı

² Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Patoloji Anabilim Dalı

veya yüksek ateş görülebilir (Vöros ve ark., 1981). Bu hastalığa yakalanan hastalarda perakut olgular gözlenebilir ancak genellikle ölüm klinik semptomların başlangıcından 1-3 gün sonra şekillenmektedir (Nelson ve ark., 1979; Merickel ve ark., 1980). Akut hastalık vakalarının 6-7 gün sürdüğü ve 2-5. günlerde gözle görülür bir panlökopeni olgusu şekillendiği kaydedilmiştir (Vöros ve ark., 1981). Hastalık, panlökopeni, nötropeni ve lenfopeni daha az oranda da monositozis ile karakterizedir (Fritz, 1979; Merickel ve ark., 1980).

Hastalığın kesin teşhisi seroloji, nekropsi ve histopatolojik incelemeler, dışkıda virus ve antijenlerin belirlenmesi ile yapılmaktadır. Ayrıca CPV antijen hızlı test kitleriyle de kalitatif şekilde dışkıda antijenin tesbit edilebilmesi sağlanmıştır (Macintire ve Smith-Carr 1997). Türkiye’de CPV hakkındaki çalışmalar sınırlı sayıdadır (Karadaş ve ark., 1995).

Kaspazlar sistein-proteaz grubu enzimler olup apoptotik hücre ölümü esnasında önemli rol oynarlar. İnaktif proteinler şeklinde sentezlenen bu enzimler çeşitli yollarla aktive edildikten sonra etkilerini gösterirler (Nicholson ve ark., 1995).

Kaspaz-3 apoptotik hücrede hem ekstrinsik (ölüm ligandı) hem de intrinsik (mitokondriyal) yollarla aktive edilen öldürücü kaspazlardandır (Salvesen, 2002). Prolifere hücre nükleer antijen (PCNA), replikasyon için gerekli olan bir DNA bağlantısıdır. DNA replikasyonu, onarımı ve kromatinin yenilenmesinde görev alır (Moldovan ve ark.,2007).

Bu çalışmanın amacı doğal CPV enfekte köpek bağırsaklarında kaspaz-3 ve PCNA aktivitesinin immunohistokimyasal olarak incelenmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, 2-5 aylık, her iki cinsiyetten ve değişik ırklardan 30 adet Parvovirus şüpheli köpeğin bağırsakları kullanıldı. Dokular rutin patoloji takip prosedüründen geçirilerek 4µ kalınlığında kesildi ve hematoksilen eozin ile boyandı. Ardından Parvovirus antiserumu ile immunohistokimyasal olarak boyanan ve pozitif olarak saptanan vakalardan seçilen 15 olgu bu çalışmanın materyalini oluşturdu. Bu vakalardan kaspaz-3 ve PCNA için polilizinli lamlara ikişer adet kesit alındı. Kesitler Canine Parvovirus [Anti-Parvovirus antibody [CPV1-2A1] ab140431], kaspaz-3 [Anti-Caspase-3 antibody (ab4051)] ve PCNA [Anti-PCNA antibody (ab1819)] reaksiyonunun saptanması için immunohistokimyasal olarak boyandı. Immunohistokimyasal inceleme için Abcam (UK) firmasının hazır kitleri kullanıldı. Sekonder kit olarak EXPOSE Mouse and Rabbit Specific HRP/DAB Detection IHC kit (ab80436) kullanıldı. Boyamalarda streptavidin biotin peroksidaz yöntemi üretici firma tavsiyelerine göre uygulandı.

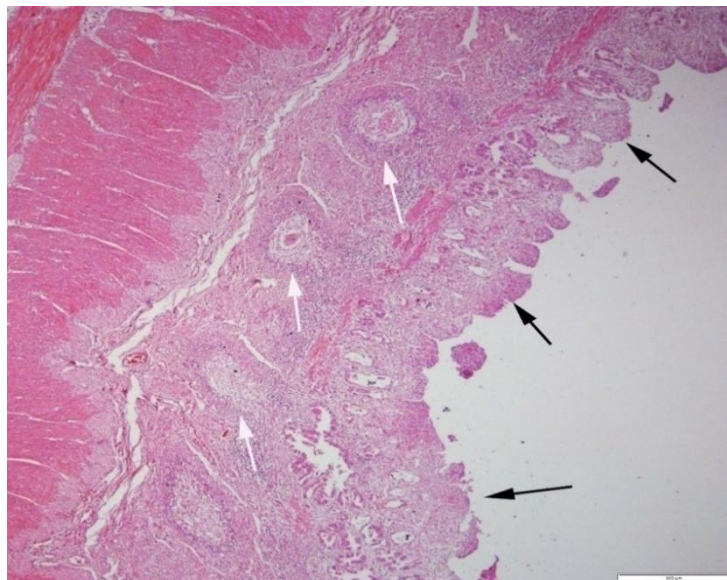
BULGULAR

Nekropsi sırasında dış bakıda anüs çevresinin kanlı bir dışkı ile kirlenmiş olması en sık karşılaşılan bulgulardandı. Hayvanların tümünde belirgin bir zayıflama, dehidrasyon ve pis kokulu bir dışkı oluşumu gözlemlendi. Karın boşluğunda değişik miktarlarda ve görünümde sıvı birikimi genellikle gözlenen bulgulardandı. Belirgin lezyonlar ince bağırsaklarda şekillenmişti bazı olgularda kalın bağırsakları da içeren yaygın lezyonlar saptandı. Mezenteriyel damarlarda şiddetli hiperemi dikkati çekti. Mezenteriyel lenf düğümleri büyümüş ve yer yer kanamalıydı. Birçok olguda iliosekal bölge mukozasında hastalık için karakteristik kabul edilen kanamalar gözlemlendi. Bağırsak serozaları ödemli, şişkin ve kalınlaşmış bir görünümdeydi. Bağırsak mukozasında şiddeti değişen derecelerde kanama ve eroziv-ülseratif lezyonlara sıklıkla rastlandı (Resim 1).



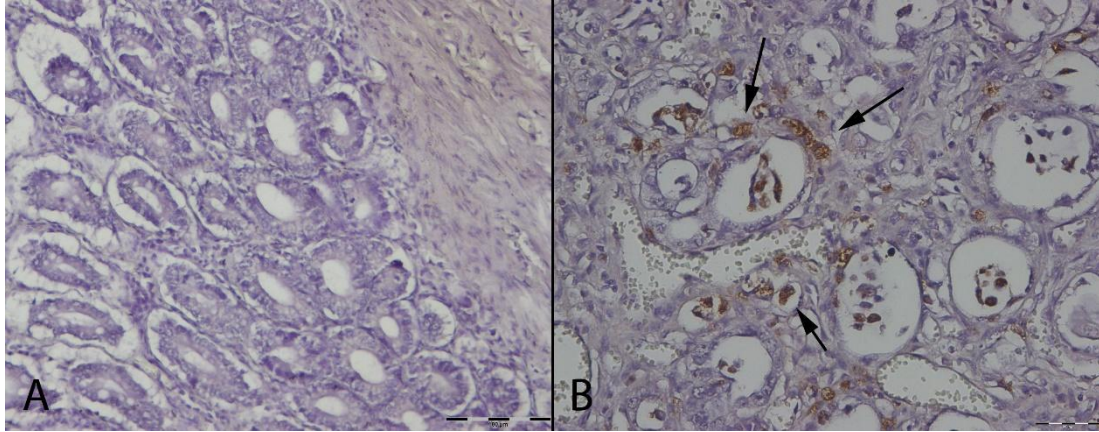
Resim 1: CPV sebebiyle ölen bir köpeğin bağırsaklarında kalınlaşma, hiperemi ve mukozal kanamalar.

Bağırsakların histopatolojik incelemesinde CPV'li köpeklerde tüm bağırsak kesimlerinin etkilendiği ancak en fazla lezyonun iliosekal geçiş bölgesinde lokalize olduğu gözlemlendi. Bu bölge başta olmak üzere bağırsaklarda en sık gözlenen lezyonlar arasında serozada ödem, villuslarda deskuamasyon, erozyon, ülser ve kanamalar bulunmaktaydı. Ülserlerin şekillendiği bölgelerde çoğunluğunu nötrofil lökositlerin oluşturduğu tek tük lenfoid seriden yangısal hücrelerinde bulunduğu infiltrasyonlar görüldü. Peyter plaklarında şiddetli atrofi bazı olgularda tamamen boşalma gözlemlendi (Resim 2). Kript epitellerinde dökülme ve propria mukozadaki infiltrasyonlar sıklıkla gözlenen bulgular arasındaydı. Birçok olguda ise villuslarda kaynaşma ve kalınlaşma dikkati çekti. Bazı hayvanlarda lezyonlar segmental özellikle iken bazı hayvanlarda yaygın bir görünümdeydi. Köpeklerin birçoğunda nekroze olan kript epitellerinde rejenerasyona rastlandı. Bazı hayvanlarda nekroze ve dökülmüş villusların bulunduğu bölgelerde sekonder bakteri kolonileri gözlemlendi.



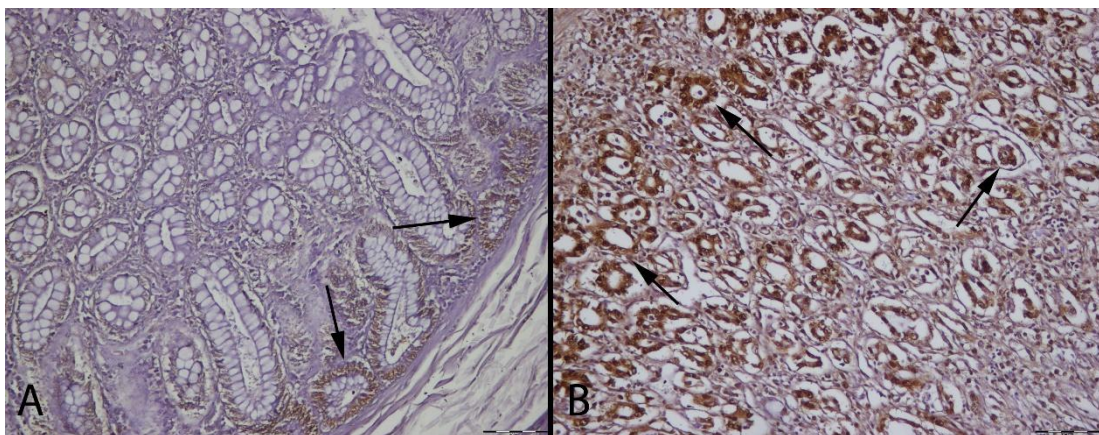
Resim 2: CPV'li bir köpeğin ileumunun görünümü, lamina epiteliyaliste dökülme (siyah oklar) ve Peyter plaklarında lenfositolizis (beyaz oklar), HE, Bar= 500µm.

CPV antiserumu ile immunohistokimyasal olarak boyanan bağırsakların incelemesinde Parvoviral enteritisli hayvanların özellikle kript epitellerinde ve yangısal hücrelerde değişik şiddette parvovirus pozitif immunoreaksiyona rastlandı (Resim 3). Pozitif reaksiyon hücre sitoplazmalarında ve etken yoğunluğuna göre değişen şiddetlerde dikkati çekti. Birçok olguda pozitif reaksiyonlara dökülmüş epitel hücrelerinde daha fazla rastlandı. Histopatolojik olarak lezyonların yoğunlaştığı alanlarda immunohistokimyasal olarak CPV pozitif boyanmaların daha yoğun olduğu dikkati çekti. Primer antikor eklenmeden yapılan negatif kontrol boyamalarında reaksiyon saptanmadı.



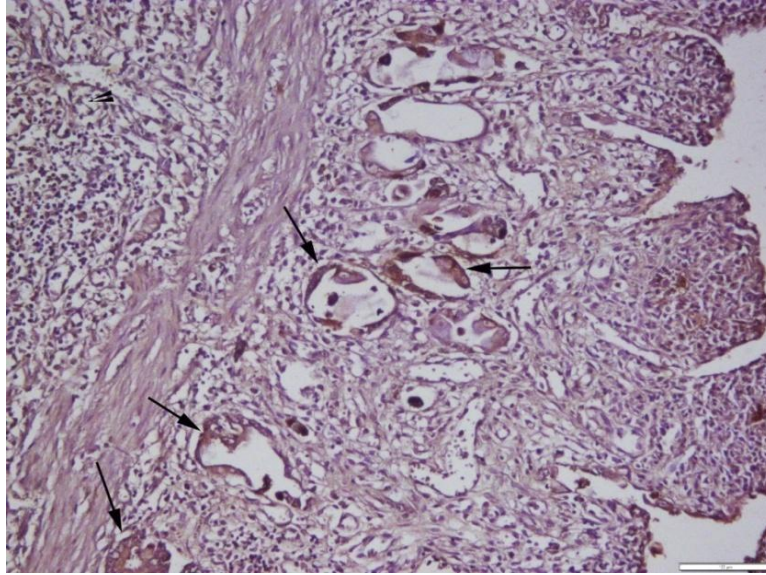
Resim 3: (A) Kontrol grubunda Parvovirus negatif immunoreaksiyon, (B) Hasta hayvanlarda bağırsak kript epitelleri ve yangısal hücrelerde Parvovirus pozitif immunoreaksiyon (oklar), Streptavidin biotin peroksidaz metodu, Bar= 200µm.

Parvovirus pozitif vakalarda özellikle kript epitellerinde belirgin olmak üzere yoğun pozitif PCNA immunoreaksiyonu dikkati çekti. Reaksiyonun özellikle rejenera olan epitellerde daha belirgin olduğu saptandı. Lamina epiteliyalisin rejenera olduğu bazı bağırsak kesimlerinde bu hücrelerde de PCNA pozitif reaksiyona rastlandı (Resim 4). Lezyonun belirgin olduğu bölgelere yakın nispeten sağlam görünümlü epitellerde de PCNA aktivitesinde artış dikkati çekti. Aktivite yoğun olarak epitel hücrelerinde olmakla beraber bazı alanlardaki bağ doku hücrelerinde de PCNA aktivitesinde artış dikkati çekti. Alınan anamnezlere göre biraz daha uzun yaşayan ve rejenera hücre sayısı fazla olan hayvanlarda PCNA aktivitesinin daha yüksek kısa süre içinde ölenlerde ise daha hafif olduğu gözlemlendi. Negatif kontrol olarak kullanılan ve primer antikor ilave edilmeyen bağırsak kesitlerinde reaksiyon saptanmadı.



Resim 4: (A) Kontrol grubunda epitellerde hafif PCNA immunoreaksiyonu, (B) Parvoviruslu bir köpeğin kript epitellerinde şiddetli PCNA immunopozitif reaksiyon, Streptavidin biotin peroksidaz metodu, Barlar= 100µm.

İncelenen bağırsak kesimlerinde özellikle lezyonlu alanlardaki epitel hücrelerinde kaspaz-3 immunopozitif reaksiyona rastlandı. Pozitif reaksiyon kript epitellerinde olduğu gibi lamina propriadaki birçok hücrede de gözlemlendi. Pozitif reaksiyona epitel hücreleri dışında kas ve bazı sinir hücrelerinde de rastlandı. Kaspaz-3 immunoreaksiyonu lezyonlara yakın alanlardaki hücrelerde de artış gösterdi. Bazı bölgelerde rejenerasyon olan kript epitellerinin de kaspaz-3 pozitif reaksiyon gösterdiği gözlemlendi (Resim 5). Bu bulgu rejenerasyon şekillense bile hücrelerin tam olarak yaşama ve gelişme imkanı bulamadıkları düşüncesini oluşturdu. Pozitif reaksiyon anormal görünümlü hücrelerde çok daha şiddetliydi. Primer antikor aşaması atlanan negatif kontrol kesitlerinde immunopozitif reaksiyon gözlenmedi.



Resim 5: Parvovirusla enfekte bir köpeğin bağırsak kript epitellerinde (oklar) kaspaz-3 pozitif immunoreaksiyon, Streptavidin biotin peroksidaz metodu, Bar= 100µm.

TARTIŞMA

Dünya genelinde CPV enteritis, köpek yavrularının yaşamını tehdit eden ve ölüme sebebiyet veren oldukça bulaşıcı viral bir hastalıktır. 1970’li yıllarda ilk olarak tespit edildiğinden beri birçok ülkede yaygın olarak görülmektedir (Greenwood ve ark., 1996; Desario ve ark., 2005). Hastalık sık gözlenmesine rağmen patojenezi ile ilgili hala bazı açıklanamayan noktalar bulunmaktadır. Bu çalışma ile CPV patojenezinde PCNA ve kaspaz-3’ün önemli rol oynadığı gösterilmiştir.

Parvoviral enteritis sık karşılaşılan form olmakla beraber, özellikle yeni doğmuş yavrularda nonsuppuratif myokarditis ile karakterize myokardiyal form da görülür (Hayes ve ark., 1979; Jezky ve ark., 1979; Robinson ve ark., 1980). Maternal bağışıklığı düşük olan köpek yavruları, enfeksiyona daha duyarlıdır (Boros ve Bartha, 1981; Macartney ve ark., 1984). CPV akut, nekrotik, fibrinli ve hemorajik enteritis, nadiren de myokarditis ile seyreden, önemli bir hastalıktır. Bu hastalığın önemi daha çok hayvanların hematopoetik ve bağırsak dokuları gibi hızlı bölünerek çoğalan hücrelerine affinite göstermesi ve genç yaşta köpek yavrularını enfekte etmesidir. Anabilim Dalımız laboratuvar verileri incelendiğinde arşivden toplanan vakaların kayıtlarının ve nekropsisi için getirilen köpeklerin 2-5 aylık yaşlarda olduğu saptandı. Bu hayvanların hiç birinde myokarditis bulguları gözlenmedi. Bu bulgular literatür verileriyle uygunluk gösterdi.

Apoptozis, organizmayı zarara uğratmadan ihtiyaç olmayan veya fonksiyonunu kaybetmiş olan hücrelerin ortadan kaldırılan “programlanmış hücre ölümü”dür. Hücre içi ve dışındaki uyarıların iletilmesiyle hedef proteinlerin yıkımı, aktifleşen kaspazlar sayesinde (Haunstetter ve Izumo 1998). Bu çalışmada CPV ile doğal enfekte köpek bağırsaklarında kaspaz-3 aktivitesinin arttığı ve hücre yıkımına katkıda bulunduğu gözlemlendi. Bununla beraber apoptotik aktivite özellikle

CPV ile pozitif reaksiyon veren hücre gruplarında gözlemlendi. Bu bulgular virusun hücreleri nekroza uğrattırken apoptotik aktiviteyi de kullandığını gösterdi.

PCNA, replikasyon ve onarım mekanizmalarının bir parçası olarak nükleik asit metabolizmasında önemli bir rol oynamaktadır (Kelman, 1997). Yapılan bu çalışmayla Parvovirus pozitif vakalarda PCNA immunoreaksiyonunun arttığı gözlemlendi. Bu PCNA immunoreaksiyonu özellikle kript epitellerinde belirgin olarak saptandı. İmmunoreaksiyonun rejenere olmuş epitellerde daha şiddetli olduğu dikkati çekti. Lamina epiteliyalisin rejenere olduğu bazı bağırsak kesimlerinde bu epitellerde de PCNA pozitif reaksiyona rastlandı. Bu çalışmanın bulguları CPV enfeksiyonunun bağırsak epitelleri üzerinde belirgin bir yıkıma sahip olduğunu ancak proliferasyon kapasitesinin korunduğunu göstermiştir.

Sunulan bu çalışmada, Parvoviral enterit şüpheli 30 adet köpeğin bloklanmış bağırsak dokularından seçilen ve CPV pozitif olarak saptanan 15 örnekte histopatolojik ve immunohistokimyasal olarak PCNA ve kaspaz-3 ekspresyonları değerlendirildi. CPV teşhisi konan köpek bağırsaklarında kaspaz-3 ve PCNA immunoreaksiyonunun arttığı gözlemlendi. Bu çalışmanın sonuçları CPV'nin bağırsaklarda oldukça önemli patolojik değişikliklere sebep olduğunu ve hem PCNA hem de kaspaz-3 aktivitesini arttırdığını göstermiştir. Bu sonuçlara göre hem hücrelerde aşırı bir yıkımlanma hem de proliferasyon kapasitesi olduğu saptanmıştır. Bu çalışma bulguları PCNA ve kaspaz-3'ün CPV patojenezinde önemli bir rol oynadığını göstermiştir.

KAYNAKLAR

- 1) Aktaş MS, Özkanlar YE, Kırbaş A (2011): Erzurum ve çevresinde kliniğe getirilen sahipli köpeklerin parvoviral enteritisini etkileyen risk faktörleri üzerinde bir araştırma. Atatürk Üniv Vet Bilim Derg.,6(1),1-8.
- 2) Baştan İ (2012): Parvovirus enfeksiyonlu köpeklerde yaşama şansını etkileyen parametrelerin araştırılması. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- 3) Bilal T (2007): Canine parvovirus tip-2 enfeksiyonu. Editör: Bilal T. Yeni Doğanların İç Hastalıkları. İstanbul Üniv. Basım ve Yayın Evi Müdürlüğü, İstanbul. 425-454.
- 4) Boros G, Bartha A (1981): Occurrence of the parvovirus induced acute enteritis dogs in Hungary. Magyar Allatorvosok Lapja.,36, 247-251.
- 5) Brady S, Norris JM, Kelman M, Ward MP (2012): Canine parvovirus in Australia: The role of socio-economic factors in disease clusters. VetJ.,193, 522-528.
- 6) Castro TX, Miranda SC, Labarthe NV, Silva LE, Cubel Garcia RCN (2007): Clinical and epidemiological aspects of canine parvovirus (CPV) enteritis in the State of Rio de Janeiro: 1995 – 2004. Arq Bras Med Vet Zootec.,59, 333-339.
- 7) Day MJ (1999): Possible immunodeficiency in related rottweiler dogs. J Small Anim Pract.,40(12), 561-568.
- 8) Desario C, Decaro N, Campolo M, Cavalli A, Cirone F, Elia G, Martella V, Lorusso E, Camero M, Buonavoglia C (2005): Canine parvovirus infection: which diagnostic test for virus. J Virol Methods, 121, 179-185.
- 9) diagnosis, and treatment. Comp Cont Ed Pract Vet.,19, 291-300.
- 10) Evermann JF, Foreyt W, MaagMiller L, Leathers CW, McKeirnan AJ, LeaMaster B (1980): Acute hemorrhagic enteritis associated with canine corona-virus and parvovirus infections in a captive Coyote population. JAVMA,177, 784-786.
- 11) Fritz TE (1979): Canine enteritis caused by parvovirus-Illinois. JAVMA,174(1),3-6.
- 12) Goddard A, Leisewitz AL (2010): Canine parvovirus. Vet Clin North America: Small Anim Pract.,40, 1041-1053.
- 13) Greenwood NM, Chalmers WSK, Baxendale W, Thompson H (1996): Comparison of isolates of canine parvovirus by monoclonal antibody and restriction-enzyme analysis. Vet Rec.,138, 495-496.

- 14) Haunstetter A, Izumo S (1998): Apoptosis: Basic mechanisms and implications for cardiovascular disease. *Circ Res.*,82(11), 1111-1129.
- 15) Hayes MA, Russel, RG, Babiuk LA (1979): Sudden death in young dogs with myocarditis caused by parvovirus. *JAVMA*, 174, 1197-1203.
- 16) Houston DM, Ribble CS, Head LL (1996): Risk factors associated with parvovirus enteritis in dogs: 283 cases (1982-1991). *JAVMA*, 208, 542-546.
- 17) Jezky PF, Haskins ME, Jones CL (1979): Myocarditis of probable viral origin in pups of weaning age. *JAVMA*, 174, 1204-1207.
- 18) Karadaş E, Metin N, Eröksüz Y (1995): Elazığ yöresinde "canine parvovirus enteritis" olguları üzerinde morfolojik incelemeler. *Türk Vet Hayv Derg.*,19, 309-314.
- 19) Kelman Z (1997): PCNA: structure, functions and interactions, *Oncogene*14, 629 - 640.
- 20) Macartney L, McCandlish IAP, Thompson H, Cornwell HJ. (1984): Canine parvovirus enteritis 2. Pathogenesis. *Veterinary Record*;115(18):453-460.
- 21) Macintire DK, Smith-Carr S (1997): Canine parvovirus. Part II. Clinical signs,
- 22) Merickel BS, Hahn FF, Rebar CH, Muggenburg BA, Brownstein DG, Rebar AH, DeNicola D (1980): Acute parvoviral enteritis in a closed beagle dog colony. *Lab Anim Sci.*,30, 874-878.
- 23) Moldovan GL, Pfander B, Jentsch S (2007): PCNA, the maestro of the replication fork. *Cell*, 129, 665–679.
- 24) Nelson DT, Eustis SL, McAdaragh JP, Stotz I (1979): Lesions spontaneous canine viral enteritis. *Vet Pathol.*,16, 680- 686.
- 25) Nicholson DW, Ali A, Thornberry NA, Vaillancourt JP, Ding CK, Gallant M, Gareau Y, Griffin PR, Labelle M, Lazebnik YA (1995): Identification and inhibition of the ICE/CED-3 protease necessary for mammalian apoptosis. *Nature*, 376 (6535), 37–43.
- 26) Öcal N, Ünsüren H. (2009): Parvoviral hemorajik gastroenteritisli köpeklerin sağaltımında total parenteral beslemenin etkisi. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.*,15(2), 237-244.
- 27) Robinson WF, Huxtable, CR, Pass DA (1980): Canine parvoviral myocarditis: a morphologic description of the natural disease. *Vet Pathol.*,17, 282-293.
- 28) Salvesen GS (2002): Caspases: opening the boxes and interpreting the arrows. *Cell Death Differ.*, 9 (1), 3–5.
- 29) Turgut K, Ok M. (2001): Kedi ve köpek gastroenterolojisi. Konya, Bahçivanlar Basım Sanayi. 311-19.
- 30) Vörös K, Papp L, Horvath Z (1981): Parvovirus induced enteritis in dogs. Clinical symptoms. *Magyar Allatorvosok Lapja.*,36 (4), 240-246.

BİR SÜLÜNDE KOLANGİOSELÜLER KARSİNOMA OLGUSU**Özlem ÖZMEN¹****ÖZET**

Sülün, galliformes (tavukgiller) ailesinde bulunan büyük bir kuş türüne verilen genel bir isimdir. Bu hayvanlar genellikle tavuklarda gözlenen viral ve bakteriyel hastalıklara duyarlıdırlar. Tümörler bu hayvanlarda çok az gözlenmektedir. Karaciğerin primer tümörleri hepatosellüler veya safra kanalı (kolangioselüler) kökenli olabilir. Kolangioselüler karsinom kuşlar arasında genellikle papağanlardan bildirilmiştir. Bu raporda iki yaşlı bir sülünde (*Phasianus colchicus*) gözlenen kolangioselülerkarsinom olgusu rapor edilmiştir. Hayvanat bahçesinde yaşayan sülünün birkaç günlük durgunluk ve iştahsızlık periyodu ardından öldüğü bildirildi. Nekropside karaciğerin büyüdüğü, abdominal boşluğu tamamen doldurduğu ve parankiminde çok sayıda beyaz odağın bulunduğu saptandı. Histopatolojik olarak, lümenli veya lümensiz ve birbirinden ince bağ doku septalarıyla ayrılmış kanal yapıları gözlemlendi. Bu hücrelerde mitotik aktivite artmıştı, anaplazi ve pleomorfizm saptandı. Tümör hücreleri sitokeratin, Ki-67 ve proliferasyon hücre nükleer antijen (PCNA) için kuvvetli derecede pozitif reaksiyon gösterdi. Makroskobik, mikroskobik ve immunohistokimyasal bulgulara göre olguya kolangioselüler karsinom teşhisi konuldu. Kolangioselüler karsinomlar kanatlı hayvanlarda oldukça nadir gözlenir, sunulan olgu sülünlerde saptanan ilk kolangioselüler karsinom raporudur.

Anahtar Kelimeler: Kolangioselüler Karsinom, Sülün, Histopatoloji, İmmunhistokimya

GİRİŞ

Karaciğerde şekillen primer tümörler hepatositlerden veya safra kanallarından köken alabilir (Schmidt ve ark. 2003). Kolangioselüler karsinomlar (kolangiyokarsinom, safra kanalı karsinomu) safra kanalı hücrelerinden kaynaklanır. Kanal epitellerinden köken alan tümörler yabancı ve kafes kuşlarında karaciğerlerde en sık bildirilen tümörlerdendir (Schmidt ve ark. 2003; Gesek ve ark. 2009). En çok etkilenen kuşlar papağanlar ve kanaryalardır (Schmidt ve ark. 2003).

Spesifik klinik bulgular pek sık gözlenmez ancak zayıflama, halsizlik, hepatomegali ve hepatoensefalopatiji düşündürülen ataksi, titreme ve nörolojik bulgular gözlenebilir. Makroskobik olarak safra kanalı tümörlerinde genellikle çok sayıda, değişik büyüklüklerde, sert, beyaz-kremrenge nodüller gözlenebilir. Bu nodüller bazen birden fazla lobda da şekillenebilir ve karaciğerde büyümeye sebep olur (Potter ve ark., 1983; Allen ve ark. 1985, Elangbam ve Panciera 1988; Anderson ve ark., 1989; Schmidt ve ark. 2003).

Histopatolojik olarak safra kanalı tümörleri az miktarda stroma ile bölünmüş kurdele, kordon, tubul ve kanal şeklinde dizilmiş prizmatikten kübiğe dek değişen epitel hücrelerinden oluşmuştur. Karaciğer parankimine invazyon belirgindir ve az sayıda mitotik figür gözlenebilir. Bu tümörlerin bazılarında, bağdoku artışı belirgin olabilir. Karsinoma hücreleri kötü diferensiyedir ve akciğerler, beyin, böbrek ve pleuraya metastaz nadirde olsa görülür (Allen ve ark. 1985, Anderson ve ark. 1989; Elangbam ve Panciera, 1988; Potter ve ark.,1983; Schmidt 1996).

Kuş türlerinde hepatobiliyer neoplaziler zaman zaman bildirilmiştir. Tümörlerin prevalansı psittacinlerde, özellikle muhabbet kuşlarında, diğerlerine göre daha yüksektir (Allen ve ark. 1985, Anderson ve ark., 1989; Elangbam ve Panciera 1988; Latimer 1994). Ancak, sülünlerde kolangioselüler karsinoma ait bir rapor bulunmamaktadır. Bu bir sülünde gözlenen ilk kolangioselüler karsinom raporudur.

¹ Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Patoloji Anabilim Dalı

MATERYAL VE METOT

İki yaşında, erkek, bir sülün bu çalışmanın materyalini oluşturdu. Hayvanda ilk olarak kronik depresyon ve iştahsızlık bulguları saptandı. Sülün ilk klinik bulguların gözlenmesinden iki hafta sonra öldü ve teşhis için Antalya Hayvanat Bahçesinden Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Patoloji Anabilim Dalına getirildi. Sülünün kuluçkadan çıktığı zamanından itibaren hayvanat bahçesinde yaşadığı ve ölümden iki hafta öncesine kadar herhangi bir sağlık problemi gözlenmediği bildirildi.

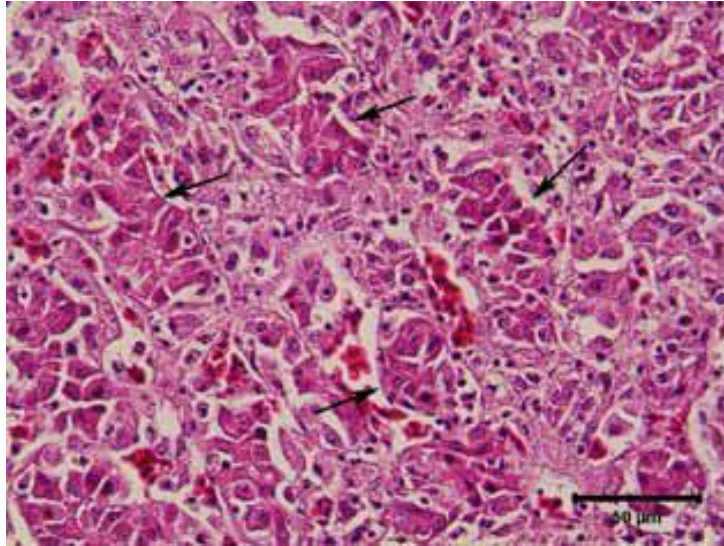
Bu erkek sülün aynı kafeste üç dişi sülün ile beraber yaşıyor ve arpa, buğday, mısır karışımı ile sebze ve meyvelerle besleniyordu. Klinik bulgular karaciğer tümörünü akla getirmemişti. Makroskopik incelemede şiddetli hepatomegali dikkati çekti. Nekropside karaciğer karın boşluğu tamamen doldurmuştu. Parankiminde çok sayıda soluk renkli nodüller gözlemlendi (Resim 1). İkterus gibi ayırt edici bir semptom dikkati çekmedi.



Resim 1: Sülünün karın boşluğunu tamamen dolduran şiddetli şekilde büyümüş ve beyazımsı odaklarla kaplı karaciğerinin makroskopik görünümü.

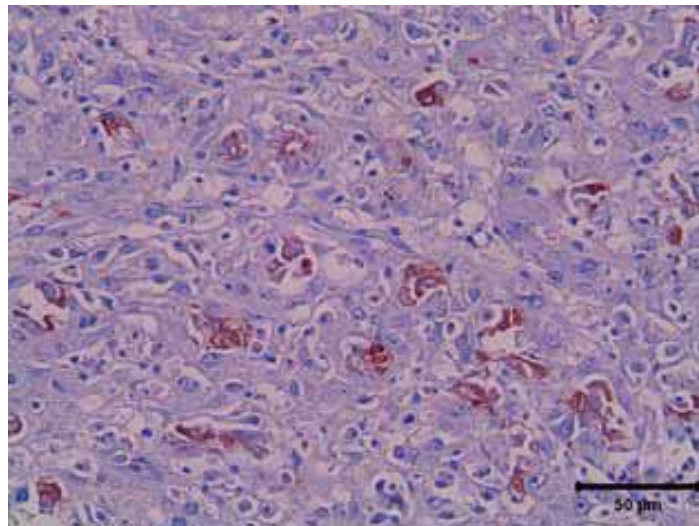
Nekropsi sırasında alınan dokular % 10 tamponlu formaldehitte tespit edildi, rutin doku takip prosedüründen geçirildi, 5µm kalınlığında kesildi ve Hematoksilen ve eozin (HE) ile boyanarak ışık mikroskopunda incelendi. İmmünohistokimyasal incelemeler için kesitler Ki67 (Rabbit Polyclonal Ki-67 Antibody, 250733); proliferating cell nuclear antigen (PCNA) (Rabbit Polyclonal PCNA Antibody, 250812), vimentin (Mouse Monoclonal Vimentin Antibody, 251809); pancytokeratin (Mouse Monoclonal Pancytokeratin Antibody, 251788); smooth muscle actin (SMA) (Mouse Monoclonal SMA, 251813) ve alfa fetoprotein (AFP) (Mouse Monoclonal Alpha-Fetoprotein Antibody, 251700) ile üretici firma (Abbiotech, San Diego, CA) tavsiyelerine göre rutin streptavidin-biotin peroksidaz tekniğine göre boyandı.

Mikroskopik incelemede karaciğerin tamamının neoplastik hücrelerle kaplı olduğu gözlemlendi. Dokunun histopatolojik incelemesi karaciğer yapısında belirgin bir değişiklik şekillendiğini ve neoplastik bilier dokunun tamamen karaciğere infiltre olduğunu gösterdi. Karaciğer kübik ya da kısa prizmatik pleomorfik epitel hücrelerinin oluşturduğu kanal benzeri yapılarla kaplıydı. Lümenli veya lümensiz kanallar biri birlerinden ince bir bağ doku ile ayrılmışlardı. Kanallar tek veya çok katlı epitelle döşenmiş ve dilate olmuş görünümdeydi. Çekirdekler genellikle açık renkli, bazale yerleşmiş ve 1-3 çekirdekçik içermekteydi (Resim 2). Bu hücrelerde mitotik figürlere rastlanmadı. Bazı bölgelerde neoplastik doku kitle halinde ve ince bir stroma tarafından desteklenen tubuller şeklinde dikkati çekti. Neoplastik doku kapsül dışına çıkmamış ve diğer doku ve organlara metastaz yapmamıştı.



Resim 2: Karaciğerin histopatolojik görünümü, çok sayıda neoplastik hücre ve kanal formasyonları (oklar), HE.

Tümör hücre orijinini ve maligniteyi değerlendirmek için dokular farklı belirteçlerle immünohistokimyasal olarak boyandı. İmmünohistokimyasal incelemede pansitokeratin, Ki67 ve PCNA için pozitif, vimentin, SMA ve AFP için negatif boyanma saptandı (Şekil 3).



Resim 3: Tümöral kitlenin sitokeratin pozitif immunoreaksiyonu, streptavidin-biotin peroksidaz metodu hematoksilen zıt boyaması.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Primer hepatik kanserler sıklıkla herhangi bir belirti olmadan gelişir. Klinik semptomlar geç ortaya çıkar ve karakteristik değildir. Çoğu zaman sindirim sistemi ile ilgili anoreksi, şişkinlik ve konstipasyon gibi semptomlar oluştururlar. Karaciğerde büyüme ve asites gelişimi son aşamalarda dikkati çeker (Mutinelli ve ark. 2009). Bu çalışmada da sülünde iştahsızlık ve depresyon gibi karaciğer kanserini akla getirmeyen semptomlar gözlemlendi.

Sülünün makroskobik ve mikroskobik incelemelerinin sonuçları karaciğerde kolangioselüler karsinomla uyumluydu. Mikroskobik inceleme karaciğerin çoğunun neoplastik dokuya dönüşmüş olduğunu ve normal dokunun sadece küçük parçalar halinde korunduğunu gösterdi. Neoplastik infiltrasyonlar safra kanal yapısını düşündüren küboidal hücrelerin oluşturduğu hücre sütunları şeklindeydi. Kanallarda safra pigmenti gözlenmedi. Tümörün makroskobik ve mikroskobik bulguları

önceki raporlarla uyumluydu (Potter ve ark., 1983; Allen ve ark., 1985, Elangbam ve Panciera 1988; Anderson ve ark. 1989; Gesek ve ark. 2009).

Kolangioselüler karsinomun nedenleri arasında aflatoksin ve diğer kimyasallarla zehirlenme, trematod enfeksiyonları, hormonal bozukluklar ve hepatit virüsü enfeksiyonları sayılabilir (Davies 2000; van Wettreab ve ark., 2010). Bu olguda saptanan kolangioselüler karsinomun sebebi olarak, sülünün hayvanat bahçesinde tutulması, genellikle farklı tohumların karışımı ile meyve ve sebzelerin veriliyor olması yiyeceklerde aflatoksin ile bulaşma ihtimalini düşündürdü. Ancak, yemde küflenme saptanmadı ve mikotoksinler için test edilemedi. Etiyoloji için başka bir olasılıkta papilloma virüsü veya herpes virüs gibi bir enfeksiyon olabilir ancak mikroskopik incelemede inklüzyon saptanmadı.

Evcil türlerde ve insanlarda kolangioselüler karsinom genellikle nispeten yaşlı bireylerde ortaya çıkar. Yaban hayatında sülünlerin ömrü 1 yılın altındadır ancak hayvanat bahçelerinde bu yaşam süresi uzayabilir. Bu çalışmada sülünün yaşı, yaşa bağlı tümör kavramını destekleyecek kadar yüksekti.

Sitokeratinler, epitel hücrelerinin sitoskeletonunun suda çözünebilen proteinleri grubundandır (Battifora 1984). Ki-67 hücre proliferasyonu ile ilgili bir nükleer proteindir ve hücre siklusunun aktif dönemlerinde bulunur ancak dinlenme dönemlerinde bulunmaz (Scholzen and Gerdes 2000). PCNA hücrenin yaşaması ve ölümüne karar veren merkezi moleküllerdendir (Warbrick 2000). SMA tümörün düz kaslar veya myoepiel hücrelerinden köken alıp almadığını saptamayı sağlar (Spector 2001). Vimentin mezenkimal hücrelerin temel intermediate filament proteindir ve diferensiyel olmamış tümörlerde ayırıcı tanıda önemlidir (Blain et al. 2006). Neoplastik hücrelerin bir desmoplastik stroma etrafında dizilimi kolangioselüler karsinom için karakteristiktir (Warbrick 2000). Pansitokeratin immunohistokimyasal boyamasında kanal ve tubul oluşturan neoplastik hücrelerin orta dereceden şiddetliye kadar pozitif immunoreaksiyonu PCNA ve Ki-67'de olduğu gibi teşhisi destekler nitelikteydi. Bu bir sülünde kolangioselüler karsinomun makro, histopatolojik ve immunohistokimyasal karakterlerinin değerlendirildiği ilk rapordur.

REFERENCES

- 1) Allen JL, Martin HD, Crowley AM (1985): Metastatic cholangiocarcinoma in a Florida sandhill crane. *Journal of American Veterinary Medical Association* 187, 1215.
- 2) Anderson WI, Dougherty EP, Steinberg H (1989): Cholangiocarcinoma in a four month-old double yellowcheeked Amazon parrot (*Amazona autumnalis*). *Avian Diseases* 33, 594–599.
- 3) Battifora H (1984): Recent progress in the immunohistochemistry of solid tumors. *Seminars in Diagnostic Pathology* 1, 251–571.
- 4) Blain EJ, Gilbert SJ, Hayes AJ, Duance VC (2006): Disassembly of the vimentin cytoskeleton disrupts articular cartilage chondrocyte homeostasis. *Matrix Biology* 25, 398–408.
- 5) Davies RR (2000): Avian liver disease: etiology and pathogenesis. *Seminars in Avian Exotic Pet Medicine* 3, 115–125.
- 6) Elangbam CS, Panciera RJ (1988): Cholangiocarcinoma in a blue-fronted Amazon parrot (*Amazona estiva*). *Avian Diseases* 32,594–596.
- 7) Gesek M, Stenzel T, Szarek J, Babinska I, Mieszcynski T (2009): Cholangiocarcinoma in cockatiels (*Nymphicus hollandicus*). *Bulletin of Veterinary Institute Pulawy* 53, 445–448.
- 8) Latimer KS (1994): Oncology. In: Ritchie BW, Harrison GJ, Harrison LR (eds.): *Avian Medicine: Principles and Application*. Wingers Publishing, Lake Worth, Florida. 657–658.
- 9) Mutinelli F, Carminato A, Schiavon E, Melchiotti E, Trevisan L, Vascellari M (2009): Metastatic hepatocellular carcinoma and subcutaneous fibrosarcoma in a blackheaded gull (*Larus ridibundus*). *Veterinary Record* 164, 177–178.
- 10) Potter K, Connor T, Gallina AM (1983): Cholangiocarcinoma in a yellow-faced Amazon parrot (*Amazona xanthops*). *Avian Diseases* 27, 556–558.

- 11) Schmidt RE (1996): Pathology of caged birds, major diseases encountered in pet avian practice. In: Roskopf WJ, Woerpel RW (eds.): Disease of Cage and Aviary Birds. 3rd ed. Williams and Wilkins, Baltimore. 874 pp.
- 12) Schmidt RE, Reavill DR, Phalen DN (2003): Liver. In: Schmidt RE, Reavill DR, Phalen DN (eds.): Pathology of Pet and Aviary Birds. 1st ed. Blackwell Publishing, Ames. 88–89.
- 13) Scholzen T, Gerdes J (2000): The Ki-67 protein: from the known and the unknown. Journal of Cell Physiology 182, 311–322.
- 14) Spector M (2001): Musculoskeletal connective tissue cells with muscle: Expression of muscle actinin and contraction of fibroblasts, chondrocytes, and osteoblasts. Wound Repair and Regeneration 9, 11–18
- 15) Van Wettereab AJ, Degernesc LA, Barnes HJ (2010): Combined hepatocellular-cholangiocarcinoma in a lesser flamingo (*Phoenicopterus minor*). Avian Pathology 39, 275–278.
- 16) Warbrick E (2000): The puzzle of PCNA's many partners. Bioessays 22, 997–1006.

KÖPEK TRANSMİSSİBLE VENEREAL TÜMÖRLERİNDE MMP-2 VE MMP-7 AKTİVİTESİNİN İMMUNOHİSTOKİMYASAL OLARAK BELİRLENMESİ***Ezgi OGUŞ¹
Özlem ÖZMEN²****ÖZET**

Transmissible venereal tümör (TVT), köpeklerin çoğunlukla eksternal nadiren internal genital organlarına yerleşen genellikle iyi huylu retikuloendotelial kökenli bir tümördür. Köpeklerde TVT, histiyositoma, stiker sarkom, venereal granuloma, transmissible lenfosarkom ve kontagiöz venereal tümör adlarıyla da bilinmektedir. Tümör sağlıklı hayvanlara hasta olanlardan çiftleşme yoluyla aktarılmaktadır. Matriks metalloproteinazlar (MMP) yaklaşık olarak 28 enzimden oluşan, patolojik ve fizyolojik doku yıkımında önemli yere sahip ekstrasellüler proteazlardır. Matriks metalloproteinazlar, keratinositler, fibroblastlar, makrofajlar, lökositler, düz kas hücreleri, kondrositler gibi epitelyal ve mezenkimal kökenli hücreler tarafından sentezlenmektedirler. MMP'ler nötral endopeptidaz enzim ailesine dahil olup, ekstrasellüler matriksin (ECM) tüm üyelerini parçalama özelliğine sahiptirler. Gelatinaz A olarak da bilinen MMP-2'nin latent formu 72 kDa, aktif formu 66 kDa ağırlığındadır. Tip IV kollajeni, gelatini, ek olarak Tip V, VII, X, kollajeni, elastin ve fibronektini, laminini parçalamaktadır. Matriks metalloproteinaz ailesinin üyesi olan MMP-7 hücre dışı matris bileşenlerine karşı geniş bir substrat özgüllüğüne ek olarak efektör fonksiyonlarını değiştirmek için çeşitli hücre yüzeyi proteinlerini parçalamaktadır. Bu çalışmada, matriks metalloproteinaz-2 (MMP-2) ve matriks metalloproteinaz-7'in (MMP-7) köpeklerde TVT'de ekspresyonlarının incelenmesi amacıyla daha önce teşhis konulmuş olan 20 adet tümör dokusu materyal olarak kullanıldı. Bu dokulara streptavidin-biotin peroksidaz kompleks metot uygulanarak MMP-2, MMP-7 immunoreaksiyonları karşılaştırılmalı olarak incelendi ve sonuçlar semikantitatif olarak değerlendirildi. İmmunohistokimyasal olarak TVT'yi oluşturan hücrelerde MMP-2 ve MMP-7 aktivitesinde artış şekillendiği gözlemlendi. Bu sonuç, MMP-2 ve MMP-7'in TVT patojenezinde önemli bir rol oynadığını gösterdi.

Anahtar kelimeler: Transmissible Venereal Tümör, İmmunohistokimya, MMP-2, MMP-7.

GİRİŞ

Transmissible venereal tümör (TVT), köpeklerin çiftleşmeyle bulaşan ve genellikle iyi huylu retikuloendotelial kökenli bir tümördür (Gülbahar ve Hazıroğlu, 1995; Yağcı ve Kalender, 2008). Tümör, küçük yaşta olan, vücut direnci zayıf ve immunsupresif köpeklerde daha agresif ve metastazik olabilmektedir. Genital yerleşiminin yanı sıra tümör, ekstragenital organlarda da %5 oranında görülebilmektedir (Çeşme ve ark., 2015).

Pembeden kırmızıya kadar değişik renkte olabilen bu tümörler bulaşmadan 2-3 hafta sonra 1-3 mm ve eğer zamanında tedavi edilmezse 10-15 cm çapına kadar ulaşabilmektedirler. Özellikle büyük kitleler hemorajik, ülserli ve enfekte olabilirler. Tümör, erkek köpeklerde özellikle, glans penisin kranialinde, prepusyum mukozasında veya bulbus peniste görülmektedir. Anamnez bilgileri ve klinik muayeneler TVT şüphesini akla getirirde kesin teşhis, alınan kitlenin histopatolojik muayenesi, smearların incelenmesi ya da elektron mikroskopta virüs projeksiyonlarının görülmesiyle konulabilmektedir. Sitolojik incelemelerde yuvarlak ya da oval polihedral hücreler, daha çok eozinofilik vakuollü ince sitoplazma, yuvarlak hiperkromatik nükleus ile belirgin

*Bu Araştırma Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 0388-YL-16 proje numarası ile desteklenmiştir.

¹ Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Patoloji Anabilim Dalı

² Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Patoloji Anabilim Dalı

nükleolus ve çok sayıda mitotik figürler görülür. Ayrıca çekirdek sitoplazma oranı çekirdek lehine artış gösterir (Gülbahar ve Hazıroğlu, 1995).

Matriks metalloproteinazlar (MMP) patolojik ve fizyolojik olaylarda ekstrasellüler matriks (ECM) yıkımında önemli yere sahip ekstrasellüler proteazlardır ve birçok epiteliyal ve mezankimal kökenli hücreler tarafından sentezlenmektedirler (Oğuzsoyduinç ve ark., 2006). Bu proteinler; normal doku yapımı, büyüme ve anjiogenezis gibi birçok biyolojik süreçte merkezi rol oynamaktadırlar (Erkli ve Ersöz, 2011). MMP'ler proenzim olarak kondrositler, osteoblastlar, fibroblastlar, endotel hücreleri, nötrofiller, makrofajlar gibi değişik hücrelerden salgılanmaktadır. MMP'ler, kemiğin remodelizasyonu, yara iyileşmesi, uterus ve meme dokusu fizyolojik fonksiyonları, embriyo implantasyonu, embriyogenezis, ovulasyon, laktasyon gibi fizyolojik süreçlerde yer almasına ek olarak artrit, tümör hücresinin invazyonu ve metastaz gibi patolojik olaylarda da rol oynamaktadırlar. Kanser olgularında ECM tümör dokusunun büyümesi ve tümör hücresinin yayılımına engel olmak için primer bir bariyer olarak görev yapmaktadırlar. Malign tümörler bu bariyeri aşmak için metalloproteinazları kullanırlar (Aksun ve ark., 2001, Öncel, 2012). ECM'nin parçalanması için MMP-2, MMP-9, MMP-14 birlikte çalışırlar (Öncel, 2012). Gelatinaz A olarak da bilinen MMP-2'nin kolon, pankreas, mesane, prostat, deri, meme ve over kanseri gibi birçok kanser tipinde tümör stromasına yaygın şekilde lokalize olduğu bildirilmiştir (Aksun ve ark., 2001). Ayrıca membran tipi MMP'ler gelatinaz A aktivasyonunda rol almakta olup, bu aktivasyon tümör hücrelerinin göçü için oldukça önemlidir (Aksun ve ark., 2001; Reel, 2006).

MMP'ler vaskülarizasyonda önemli role sahiptir. MMP-1 ve MMP-7 daha az oranda etkili olurken; MMP-2, MMP-9 ve MMP-14 tümör vaskülarizasyonun da başlıca rol oynamaktadırlar (Alexander ve ark., 2001; Alexander ve ark., 2001). Tümörlerde MMP'lerin önemli rolleri olduğu bilinmektedir. Örneğin kolorektal kanserler için, MMP-2 ve MMP-9 potansiyel belirteç olarak çalışılmıştır. Yükselmiş plazma MMP-2 düzeyleri lenf nodu metastazı ile korelasyon göstermektedir (Alexander ve ark., 2001). Ek metalloproteinaz olarak da bilinen MMP-7 gelatin, elastin, fibronektin, laminin, entaktini parçalama özelliği nedeni ile stromelysinlere benzer gen substrat spesifitesi göstermektedir. İleri klinikopatolojik evreler ve olumsuz prognoz ile yakın ilişki içinde bulunmaktadır (Hui ve ark., 2008). Matrilysin (MMP-7); mide, meme, prostat ve kolorektal kanserde artmaktadır. Tüm tümör hücrelerinde bu artış yeni oluşan hücrelerde saptanmaktadır. Kolorektal kanserde artmış matrilysin düzeyleri tümörün geç evresi ile ilişkilendirilmektedir. Bazal hücreli karsinomların atipik malign tümörler oldukları ve metastaz yapmadıkları bilinmektedir ve bu tümörler dematrilysin düzeyinde artış olmayışı matrilysin tümör progresyonunda rol oynadığına önemli bir kanıttır (Aksun ve ark., 2001). Pankreatik duktal karsinomu olan hastalarda plazma ve tümör dokusu MMP-7 düzeyleri yükselmiş olup kısa sağ kalım süresi ile ilişkili olmaktadır (Alexander ve ark., 2001).

Bu çalışmanın amacı köpeklerde TVT olgularında MMP-2 ve MMP-7 ekspresyonlarının immunohistokimyasal olarak incelenmesi ve bu belirteçlerin tümör patojenezindeki önemini belirlemektir.

GEREÇ VE YÖNTEM

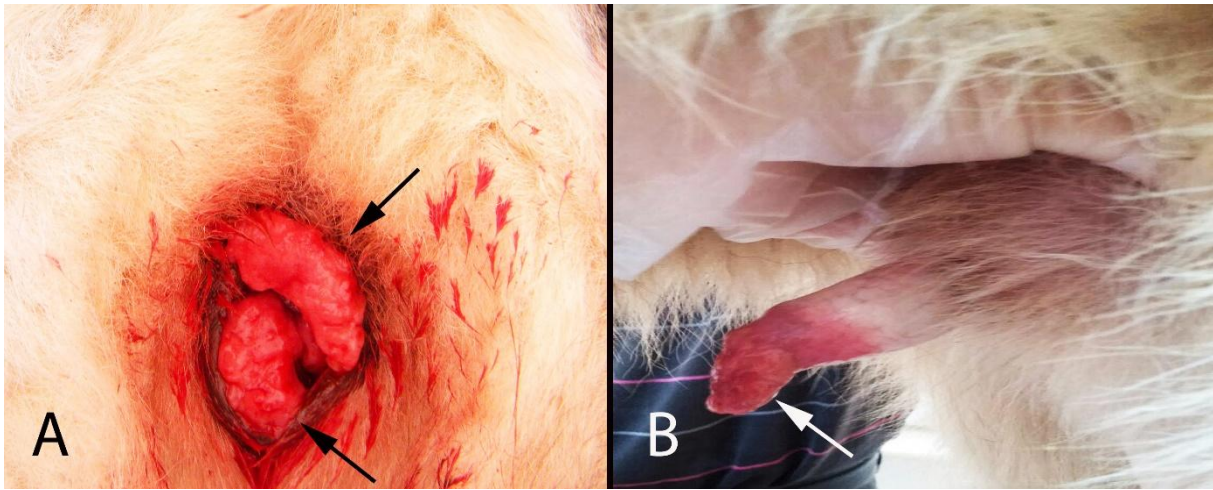
Çalışmamızda kullanılan TVT dokuları Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Patoloji Anabilim Dalı arşivinden ve çalışma süresince inceleme için getirilen tümörlerden temin edildi. Bu çalışmada değişik ırk, cinsiyet ve yaşlardan 20 adet TVT dokusu kullanıldı. Rutin patoloji prosedüründen geçirilen dokular parafine gömülerek 5 mikron kalınlığında kesilerek hematoksilen eozin ile boyandı.

İmmunohistokimyasal inceleme için kesitler streptoavidin-biotin kompleks peroksidaz yöntemine göre boyandı. İmmunohistokimyasal inceleme için Abcam (UK) firmasının hazır kitleri kullanıldı. Kesitler MMP-2 [Anti-MMP-2 antibody (ab110186)] ve MMP-7 [Anti-MMP-7 antibody (ab5706)] reaksiyonunun saptanması için immunohistokimyasal olarak boyandı ve kromojen olarak DAB (3,3

diaminobenzidine) kullanıldı. Sekonder kit olarak Abcam firmasının EXPOSE Mouse and Rabbit Specific HRP/DAB Detection IHC kiti (ab80436) kullanıldı. Karşıt boyama için Harris hematoxilen ile boyandı ve preparatlar ışık mikroskopunda incelendi. Negatif kontrol için kesitlere primer antikor konulmadan aynı yöntem uygulandı.

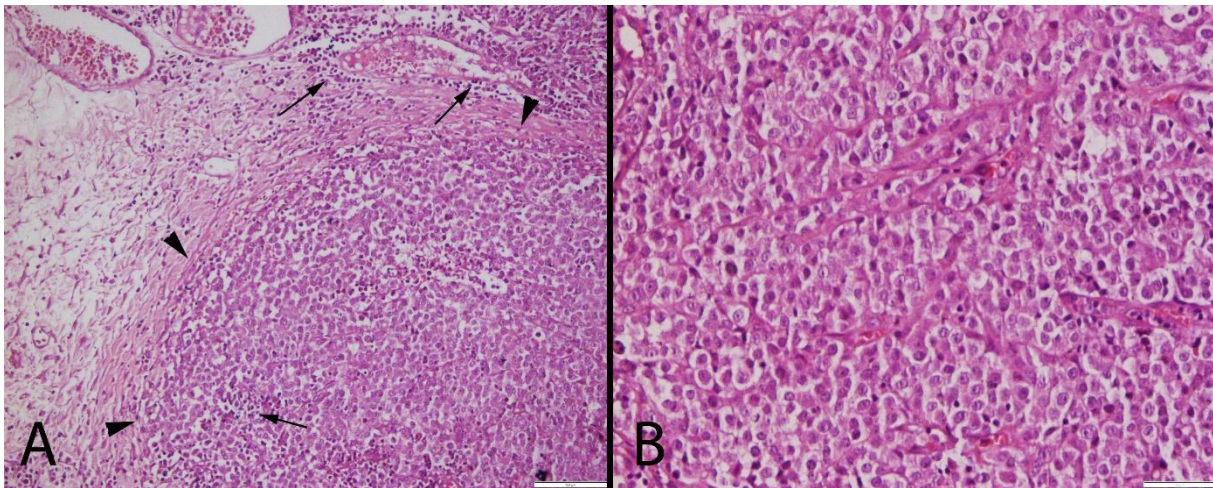
BULGULAR

Köpeklerin yaşları 6 ay ile 2 yaş arasında değişiyordu. Çalışma materyalini oluşturan köpeklerin 12 tanesi dişi 8 tanesi erkekti (Resim 1). Tümörlerin boyutları 1x1x1 cm'den 8x5x6 cm'ye kadar değişiyordu. Tümöral kitleler değişik büyüklüklerde yumuşak kıvamlı ve genellikle üst yüzeyleri kanamalı şekillerdeydi. Bazı büyük tümörlerde nekroze alanlara da rastlandı.



Resim 1: (A) Dişi köpekte vulvada ve (B) erkek köpekte peniste şekillenmiş TVT olgusu

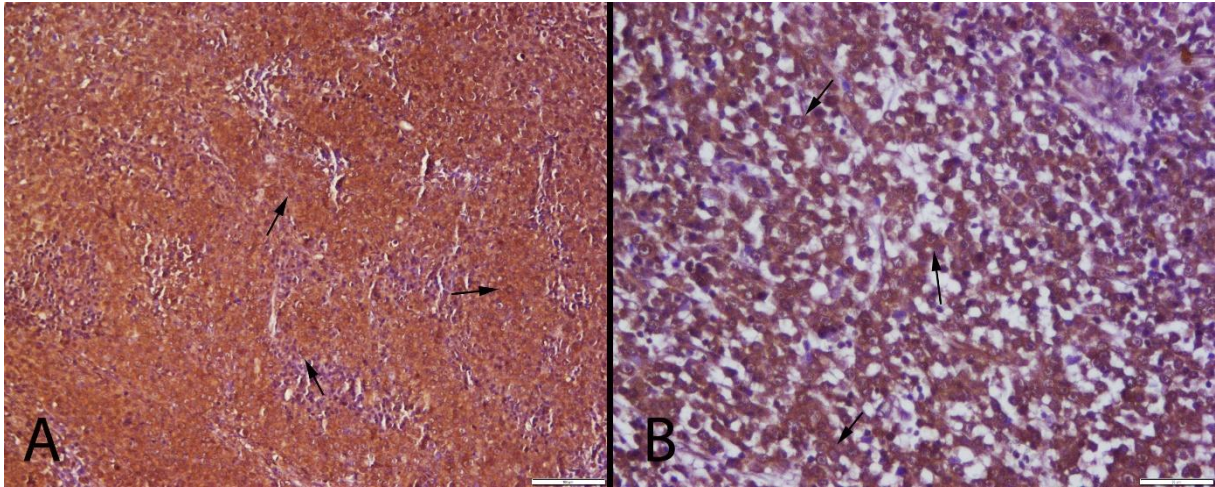
Tümörlerin mikroskopik incelemesinde tümörün oval yuvarlak şekilli, veziküler ve büyük çekirdekli hücrelerden oluştuğu gözlemlendi. Bazı tümörlerde mitotik aktivitenin arttığı bazı tümörlerde ise nekroz ve kanamanın ön planda olduğu dikkati çekti. Damarlar oldukça hiperemikti özellikle küçük tümörlerde daha belirgin olmak üzere mononükleer seriden yangı hücrelerine rastlandı (Resim 2).



Resim 2: (A) Tümöral kitlenin histopatolojik görünümü (ok başları) ve hiperemik damarlar (oklar), HE, Bar= 200µm. (B) Tümör hücrelerinin büyük büyütmadaki görünümü, HE, Bar= 50µm.

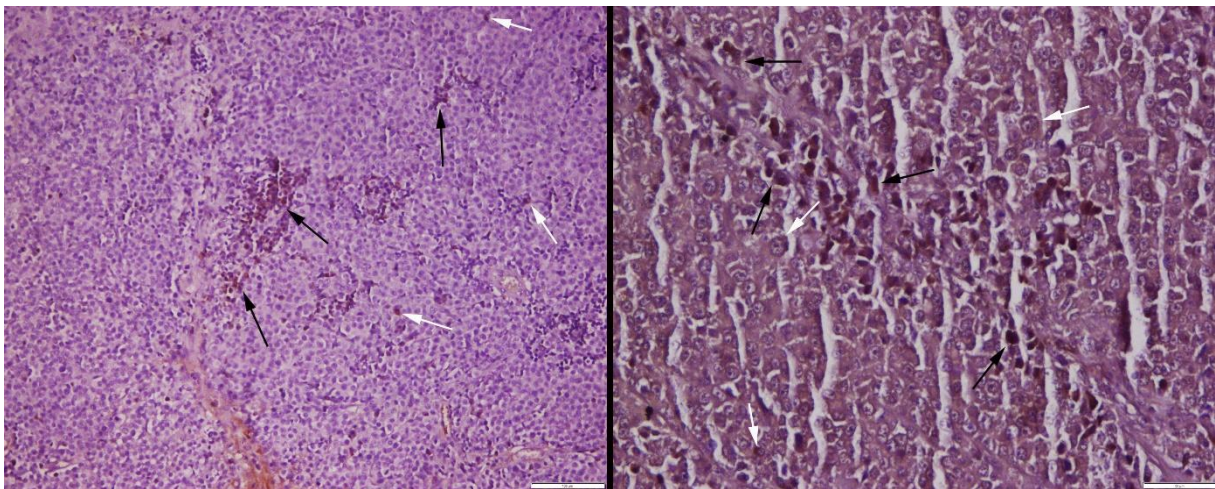
MMP-2 ile immunohistokimyasal olarak boyanan kesitlerin incelemesinde özellikle büyük kitlelerde daha belirgin olmak üzere ekspresyonun arttığı dikkati çekti. Tümöral hücreler başta

olmak üzere aktivite artışına bağ doku ve mukozadaki epitel hücrelerinde de rastlandı. Tümör hücrelerinde sitoplazmik olarak MMP-2 ekspresyonlarını belirgin şekilde artmıştı (Resim 3). Primer antikor damlatılmayan negatif kontrollerde ise boyanma saptanmadı.



Resim 3: (A) Tümüral kitlede artmış MMP-2 immunoreaksiyonu (oklar), Streptavidin biotin peroksidaz metodu, Bar= 100 µm. (B) Artmış MMP-2 reaksiyonunun (oklar) yakından görünümü, Streptavidin biotin peroksidaz metodu, Bar= 50 µm.

Tümüral kitleden alınan kesitlerin MMP-7 ile boyanmasında özellikle büyük kitlelerde aktivitenin arttığı dikkati çekti. Bazı tümöral ve yangısal hücrelerde şiddetli MMP-7 ekspresyonları saptandı. Ekspresyonun homojenite göstermediği yer yer daha fazla olduğu dikkati çekti (Resim 4). Primer antikorun atlandığı negatif kontrollerde boyanma gözlenmedi.



Resim 4: (A) Transmissible venereal tümörde MMP-7 immunoreaksiyonu, pozitif hücreler (siyah oklar) ve yangısal hücrelerde pozitif reaksiyon (beyaz oklar), Streptavidin biotin peroksidaz metodu, Bar= 100 µm. (B) Pozitif hücrelerin yakından görünümü Streptavidin biotin peroksidaz metodu, Bar= 50 µm.

TARTIŞMA

Tümörler son yıllarda insanlarda olduğu gibi hayvanlarda da artma eğilimindedir. Tümörlerin şekillenmesi ve tedavileri ile ilgili çalışmalar hızla artmaktadır. İnsanlar, kedi ve köpek gibi hayvanları evlerinde pet hayvanı olarak gitgide artan bir ilgi ile beslemektedirler. Bu sebeple hayvan hastalık ve tümörleri de yaygın şekilde incelenmekte ve sebepleri ile patojenezleri araştırılmaktadır. Bu çalışma da köpeklerde sık karşılaşılan bir problem olan TVT'nin MMP-2 ve

MMP-7 aktivitesinin belirlenmesi ve bu markırların patojenezdeki rollerinin araştırılması amaçlanmıştır.

TVT köpeklerde sık görülen bir tümör olup, bulaşma, çiftleşme sırasında genital mukoz membranlarının teması ile oluşur (Kaya ve ark., 2011). TVT, tropikal ve subtropikal bölgelerde yaşayan sokak köpeklerinde yaygın olarak gözlenen bulaşıcı bir neoplastik hastalıktır (Çeşme ve ark., 2015) ve genellikle penis ve vagina mukozasını etkilemektedir (Çeşme ve ark., 2015; Kaya ve ark., 2011). Çoğunlukla genç köpeklerde (2-5 yaşlı) gözlenmekte olup ırk predispozisyonu bilinmemektedir (Kaya ve ark., 2011). Bizim çalışmamızda TVT olguları sadece genital organlarda rastlandı ve dişilerde vagina ve vulva ile erkeklerde penis ve prepusyum en yaygın etkilenen organlardı. Kitler boyutları 1x1x1 cm'den 8x5x6 cm'ye kadar değişmekteydi. Tümöral kitleler yumuşak kıvamlı ve genellikle üst yüzeyleri kanamalıydı. Özellikle büyük tümörlerde kitle içinde nekroze alanlara da rastlandı. İncelenen kitleler bu özellikleri ile klasik bilgiler ile uyum gösterdi.

Gülçubuk ve Gürel'in çalışmasında dişi genital sistem içerisinde meme tümörlerinin %71,23 ile birinci sırada, vulva-vagina tümörleri de %27.77 ile ikinci sırada yer aldığı bildirilmiştir. Dişi genital sistemdeki en önemli tümörlerden birinin TVT olduğu bildirilmiştir (Gülçubuk ve Gürel 2003). Sönmez ve Özmen (1996), inceledikleri 89 köpeğin 15'inde (%16.8) dişi genital sistemde, 16'sında (%18) erkek genital sistemde olmak üzere toplam 31 olguda TVT belirlediklerini ve bu köpeklerin %67.7'sinin 6 yaşın altında olduğunu bildirmişlerdir. Şenünver ve ark. (1982), TVT saptadıkları köpeklerin %75'inin 6 yaşın altında olduğunu rapor etmişlerdir. Gülçubuk ve Gürel'in çalışmalarında ise; 73 dişi genital sistem tümöründen 15'inin (%20.4), 5 erkek genital sistem tümöründen 3'ünün (%60) TVT olduğunu saptamışlardır. Yine aynı çalışmada TVT saptanan hayvanların %56.25'inin 6 yaşın altında olduğu belirlenmiştir. Erkek genital sistemdeki TVT oranı %60 olarak bildirilmiş olmasına rağmen bunun yanıltıcı bir oran olduğu belirtilmiştir. Bu durumun vaka sayısının düşük olmasından ve çoğu klinisyenin erkek köpeklerdeki bu tür üremelerin TVT olduğuna karar verip patolojik incelemeye gerek görmemelerinden kaynaklandığı da yine bu çalışmada belirtilmiştir (Sönmez ve Özmen, 1996). Bizim çalışmamızda Anabilim Dalımıza gelen 20 adet tümör dokusu incelenmiştir. Burdur'da köpek beslemenin nispeten az sayıda olması ve TVT olgularının genellikle Fakülteye getirilmeden özel kliniklerde basit tedavi yöntemleri ile tedavi edilmesine ve çoğu olgu Patolojik incelemeye gönderilmemesine rağmen bu oran yüksek görülmektedir. Köpeklerin yaşları 6 ay ile 2 yaş arasında değişiyordu. Çalışma materyalini oluşturan köpeklerin 12 tanesi dişi 8 tanesi erkekti. Bu bulgularda klasik bulgularla uyum göstermiştir.

MMP'ler organogenez, büyüme ve doku dönüşümü sırasında uyum içinde çalışan bir enzim grubudur. MMP'lerin yetişkin dokudan salınımı ve aktivasyonu kısıtlıdır, fakat istenmeyen doku yıkımına neden olan yangısal hastalıklar, tümör gelişimi ve metastaz gibi çeşitli doku patolojilerinde önemli bir yükselme izlenmektedir. Bu çalışmada TVT'lerde MMP-2 ve MMP-7 aktivitesi araştırılmış ve her iki belirtecinde artış gösterdiği saptanmıştır.

MMP'ler invazyon ve metastazda epitelyal mezenkimal değişim aşamasında rol almaktadır. Bu enzimler invazyon boyunca belli bir yerde odaklanırlar (Noe ve ark., 2001; Öncel 2012). Çalışmamızı oluşturan TVT olgularında MMP 2 aktivitesi ile ilgili sadece 1 yeni çalışma bulunmakta MMP-7 aktivitesi bilinmemektedir (Akkoç ve ark., 2017). Bu çalışma TVT'de MMP 2 ve MMP 7 aktivitesinin tümör dokusunda arttığını ve bunun TVT patojenezinde rol oynayabileceğini göstermektedir.

İnsanlarda yapılan çalışmalarda MMP-2 ve MMP-7'nin birçok kanser tipinde arttığı bildirilmiştir (Aksun ve ark., 2001; Gerhards ve ark., 2001; Noe e ark., 2001; Yokoyama ve ark., 2002; Maurel ve ark., 2007; Kuhlmann ve ark., 2007; Öncel 2012). Bizim çalışmamızla MMP-7 aktivitesi ilk kez TVT de incelenmiş ve MMP-2 de daha önceki br çalışma ile paralel şeklide çok belirgin, MMP-7 de ise bölgesel artışlar bulunduğu saptanmıştır.

Köpeklerin transmissible venereal tümörü tüm dünyada artan prevalansa sahip özellikle genç yaşındaki köpeklerde sıklıkla bulaşma gösteren tümöral bir hastalıktır. Sunulan çalışmada TVT teşhisi konan toplam 20 adet köpeğe ait bloklanmış tümör dokusu örneklerinde histopatolojik ve immunohistokimyasal incelemeler yapılarak MMP-2 ve MMP-7 ekspresyonları değerlendirildi. TVT teşhisi konan tümör dokularında her iki markırın da arttığı saptandı.

KAYNAKLAR

- 1) Akkoc A, Nak D, Demirel A, Simsek G (2017): Immunocharacterization of matrix metalloproteinase-2 and matrix metalloproteinase-9 in canine transmissible venereal tumors. *Biotechic and Histochem.*, 2017; 92, 100-106.
- 2) Aksun SA, Özmen D, Bayındır O (2001): Metalloproteinazlar, inhibitörleri ve ilişkili fizyolojik ve patolojik durumlar. *T Klin Tıp Bilim.*, 21,332-342.
- 3) Alexander CM, Selvarajan S, Mudgett J, Werb Z (2001): Stromelysin-1 regulates adipogenesis during mammary gland involution. *J. Cell Biol.*, 152, 693-703.
- 4) Çeşme H, İpek V, Akkoç A, Salcı H (2015): Bir Köpekte Primer İntranazal Transmissible Venereal Tümör (TVT). *Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med.* 34, 85-88.
- 5) Ennis BW, Matrisian LM (1994): Matrix degrading metalloproteinases. *J.Neuro-Oncol.*,18,105-109.
- 6) Erkli H, Ersöz E (2011): Matriks metalloproteinazlar: diş dokuları ve çürük üzerine etkileri. *Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi ve Endodonti Anabilim Dalı, Ankara. Cumhuriyet Dent J.*, 14, 246-257.
- 7) Gerhards S, Jung K, Koenig F, Daniltchenko D, Hauptmann S, Schnorr D, Loening SA (2001): Excretion of matrix metalloproteinases 2 and 9 in urine is associated with a high stage and grade of bladder carcinoma. *Urology* 57, 675-679.
- 8) Gülbahar MY, Hazıroğlu R (1995): Bir köpekte ekstragenital metastazlı transmissible venereal tümör olgusu. *Ankara Üniv. Vet. Fak Derg.* 42, 441-444.
- 9) Gülçubuk A, Gürel A (2003): 1995-2000 yılları arasında İstanbul'da saptanan köpek tümörleri. *İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg.* 29, 83-91.
- 10) Hui Liu, Jing Huang, Benquan Wu, Yuqi Zhou, Jiaxin Zhu, Tiantuo Zhang (2008): Matrilysin inhibits proliferation and modulates sensitivity of lung cancer cells to FasL-mediated apoptosis. *Med. Oncol.*, 25, 419-430.
- 11) Kaya M, Okumuş Z, Doğan E, Yanmaz LE, Çetin EM, Şimşek A (2011): Köpeklerde travmatik üretral fistül, penis nekrozu ve transmissible venereal tümör olgularının skrotal üretrastomi ile sağaltımı. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg* 8, 63-68.
- 12) Kuhlmann KF, Van Till JW, Boormeester MA, de Reuver PR, Tzvetanova ID, Offerhaus GJ, Ten Kate FJ, Busch OR, van Gulik TM, Gouma DJ, Crawford HC (2007): Evaluation of matrix metalloproteinase 7 in plasma and pancreatic juice as a biomarker for pancreatic cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.*, 16, 886-891.
- 13) Maurel J, Nadal C, Garcia-Albeniz X, Gallego R, Carcereny E, Almendro V, Mármol M, Gallardo E, Maria Augé J, Longarón R, Martínez-Fernandez A, Molina R, Castells A, Gascón P (2007): Serum matrix metalloproteinase 7 levels identifies poor prognosis advanced colorectal cancer patients. *Int J Cancer.*, 121, 1066-1071.
- 14) Noe V, Fingleton B, Jacobs K, Crawford HC, Vermeulen S, Steelant W, Bruyneel E, Matrisian LM, Mareel M (2001): Release of an invasion promoter E-cadherin fragment by matrilysin and stromelysin-1. *J Cell Sci.*, 114, 111-118.
- 15) Oğuzsoydu H, Çamlıca H, Duranyıldız D, Sağlam Ek, Taş F, Yasasever V, Dalay N (2006): Matriks metalloproteinazlar ve akciğer kanseri. *Türk Onkol. Derg.*, 21, 53-56.
- 16) Öncel M (2012): Matriks Metalloproteinazlar ve Kanser. *Eur J Basic Med. Sci.*, 2, 91-100.
- 17) Reel B (2006): Matriks metalloproteinaz enzimleri ve ateroskleroz. *Türkiye Klinikleri J Med Sci.* 26, 527-537.

- 18) Sethi CS, Bailey TA, Luthert PJ, Chong NHV (2000): Matrix metalloproteinase biology applied to vitreoretinal disorders. *Br J Ophthalmol.*, 84, 654-664.
- 19) Sönmez G, Özmen Ö (1996): Bursa'da 1988-1996 yılları arasında incelenen köpek tümörleri, *Uludağ Üniv. Vet. Fak. Derg.*,15, 69-76.
- 20) Şenünver A, Türkaslan MT, Berah T, Yeşildere T (1982): İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Doğum ve Jinekoloji Kliniğine 1977-1980 yılları arasında getirilen dişi köpeklerde rastlanan transmissible venereal tümör olguları üzerinde çalışmalar, *İstanbul Üniv Vet Fak Derg.*,8, 69-76.
- 21) Yağcı İp, Kalender H, (2008): Bir erkek köpekte Transmissible Venereal Tümör (TVT) olgusunun vincristine sulphate ile sağaltımı. *Kafkas ÜnivVet Fak Derg.*, 14, 105-108.
- 22) Yokoyama M, Ochi K, Ichimura M, Mizushima T, Shinji T, Koide N, Tsurumi T, Hasuoka H, Harada M (2002): Matrix metalloproteinase-2 in pancreatic juice for diagnosis of pancreatic cancer. *Pancreas*, 24, 344-347.

OKUL DÖNEMİ ÇOCUKLARDA AKUT AĞRIYI GİDERMEDE KULLANILAN NON-FARMAKOLOJİK YÖNTEM: DİSTRAKSİYON

Dr. Öğr. Üyesi Emine BEYAZ¹
Araş. Gör.Dr. Sonay GÖKÇEOĞLU²

ÖZET

Pediyatri kliniklerinde bebekler ve çocuklar, uygulanan tıbbi bakım ve tedaviler nedeniyle sıkça ağrılı girişimlere maruz kalmaktadırlar. Ağrısız yaşam sürdürmek her çocuğun hakkıdır, yaşam kalitesini yükseltmek ise pediatri hemşireliğinin primer amaçlarından biridir. Yapılan çalışmalar, non-farmakolojik yöntemlerin özellikle invaziv girişimlere bağlı ağrıda tek başına etkili olabildiğini, farmakolojik yöntemlerle birlikte kullanıldığında ise ilaçların etkinliğini arttırdığını göstermektedir. Etkili olup kliniklerde çeşitli amaçlarla kullanılabilir, uygun non-farmakolojik ağrı giderme yöntemlerinin belirlenmesi önemlidir. Bu konuda pediatri hemşirelerine büyük rol düşmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akut Ağrı, Çocuk, Distraksiyon, Non-farmakolojik Yöntem

GİRİŞ

Ağrı, Uluslararası Ağrı Araştırma Derneği Taksonomi Komitesi tarafından, vücudun belli bir bölgesinden kaynaklanan, doku hasarına bağlı olan ya da olmayan, deneyimlerden etkilenen ve hoş olmayan biyokimyasal ve duygusal bir durum ya da davranış olarak tanımlanmaktadır.¹⁻⁴ Ağrı subjektif ve bireye özgü bir olgudur.⁵ Fiziksel, duygusal ve sosyal etkileri ile anksiyete, depresyon ve korku vb. ciddi sorunlara neden olan ağrı, zamanında kontrol altına alınıp, yönetilemediğinde uzun vadede davranış problemlerine neden olabilmektedir.^{6,7}

Sağlıklı veya hasta olan çocuklar, bebeklik döneminden itibaren⁸ rutin kontrolleri sırasında, kan alma, aşı uygulamaları, arterial ve venöz girişimler gibi ağrılı işlemler ile sıkça karşılaşırken; travma, akut yaralanmalar, biyopsiler, cerrahi girişim, akut başlangıçlı hastalıklar gibi daha ağrılı, stresli girişimlere de maruz kalabilmektedir.⁹⁻¹¹ Ortaya çıkan ağrı çocuğun ortalama ağrı deneyiminin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Özellikle de iğnelerin kullanıldığı invaziv prosedürler, pediyatrik hastalarda oluşan anksiyete ve ağrı; ayrıca ebeveynler ve sağlık personeli için de üzücü olabilmektedir.¹²

Ağrının Yönetimi

Ağrının kontrol altına alınması bireyin rahatlaması, yaşam kalitesinin yükseltilmesi, komplikasyonların azaltılması ve hastanede yatış süresinin kısaltılması açısından önemlidir.¹³⁻¹⁵ Çocuklarda etkili ağrı kontrolü, sağlık profesyonellerinin işbirliğini gerektirir. Ağrıyı kontrol etmede farmakolojik ve non-farmakolojik yöntemlerden yararlanır. İki yöntemin aynı anda kullanılması etkinliği arttırmaktadır.⁵

Farmakolojik ağrı tedavi yöntemleri

Ağrı kontrolünde analjezik tedavisi, çabuk etki göstermesi ve kolay uygulanabilir olması nedeniyle en sık kullanılan yöntem ilaç tedavisidir. Verilen ilaç dozunun, çocuğun vücut ağırlığı ve/veya yüzey alanı hesaplanarak güvenli doz aralığında olması önemlidir. İlacın uygulama yolu ve verilme süresi belirlenmelidir. İM ve SC uygulamalar, enjeksiyon sırasında ağrı ve strese neden olacağından mümkün olduğunca ilacı verilirken oral yol tercih edilmelidir.⁵

Ayrıca, analjeziklerin bilinçsiz ve sık kullanılması birey ve ülke ekonomisini olumsuz etkilemekte ve özellikle narkotiklerin kullanıldığı durumlarda her defasında dozun artırılması halinde tolerans

¹ Muş Alparslan Üniversitesi, emine.egokceoglu@gmail.com

² Harran Üniversitesi, sonay.gokceoglu@gmail.com

gelişme gibi riskler de bulunmaktadır¹⁶⁻¹⁸ Ağrı kontrolünde kullanılan farmakolojik ajanlar arasında, lokal anestezipler, opioid analjezikler ve non-opioid analjezikler sayılabilir.⁵

1. Non-opioid analjezikler: Bu gruptaki ilaçların analjezik etkileri opioid analjeziklerden daha zayıftır. Bu grup ilaçların önemli bir kısmı; analjezik, antipiretik, anti-inflamatuvar etkileri bulunmaktadır. Sıklıkla hafif ağrılarda tek başına kullanıldığı gibi orta ve şiddetli ağrılarda opioidlerle birlikte kullanılır. Parasetamol, aspirin, non-steroid anti-inflamatuvarlar bu gruptadır.^{3,5,19,20} Opiodlerle birlikte non-opioid analjezikler kullanıldığında ilaçların analjezik etkisini artırır, kombine ilaç kullanımı ise ilaçların yan etkisini azaltır. Non-opioid analjezikler, çocuklarda tolerans ya da bağımlılık görülmez. Non-opioid analjezikler, önerilen dozdan fazla verilmesi halinde ağrı kontrolü üzerine etkisi yoktur. Non-opioid analjeziklerin fazla dozda alınmasına bağlı yan etkilerde artış görülür. Kanama riski olan bebeklerde ve çocuklarda non-steroidal anti-inflamatuvar analjeziklerin kullanımından kaçınılmalıdır.⁵

2. Opioid analjezikler: Klinik olarak hafif ve orta şiddetli ağrılarda kullanılan zayıf etkililer ve şiddetli ağrılarda kullanılan güçlü etkililer olarak ikiye ayrılarak incelenebilir. Bu gruptaki ilaçlar, güçlü bir analjezik etki ile birlikte, santral sinir sistemi üzerinde depresyon, az veya çok tolerans ve bağımlılık yapma özelliklerine sahiptir. Morfin, meperidine, methadone, fentanil, kodein, hidromorfon bu grupta yer alan ilaçlardır.^{3,19,20}

3. Lokal Anestezi İlaçlar: Atravmatik bakım sağlayabilmek için kullanılmaktadır. Venöz girişimler, intravenöz port girişimi, lomber ponksiyon gibi ağrılı girişimlerden önce kullanılırlar.⁵ Lokal anestezipler, reversibl olarak, sinir lifi membranında elektrofizyolojik aktiviteyi etkileyerek iletiyi engellemektedir. Böylece, tüm duyuşal, motor ve otonomik sinir lifleri boyunca iletiyi durdurur. Temel olarak, ağrılı uyarıların periferden santral sinir sistemine iletimini geçici olarak kesmek için kullanılır.²¹

Non-farmakolojik ağrı tedavi yöntemleri

Analjeziklerle birlikte kullanıldığında ilaçların etkinliğini arttıran, analjezikler dışında kullanıldığında vücudumuzun doğal morfini, endorfin salınımını sağlayarak ağrının ortadan kaldırılmasını sağlayan ilaç dışı uygulamaların tümüne non-farmakolojik tedavi yöntemi denir.²² Amaç, analjeziklerin kullanım oranının azaltılması, hastanın ağrı sorununun olabildiğince giderilerek yaşam kalitesinin yükseltmektir. Bu yöntemlerin birey tarafından kolaylıkla uygulanabilir olması, analjezikler gibi yan etkilerinin olmaması ve bireye ekonomik yük getirmemesi gibi avantajları vardır.²³⁻²⁵ Yapılan birçok çalışma farmakolojik olmayan yöntemlerin gerek yalnız başlarına gerekse farmakolojik yöntemlerle birlikte uygulanmasının ağrının giderilmesinde ya da şiddetinin azaltılmasında etkili olduğunu ortaya koymaktadır.²⁵

Bu amaçla, bebekler ve daha büyük çocuklarda ağrı kontrolünde çok sayıda non-farmakolojik yöntem kullanılmaktadır. Özellikle yenidoğan ve bebeklerde emzik, anne sütü, kanguru bakım, şükroz solüsyonu vb. uygulanabilirken, daha büyük çocuklarda girişimsel işlemlerde yaygın olarak kullanılan non-farmakolojik ağrı giderme yöntemleri geniş bir yelpazeye sahiptir.⁵ Bunlar;

1. Periferik teknikler (terapötik dokunma, TENS, mentol uygulama, masaj uygulanması, sıcak ve soğuk uygulama, vibrasyon vb.),
2. Bilişsel-davranışsal teknikler: müzik dinletme, gevşeme, hayal kurma, dikkati başka yöne dağıtma (distraksiyon) gibi non farmakolojik yöntemler hemşirelerce bağımsız uygulanabildiğinden oldukça avantajlıdır.^{4,26-29}

Bu iki yöntemin dışında kalan diğer teknikler (akapunktur, plasebo uygulaması, cerrahi tedavi gibi) olarak sınıflanabilir.²⁴

Distraksiyon

En fazla kullanılan bilişsel ve davranışsal yöntemlerdendir. Amaç, dikkatin ağrı dışındaki bir uyarana yoğunlaştırılarak ağrı toleransını arttırmak ve ağrı duyarlılığını azaltmaktır. Ağrı tamamen ortadan kalkmaz. Hastanın ağrı eşiğini yükseltir. Dikkati başka yöne çekme yöntemi hastanın hoşlandığı şeylere dikkatini vermesini sağlayarak ağrı üzerinde kontrol hissi sağlar.³⁰

Çocuklarda akut ağrı yönetiminde kullanılabilir non-farmakolojik girişimler oldukça geniş ve çeşitlidir. Literatürde hipnoz, müzik, filmler ve sanal gerçeklik (VR) oyunları ve dijital oyunlar ile ilişkili teknolojiler, objelere sayma, hayal kurma, ritmik solunum, öykü anlatma, puzzle, resim yapma, şiir okuma, oyun, dijital oyun vb. psikolojik ve dikkat dağıtma tekniklerine yer verilmiştir.^{5,30,31} Literatürde, küçük örneklemle yapılan kısıtlı çalışmalarda dijital oyunların çocukların ağrılarını azalttığı bulunmuştur. Özellikle çocuk yanık hastalarının pansuman değişimi sırasında uygulanan sanal gerçeklik oyunları, dijital oyunlar ve video oyunların çocuğun dikkatini başka yöne çekerek ağrılarını etkin bir şekilde azalttığı belirlenmiştir.^{32,34}

Distraksiyon ağrı yönetimi için basit ve uygun maliyetli olan bir strateji olup, çocuğun yaşı, mizacı, ilgi alanından etkilenmektedir.^{35,36} Bebekler ve küçük çocuklarda dikkati başka yöne çekmek için somut objelere ihtiyaç varken, daha büyük çocuklarda oyuna konsantre olmaları yeterlidir.⁵ Dikkati başka yöne çekme yöntemleri ilgi çekici olmalıdır, birden fazla duyuya hitap etmelidir (işitme-görme-dokunma vb.). Dikkati başka yöne çekme yöntemleri yorucu olduğundan iki saatten fazla uygulanmamalıdır. Uygulama sırasında ağrı şiddetlenirse karışık yöntemler azaltılmalıdır. Dikkati başka yöne çekme yöntemi akut ve kronik ağrılarda kısa süreli olarak kullanılabilir.^{30,31}

Non-Farmakolojik Ağrı Yönetiminde Hemşirenin Rolü

Hemşireler, çocukların psiko-duygusal gelişimlerinde önemli rol oynamaktadırlar. Klinik uygulama öncesi, gelişimsel yaşa uygun bilgi ve non-farmakolojik bir müdahalede bulunarak çocukların anksiyete ve ağrı hissetmelerini önleyebilmektedir. Non-farmakolojik yöntemler; çocuğun ağrı verici girişimlere başa çıkmalarında ve bu girişimlerin olumsuz etkilerinden korunmayı kolaylaştırmaktadır.³⁷ Ayrıca, farmakolojik tedaviye ek olarak tek başına veya tamamlayıcı non-farmakolojik yöntemler uygun stratejiler olarak kabul edilmiştir.³⁸ Non-farmakolojik yöntemler, çocukların ve ebeveynlerin ağrı kontrolü esnasında sorumluluk olarak kaygılarını azaltmaktadır.⁵ Non-farmakolojik bir ağrı kontrolü yönteminin benimsenmesi, çocuklar ve ebeveynler arasında artan bir uyum düzeyi ve hemşirelerin çocuk bakımına aktif katılımını sağlamanın etkili ve kolay bir yoludur.³⁹

Çocuğun yaşı, gelişimsel düzeyi, davranışsal özellikleri ve ilgi alanı esas alınarak non-farmakolojik yöntem seçimi yapılmalıdır.⁴⁰ Okul dönemi çocuklar, hastalık ve ağrı gibi kavramları yeterince ifade edebilmekte ve sağlık çalışanları ile iletişim kurabilmektedirler. Ancak, özellikle okul dönemi çocuklarında, bilişsel olarak gelişmede hâlen sınırlamalar bulunmaktadır. Bu yüzden, bu evreleri ve bağlantılı olarak evre özelliklerinin ağrı ifade süreçlerine olan etkilerini anlamak önemlidir.⁴¹ Non-farmakolojik yöntemler çocuğun yanı sıra aileye de öğretilmeli ve bunları kullanmaları için onlara yardımcı olunmalıdır.⁴²

KAYNAKLAR

- 1) Derebent E, Yiğit R. Yenidoğanda Ağrı: Değerlendirme ve Yönetim. C.Ü. Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi,10:41-8, 2006.
- 2) Demir Y. Göğüs Tüpü Çıkarma İşlemi Sırasında Yapılan Soğuk Uygulamanın Ağrı ve Anksiyete Üzerine Etkisi. Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hemşirelik Programı yayımlanmamış Doktora Tezi 2008, İzmir.
- 3) Özyalçın NS. Ağrı nörofizyolojisi çocuklarda ağrı algılamasının gelişimi. İçinde:Yücel A, Özyalçın NS, editörler. Çocukluk Çağında Ağrı, Nobel Tıp Kitabevi,17-30, 2002.

- 4) Okan F, Çoban A, İnce Z, Can G. Preterm yenidoğanlarda analjezi: sükröz ve glüközün karşılaştırmalı etkileri. *Çocuk Derg*, 28–35, 2007.
- 5) Conk Z, Başbakkal Z, Yılmaz H, Bolışık B. *Pediatric Hemşireliği*, 1. Baskı, Ankara, Akademisyen Tıp Kitabevi, 2013.
- 6) Sağkal T, Eşer E, Uyar M. The effect of reiki touch therapy on pain and anxiety. *Spatula DD*, 3: 141-146, 2013.
- 7) Asadi-Noghabi F, Tavassoli-Farahi M, Yousefi H, Sadeghi T. Neonate pain management: what do nurses really know? *Global Journal of Health Science*, 6: 284-293, 2014.
- 8) Stevens BJ, Abbott LK, Yamada J, Harrison D, Stinson J, Taddio A, Barwick M, Latimer M, Scott SD, Rashotte J, Campbell F, Finley GA, CIHR Team in Children's Pain. Epidemiology and management of painful procedures in children in Canadian hospitals. *CMAJ*, 83: 403-410, 2011.
- 9) Arts SE, Abu-Saad HH, Champion GD, Crawford MR, Juniper KH, Ziegler JB, Fisher RJ. Age-related response to lidocaine-prilocaine (EMLA) emulsion and effect of music distraction on the pain of intravenous cannulation. *Pediatrics*, 93: 797-801, 199
- 10) Uman LS, Birnie KA, Noel M, Parker JA, Chambers CT, McGrath PJ, Kisely SR. *Cochrane Database Systematic Reviews*, 2013: 10.
- 11) Young DK. Pediatric procedural pain. *Annals of Emergency Medicine*, 245: 160-171, 2005.
- 12) Ellis JA, Sharp D, Newhook K, Cohen J. Selling comfort: A survey of interventions for needle procedures in a pediatric hospital. *Pain Manag Nurs*, 5(4): 144-52, 2004.
- 13) Erdine S. Ağrı. İstanbul: Nobel Tıp Kitap Evleri; Alemdar Ofset; 2000.
- 14) Yentür EA. Ağrı ve yaşam kalitesi. 2. Sağlıkta yaşam kalitesi kongresi, İzmir, 2007.
- 15) Özyuvacı E, Altan A, Yücel A. Postoperatif ağrı tedavisi. *Sendrom*, 15 (8): 83-92, 2003.
- 16) Nester TM, Hale LS. Effectiveness of pharmacist acquired medication history in promoting patient safety. *Am J Health Syst Pharm*, 59: 2221-2225, 2002.
- 17) Arslan S, Çelebioğlu A. Postoperatif ağrı yönetimi ve alternatif uygulamalar. 10. Uluslararası İnsanbilimleri Dergisi, 1-7, 2004.
- 18) Eti Aslan F. Ağrıya ilişkin yanılgılar ve gerçekler. *Sendrom*, 14 (4): 94-98, 2002.
- 19) Emir S, Cin Ş. Çocuklarda Ağrı: Değerlendirme ve Yaklaşım. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası, 57: 153–60, 2004.
- 20) Aşık İ. Ağrının Nörofizyolojisi. İçinde: Tüzüner F, editör. *Anestezi - Yoğun Bakım-Ağrı*. Ankara: Nobel Basım; 1513–1518, 2010.
- 21) Duman EN. Lokal Anestezikler. İçinde: Yücel A, Özyalçın NS. *Çocukluk Çağında Ağrı*. Nobel Tıp Kitabevi; 254–61, 2002.
- 22) Dinçer Ş, Yurtçu M, Günel E. Yenidoğanlarda Ağrı ve -jik Tedavi. *Selçuk Üniversitesi Tıp Dergisi*, 27:46–51.
- 23) Adams DP, Melissa L, Gary J, Arminio DP. Non-Pharmacologic pain management intervention. *Clin Podiatr Med Surg*, 25: 409-429, 2008.
- 24) Uçan Ö, Ovayolu N. Kanser ağrısının kontrolünde kullanılan nonfarmakolojik yöntemler. *Fırat Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 2(4): 123-133, 2007.
- 25) Özveren H. Ağrı Kontrolünde Farmakolojik Olmayan Yöntemler, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Dergisi, 83-92, 2011.
- 26) Wentz S. Nonpharmacologic pediatric pain management in emergency departments: a systematic review of the literature. *J Emerg Nurs*, 39(2): 140-50, 2013.
- 27) Shah V, Taddio A, Rieder MJ; HELPinKIDS Team. Effectiveness and tolerability of pharmacologic and combined interventions for reducing injection pain during routine childhood immunizations: systematic review and meta-analyses. *Clin Ther*, 31 Suppl 2:S104–51, 2009.
- 28) Taddio A, Ilersich A. L, Ipp M, Kikuta A, Shah V; HELPinKIDS Team. Physical interventions and injection techniques for reducing injection pain during routine childhood immunizations:

- systematic review of randomized controlled trials and quasi-randomized controlled trials. *Clin Ther*, 31 Suppl 2:S48–76, 2009.
- 29) Nilsson S, Enskär K, Hallqvist C, Kokinsky E. Active and passive distraction in children undergoing wound dressings. *J Pediatr Nurs*, 28(2): 158-66,2013.
 - 30) Kocaman G. Ağrı-hemşirelik yaklaşımları. İzmir: Saray Medikal Yayıncılık; 1994.
 - 31) Kozier B, Berman A, Snyder S, Erb G. Fundamentals of nursing concepts, process and practice. 8nd Edition. New Jersey: Prentice Hall; 2008.
 - 32) Miller K, Rodger S, Bucolo S, Greer R, Kimble RM. Multi-modal distraction. Using technology to combat pain in young children with burn injuries. *Burns*, 36(5): 647-58, 2010.
 - 33) Kipping B, Rodger S, Miller K, Kimble RM. Virtual reality for acute pain reduction in adolescents undergoing burn wound care: a prospective randomized controlled trial. *Burns*, 38(5): 650-7, 2012.
 - 34) Mott J, Bucolo S, Cuttle L, Mill J, Hilder M, Miller K, et al. The efficacy of an augmented virtual reality system to alleviate pain in children undergoing burns dressing changes: A randomised controlled trial. *Burns*, 34(6): 803-8, 2008.
 - 35) Dahlquist LM1, Busby SM, Slifer KJ, Tucker CL, Eischen S, Hilley L, Sulc W. Distraction for children of different ages who undergo repeated needle sticks. *J Pediatr Oncol Nurs*, 19(1):22-34, 2002.
 - 36) Cohen LL, MacLaren JE, Fortson BL, Friedman A, DeMore M, Lim CS, Shelton E, Gangaram B. Randomized clinical trial of distraction for infant immunization pain. *Pain*, 125(1-2):165-71, 2006.
 - 37) Lim C. Comparison of high and low distraction interventions for pediatric procedural pain. (psychology Thesis) Georgia State University.
 - 38) Güdücü Tüfekçi F, Çelebioğlu A, Küçükoğlu S. Turkish children loved distraction: using kaleidoscope to reduce perceived pain during venipuncture. *Journal of Clinical Nursing*, 18: 2180–2186, 2009.
 - 39) Bergomi P, Scudeller L, Pintaldi S, Dal Molin A. Efficacy of Non-pharmacological Methods of Pain Management in Children Undergoing Venipuncture in a Pediatric Outpatient Clinic: A Randomized Controlled Trial of Audiovisual Distraction and External Cold and Vibration. *J Pediatr Nurs*, 42:66-72, 2018.
 - 40) Conlon MP. Assessment of pain in the paediatric patient. *Paediatrics and Child Health*, 19: 85-87, 2009.
 - 41) Malviya S, Voepel-Lewis T, Burke C, Merkel S, Tait AR. The revised FLACC observational pain tool: improved reliability and validity for pain assessment in children with cognitive impairment. *Pediatric Anesthesia*, 16: 258–265, 2006.
 - 42) Eti Aslan F. *Ağrı Doğası ve Kontrolü*, 1. Basım. Avrupa Tıp Kitapçılık, İstanbul, 2006.

PEDİATRİ ACİL SERVİSLERDE ÇOCUK İSTİSMAR VE İHMALİ

Dr. Öğr. Üyesi Emine BEYAZ¹
Araş. Gör. Dr. Sonay GÖKÇEOĞLU²

ÖZET

İstismar ve ihmal; çocuğun sağlığını ve gelecekteki yaşamını tehlikeye atarak davranış bozukluklarına yol açan durumlardır. çeşitli durumlar çocuğun istismara uğrama riskini arttırmaktadır. İstismar edilen çocuklar farklı sebeplerle öncelikle çocuk acil servislerine başvurduklarında tanı için; şüphelenme, tanıyı doğrulayıcı ayrıntılı anamnez, fizik muayene, laboratuvar tetkikleri, doku ve organ hasarlarını tespit etmede görüntüleme yöntemleri, adli yönden tüm lezyonların fotoğraflanması gerekmektedir. Çocuk ihmal ve istismarı ile mücadelede multidisipliner ekip yaklaşımı gereklidir. Hemşireler; çocuk ve aileyi daha uzun süre gözlemlemeleri bakımından istismar ve ihmal olgularını belirlemede anahtar konumdadır. Sağlık profesyonelleri uygulayacakları prosedür hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Hastanelerde istismarı önleme ve tedaviye yönelik ‘çocuk koruma ekipleri’ oluşturulmalı, Sosyal Hizmetler ve Çocuk Esirgeme Kurumu (SHÇEK), adli kurumlarla işbirliği yapılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Çocuk, Çocuk Acil, İhmal, İstismar.

GİRİŞ**Çocuk İstismarı ve İhmalinin Tanımı**

Literatürde çocuk kavramı üzerine pek çok tanımlamalar ile karşılaşmaktadır. Çocuk koruma kanununun yaptığı tanıma göre; daha erken yaşta ergin olsa bile, 18 yaşını doldurmamış kişiye çocuk denir.¹ Çocuk Hakları Sözleşmesi (ÇHS) ise çocukları korunması gereken varlıklar değil; özel hakları olan, “bedensel ve zihinsel şiddetin her türünden” sakınılması gereken bireyler olarak ele almaktadır.²

Çocuk istismarı ve ihmal (Çİİ) kavramı genel olarak; çocuğun sağlığından ve korunmasından sorumlu olan anne-babanın veya yakın dereceden olan kişilerin giriştiği veya girişmeyi ihmal ettiği eylemler sonucunda, çocukların duygusal, zihinsel, cinsel ve sosyal gelişimleri engellenecek şekilde zarar görmesi, sağlık ve güvenliklerinin tehlikeye girmesidir.³⁻⁶

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ); bir yetişkin, toplum ya da devlet tarafından bilerek ya da bilmeyerek çocuğun sağlığını, fiziksel ve psikososyal gelişimini olumsuz etkileyen tüm uygulama ve davranışları Çİİ olarak kabul etmektedir.^{7,8}

Çocuğun sağlığını ve gelecekteki yaşamı olmak üzere ailesini, ve tüm toplumu olumsuz etkileyen davranış bozukluklarına yol açan önemli bir halk sağlık sorunudur.^{9,10} Yıkıcı sonuçları ile sonraki nesiller için bile kalıcı sorunlar doğurmaktadır.¹¹ İstismar davranışının, mutlaka çocuk tarafından algılanması ya da erişkin tarafından bilinçli olarak yapılması şart değildir.¹²

İstismarı ve İhmalinin Tarihçesi

Tarihin başlangıcından itibaren çeşitli kaynaklarda rastlanmış olmakla beraber çocuk istismarı kavramı ilk kez 1700’ lü yıllarda bir avukatın, hapse giren kişilerin kaçının çocuklara karşı işlenmiş suçlar nedeniyle ceza aldığını merak etmesi sonucunda ortaya atılmıştır.¹³⁻¹⁵

Çocuk istismarı Tıp literatüründe ilk kez Ambres Tardieu’ nun 1860 yılında Paris Tıp Akademisi’nde çocukların cinsel ve fiziksel istismarı hakkında bilgi vermesi ile yer almıştır.^{1,16} 1946 yılında Caffey adındaki bir radyolog, çocuklarda subdural hematoma uzun kemiklerde

¹ Muş Alparslan Üniversitesi, emine.egokceoglu@gmail.com

² Harran Üniversitesi, sonay.gokceoglu@gmail.com

kırıklar ile beraber görüldüğü “Caffey Sendromu” nu tanımlanmıştır. 1962 yılında çocuk hekimi C. Henry Kambe ve arkadaşları ise “dövülmüş (hırpalanmış) çocuk sendromu” tanımlamasını kullanmışlardır.¹⁷ Garbarino ve Gilliam 1980 yılında çocuğa karşı yapılan uygunsuz ve zarar verici davranışların özellikle uzmanlar tarafından tespit edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.¹⁶

İlk çocuk istismarı olgusu, kayıtlara 1874 yılında Amerika Birleşik Devletler’ inde sekiz yaşındaki bir kız çocuğuna üvey annesinin uyguladığı fiziksel istismar olarak geçmiştir.¹⁸ Olay mahkemeye taşınmış ve olayın faili anne, 1 yıl hapis cezasına çarptırılmıştır. Davanın avukatı Gerry tarafından ilk çocuk koruma derneği kurulmuştur.¹⁹ Türkiye’ de bu amaçla ilk olarak 1921 yılında, Kurtuluş Savaşı’ nda yetim kalan çocukları korumak ve yetiştirmek amacıyla Himaye-i Etfal Cemiyeti kurulmuştur. 5 Mayıs 1991’ de Resmi Gazete’de yayınlanan kararla bu cemiyet feshedilmiş, görevleri Sağlık ve Sosyal Yardım Bakanlığına devredilerek 1991 yılında Başbakanlığa bağlanmıştır.²⁰ 29 Haziran 2011’ de ise bu kurumun yerine Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı kurulmuştur.²¹

Dünya’da ve Türkiye’de Çocuğa Yönelik İstismarın Yaygınlık Düzeyi

Çocuk ihmal ve istismarı, insanlık tarihi kadar eski olmasına rağmen dünyada sorun olarak algılanması ve buna yönelik çalışmaların yapılması en fazla 100 yıllık bir süreyi almıştır. DSÖ, dünyada her yıl tahminen 41 bin çocuğun istismar nedeniyle öldüğünü belirtmektedir.¹⁰ UNICEF’ in verilerine (2015) göre Dünya’ da 700 milyondan fazla kız çocuğu 18 yaşından önce evlendirilmektedir. Bu sayının 1/3’ü, yani yaklaşık olarak 250 milyonu, 15 yaşından önce evlenmiş olan kız çocuklarıdır. UNICEF raporlarına göre, her yıl 70,000 kız çocuğu hamile kalmakta; birçoğu gebelik sürecinde ve doğum sırasında hayatlarını kaybetmektedir.²² DSÖ, 2011- 2020 yılları arasında 140 milyondan fazla kız çocuğunun evlendirileceğini ve bunların da 50 milyonunun 15 yaşın altında olacağını ön görmektedir.²³

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de Çocuk ihmal ve itismarı ciddi boyutta yaralanmalara, sakatlıklara hatta ölümlere yol açması ve tıbbi, hukuki, sosyal yönleri olması yönüyle önemli bir sorundur.¹⁸ Ülkemizde; çocuğa kötü davranma ve ihmalin çoğunlukla kötü bir davranış olarak değerlendirilmesi, bu alan ile ilgili yeterli çalışmanın bulunmaması, var olan çalışmaların oldukça yeni olması, tanı koyma sırasında yaşanan güçlükler, inkarlar, vakaların gizli tutulması, bilgi ve deneyim eksikliği gibi nedenlerle karşılaşılan olgulara yeterince önem verilememektedir.^{11,24,25}

Türkiye’ de çocuk istismarı görülme sıklığı %10-53 aralığında, dünyada ise bu düzey %1-10 civarındadır.^{9,26} UNICEF (2015)’ in raporuna göre Türkiye’ de her geçen yıl çocuk istismarı sayısı artış göstermektedir.²² Şiddeti Önleme ve Rehabilitasyon Derneği’ nin 2016 Yılı Çocuk İstismarına Yönelik Rapor’ unda da son 10 yıl içerisinde ülkemizdeki çocuk istismarı vakalarının yüzde 700 arttığı belirtilmektedir.²⁷ Türkiye’ de 15-24 yaş aralığında bulunan gençlerin %25,4’ü yaşamının herhangi bir döneminde fiziksel şiddete, %9,5’i cinsel şiddete, %28,1’i ise hem fiziksel hem de cinsel şiddete maruz kalmıştır.²⁸ DSÖ ve Ankara Üniversitesi’ nin hazırladığı Türkiye’ de Üniversite Öğrencilerinde Çocukluk Çağı Olumsuz Yaşam Deneyimleri Araştırması Rapor’ una (2016) göre erkeklerin %8,7’ si; kadınların ise %7,2’ si çocukluk dönemlerinde cinsel tacize uğramıştır.²³ TÜİK (2015) verilerinde Türkiye’ de çocuk yaşta evlendirilen kız çocuklarının düzeyi tüm evlenmelerin %28,0 ila %35,0’ ını oluşturmaktadır.²⁸

Çocuk istismarı; istismarın ve istismarcının gizli tutulması, olayın tekrarlanabilir nitelikte olması, bireyin yaşamında uzun süreli etkilere yol açması nedeniyle tanı alması ve tedavi edilmesi en zor travma şeklidir.²⁹ Bu nedenle, öncelikle çocuk hasta ile uğraşan sağlık çalışanlarının konu ile ilgili duyarlı olması ve olası ihtimalleri göz ardı etmemesi önemlidir.³

Çocuğun İstismara Uğramasında Çocuk, Ebeveyn ve Aileye İlişkin Bazı Risk Faktörleri

- ✓ Çocuğa ait faktörler: Küçük yaş, kız cinsiyet, düşük doğum ağırlığı, fiziksel ve zihinsel özürlü, hiperaktivite, doğum travması varlığı, ikiz olma, preterm bebekler, kronik hastalığı varlığı^{9,23,30}
- ✓ Ebeveynlere ait faktörler: Küçük yaşta olma, psikolojik sorunların bulunması, geçmişlerindeki istismar ve şiddet maruz kalma öyküsü, tek ebeveyn/üvey anne-baba, alkol ve madde bağımlılığı, kişisel ve davranışsal özellikler³⁰
- ✓ Aileye ait faktörler: Aile yapısı ve büyüklüğü, aile bireylerinde görülen sağlık sorunları, evde şiddet öyküsü, ailenin stresli ortamda yaşamını sürdürmesi, düşük gelir düzeyi, aile içi rollerin değişimi, ailede iş değişikliği, eğitimsizlik, istenmeyen gebelik, gayrimeşru çocuk vb. durumlar istismar ve ihmal ile karşılaşılma riskini arttırmaktadır.^{4,17,31} Bunun yanısıra adalet sisteminin yetersiz işleyişi, sosyal yardım sistemlerinin eksikliği/yokluğu, toplumsal cinsiyet değerleri, çocuk ve aile politikalarının yetersizliği, kültürel değer yargıları, koruyucu sağlık hizmetlerinin yetersizliğinin ihmal ve istismar vakalarının üzerindeki etkisi gözardı edilmemelidir.³⁰

Çocuk İstismar ve İhmal Tipleri

Çocuk istismarı; fiziksel istismar, duygusal istismar ve cinsel istismar olarak üç temel grupta incelenmektedir.³² İhmal ise fiziksel, eğitimsel, besinsel ve tıbbi boyutlarda ele alınabilir.^{3,4,6,36}

- ✓ Fiziksel istismar: Çocuğun; dayak atma, yakma, sarsma, kaynar suyla haşlanma vb. fiziksel şiddet içeren kaza dışı olaylar sonucunda yaralanmasıdır.³
- ✓ Cinsel istismar: Çocuğun; bir yetişkin veya yaşça kendisinden büyük bir birey tarafından, ne anlama geldiğini kavrayamadığı, gelişimsel olarak hazır olmadığı, onay veremeyeceği, kanunlara ve toplumun kültürel değerlerine aykırı, cinsel doyum sağlama amaçlı eylemlere maruz kalmasıdır. Kısaca çocuğun, bir yetişkinin ya da kendinden büyük bir kişinin cinsel doyum aracı olarak kullanılmasıdır.³
- ✓ Duygusal istismar: Çocuğun ruh sağlığını ve gelişimini bozan, reddetme, aşağılama, tehdit etme, suçlama vb. sözel veya fiili davranışlara maruz bırakılmasıdır. Duygusal istismar, diğer istismar türleri ile beraber görülmektedir.³
- ✓ Çocuk ihmal: Çocuğun beslenme, sağlık, barınma, giyim, eğitim, korunma, sevgi gibi temel gereksinimlerinin, bakımını üstlenen kişilerce karşılanamamasıdır.³⁰

Sıklıkla karıştırılan Çİİ kavramlarının ayırıcı noktası; istismarın aktif, ihmalin ise pasif davranışlardan oluşmasıdır. Bir olayın istismar olarak tanımlanması için olayın tekrar etmesi, kasıtlı olması, çocuğun fiziksel, zihinsel, sosyal gelişimini ve sağlığını olumsuz etkilemesi gerekmektedir.⁹

Fiziksel İstismar

Ebeveynlerin veya çocuğa bakmakla yükümlü olan yetişkinlerin, çocuğun bedenine zarar verecek şekilde davranmasıdır. Fiziksel istismar; çocukta açıklanamayan yara, yanık ve darbe şeklinde gözlenmektedir.^{33,34} Çocuklar en sık fiziksel şiddete ev ve okulda maruz kalmaktadır. Şiddetin uygulanmasında iki temel neden vardır. Birincisi; şiddetin terbiye aracı olarak görülmesi; ikincisi ise ağır yaşam yükü altında ezilen sıkıntı ve kaygı düzeyleri yüksek ailelerin öfke kontrolünü yönetememesidir. Fiziksel istismar riskini artıran etmenler; ekonomik sıkıntılar, işsizlik, çocuk sayısının çok olması, aile içi geçimsizlik ve şiddet, ebeveynlerdeki psikiyatrik rahatsızlıklar, alkol ya da ilaç-madde bağımlılığı, anne-babanın yaşının küçük olması, tek ebeveynlik, üvey ebeveyn, sosyal destek eksikliği, çocuğun fiziksel ya da zihinsel engelli olması, sürekli bakım gerektiren süregen hastalığın olması ve çocuğun hiperaktif olmasıdır.¹

Fiziksel istismara uğrayan çocuklarda; öfke hali, saldırgan veya aşırı çekingen-korku dolu davranış, kaygı, bağımlılık, uyum sorunları, düşük özsaygı, yeme bozuklukları, depresyon, uyku bozuklukları, belli kişiden korkma, hiperaktivite, dikkatsizlik, öğrenme bozuklukları, okul

başarısında düşme, ağrı şikayeteleri, evden kaçma, sosyal ilişkilerde bozukluk, kendine zarar verme gibi sorunlar görülebilir.^{3,23}

Klinik Seyri

Fiziksel şiddet hafif olduğunda iz bırakmazken; daha şiddetli olduğu durumlarda özellikle sırt, karın, bacak iç yüzleri gibi korunaklı bölgelerde, göz çevresi ve genital bölgeler gibi derinin gevşek olduğu alanlarda çoklu ekimozlar, çatal, bıçak, kırbaç gibi bir şekli andıran yaralar, ısırık izleri, eldiven, çorap tarzında keskin sınırları olan ekstemite yanıkları, gluteal yanıklar, sigara yanıkları, çatal, kaşık gibi yemek araçlarıyla ya da biberonla zorla beslenme sırasında oluşan ağız ve diş yaralanmaları, göz, kafa travmaları, iskelet sistemi, iç organ yaralanmaları (en sık karın, karaciğer duodenum ve jejunum hasarları vb.) ile karşılaşılmaktadır. Birçok tıbbi hastalığın tersine bu durumlarda aileden alınan öykü gerçeği yansıtmaz. Öykü genellikle kaza öyküsüdür ve bazen yaralanmanın şiddeti ile uyumlu olabilmektedir. Ancak her travma olgusunda istismar olasılığı göz önünde tutularak değerlendirme yapılmalıdır.³

Ayırıcı Tanı

Fiziksel istismar bulgularının ayırıcı tanısında en başta, diğer nedenlere bağlı yaralanmalar gelmektedir. Olaya yaklaşımda öncelikle; yaralanmaların istismara, ihmale ya da kazaya mı bağlı olduğunun ayırt edilmesi gerekmektedir. Bu noktada sağlık personellerinin konumu oldukça önemlidir. Bu ayırım yapılırken;

- ✓ Çocuğun tedavi için başvurduğu zaman ile olayın meydana geldiği an arasındaki sürenin uzunluğu
- ✓ Kaza hakkında anlatılan öykünün çelişkili ifadeler içermesi
- ✓ Kaza öyküsünün çocuğun gelişim düzeyiyle ya da fiziksel bulgularıyla uyumlu olmaması
- ✓ Hafif bir kaza öyküsünün ardından çocuğun vücudunda çoğul kırıklar, yaralanmalar vb. ağır bulgular görülmesi
- ✓ Çocuğun öykü verirken sürekli birilerini suçlaması
- ✓ Yaralanmaların özellikle korunaklı bölgelerde görülmesi, çok sayıda ekimoz, bir şekli andıran yaralar, ısırık izleri, keskin sınırlı yanıklar, sigara yanıkları, çoğul kırıklar şeklinde olması hekim ve hemşireyi kuşkulandırmalıdır.³

Yaklaşım

İstismar edilen çocuklar farklı sebeplerle öncelikle çocuk acil servislerine başvurduklarında tanı için; şüphelenme, tanıyı doğrulayıcı ayrıntılı anamnez alınması, fizik muayene ve gözlem yapılması, laboratuvar tetkikleri, doku ve organ hasarlarını tespit etmede görüntüleme yöntemlerinin kullanılması, adli yönden tüm lezyonların fotoğraflanması gerekmektedir.^{6,35} Fiziksel istismar kuşkusu bulunan 2 yaş altı her çocuktan iskelet taraması istenmelidir. İç organ yaralanması yönünde şüphe varsa bilgisayarlı tomografi, magnetik rezonans ile görüntüleme yapılmalıdır.³

Muayenede saptanan klinik bulgu/ lezyonlarla ilgili ailenin çelişkili ve yetersiz ifadesi, aile üyelerinin birbirini suçlaması, hastaneye geç başvuru istismar ve ihmal olasılığını akla getirmelidir.^{6,36} Bu amaçla alınan öyküde ‘ne oldu, nasıl?’ vb. açık uçlu sorular sorularak ayrıntılar öğrenilmeli, tutarsızlık varsa tespit edilmelidir. Aileye suçlayıcı, yargılayıcı davranılmamalı, soru sorarken sakın bir tavır içerisinde olayı anlamaya yönelik tutum sergilenmelidir. Öykü ve fiziksel inceleme süresince, çocuk ve aile arasındaki iletişim dikkatlice izlenmelidir. İstismar kuşkusu olan her hastaya adli rapor tutulmalıdır. İstismar kuşkusu oluştuğunda ise adli rapor düzenlenmesi, tüm bulguların ayrıntılı şekilde yazılarak belgelendirilmesi hekimin yasal sorumluluğudur. TCK madde 280’ e göre bu sorumluluğun yerine getirilmemesinin cezai yaptırımını bulunmaktadır. Hastayı ilk

gören acil servis hekimi hasta hakkında ayrıntılı adli rapor düzenlemelidir. Hekimin adli makamlara bildirmesi için kuşulanması yeterlidir, olayın kanıtlanması makamların görevidir. İstismar ettiğinden şüphelenilen kişi çocuğa bakmakla yükümlü ise olgu SHÇEK'a iletilmelidir.^{3,23}

Sarsılmış Bebek Sendromu (Shaken Baby Syndrome)

Fiziksel istismarın küçük çocuklarda görülen özel bir biçimi olan Sarsılmış Bebek Sendromu, ağır bir istismar şeklidir.³ Küçük çocuklarda tekrarlayan akselerasyon ve deselerasyon mekanizması sonucu oluşan kapalı kafa travmasıdır.¹ Tipik klinik özellikleri yaygın beyin zedelenmesi, retinal kanama ve subdural kanamadır. Sıklıkla bir yaş altı çocuklarda görülen bu sendrom, en sık 2,5-4 ay arası bebeklerde saptanır. Yapılan çalışmalarda, bir yaş altı çocuklardaki SBS sıklığının 100000'de 14 ila 33,8 aralığında değiştiği bildirilmiştir.^{33,37} Sıklığı, bebeklerin normalden daha çok ağladığı kolik dönemlerde ve aşı uygulama günlerinde artış göstermekte ve bebeğini sakinleştiremeyen ebeveynlerin öfke kontrolünü sağlayamamaları bu durumun sebebi olarak gösterilmektedir.³

Sürekli ağlayan bebeğin erişkinde yol açtığı öfke ve çaresizlik duygusu, yetersiz öfke kontrolün temel nedenidir. Erişkinin, bebeği kollarından ya da göğüs kafesinden tutarak sertçe sarsması sırasında, başın kamçı gibi hızlı hareketi ile beyin akselerasyon, deselerasyon, rotasyonel kuvvetlere maruz kalır. Bunun sonucunda nörolojik bozukluklar ortaya çıkar.³ Yaşayanların %30-65' inde körlük veya görmede bozukluk, %30-60' ında spastik paralizi veya ağır motor bozukluk, %30' unda epileptik nöbetler ve %64' ünde konuşma bozuklukları gelişir.

Ayrıca, stresle başa çıkamama, geçmişinde şiddete uğramış olma, ilaç- alkol kullanma alışkanlığı, psikolojik-psikiyatrik rahatsızlıklar, kolik, istenmeyen gebelik sonrası doğan çocuk, üvey evlat veya anne-baba, sağlık sorunları olan bebek, düşük eğitim ve sosyoekonomik düzey, çok genç yaşta olma bu sendromun görülmesinde etkili olan diğer faktörlerdir.^{33,37}

SBS' nin küçük bebeklerde görülmesinin nedeni bebeğin başının gövdesine oranla daha büyük olmasıdır. Bebeklerde baş, vücut ağırlığının %10'unu oluşturur. Ayrıca boyun kaslarının gevşek ve gelişmemiş olması, sarsılma sırasında daha çok zedelenmesine yol açar. Kafatası ince ve yumuşaktır, süturlar ve ön fontanel açıktır. Beyin omurilik sıvısı fazladır. Beyin sarsma sırasında daha çok dönme hareketi yapar. Miyelinleşme tamamlanmadığından akson uzantıları kopmaya daha yatkındır.³

Klinik Seyri

Hafif olgularda tanı koymak zordur. Genellikle acil servise kusma, letarji, iştahsızlık, huzursuzluk vb. belirtilerle geldiklerinden gözden kaçmaktadır. Ciddi olgular bile sendromun akla gelmemesi ve öykünün yanıltıcı olması nedeniyle viral hastalık ya da kolik tanısı ile eve gönderilmektedir. Daha ağır olgularda nörolojik bulgular, konvülsiyon, koma vb. görülebilmektedir. Asıl nörolojik tabloyu oluşturan etkenler; küçük damarların yırtıklarına bağlı serebral anoksi, ödemlerdir. Sarsma esnasında bebek kollarından sıkıca tutulduysa ekimozlar, göğüs kafesinden tutulduysa kostalarda küçük kırıklar görülebilir.³

Tanı

Öykü genellikle yanıltıcıdır, istismarcının itiraf etmesi çok nadirdir. Hikayede; bebeğin o gün huzursuz olduğu, az uyuduğu, az beslendiği, yatağa konduktan bir süre sonra soluk alamayıp, morardığı şeklinde olup sarsma ile ilgili bir ifade içermez. Bu nedenle bebekler az beslenme, büyüme geriliği, letarji, ateş, kusma, açıklanamayan nöbetler, şişkin ve bombe fontaneler, hipotermi, hırçınlık vb. belirtilerle getirildiğinde, olası sarsılmış bebek sendromunun gözden kaçırılmaması gereklidir.³

Korunma

Aileye; bebeğin ilk aylarda şiddetli ağlayabileceği, ağlayan bebeği sakinleştirmek için kullanılabilecekleri yöntemler anlatılarak bebeği sarsmanın yol açabileceği zararlar öğretilmektedir. Ülkemizde henüz doğumda bu tip programlar yaygın olarak kullanılmadığından hekimin, kendisine başvuran ve özellikle bebeğinde çok ağlama yakınması olan her aileye bu bilgileri aktarması önemlidir.³

Yaklaşım

Ayrıntılı öykü, fizik inceleme ve gerekli tetkikler yapılarak çocuğa yaklaşılmalıdır. Bebeğe tıbbi yaklaşım yapılırken, hastanenin ‘Çocuk Koruma Ekibi’nden³ de konsültasyon istenmeli, ilgili makamlara bildirimler yapılmalıdır.

Yapay Bozukluk/Munchausen By Proxy Sendromu (MBPS)

1977 yılında Meadow tarafından tanımlanmış, çocuk istismarının özel ve ciddi formudur. Anne-babanın çocuğunda olmayan bir hastalığın var olduğunu iddia etmesi sonucu ortaya çıkan tüm durumları kapsamaktadır. Çocuk, ebevyinin öne sürdüğü hastalık nedeniyle aldığı tanı ve tedavi uygulamalarından zarar görmektedir.^{1,3,7,33} Bulgular herhangi bir hastalıkla uyumlu değildir. Anne-baba olmadığında bulgular da yoktur. Ebeveynler çocukları tıbbi tedavi aldığımda çok ilgiliymiş gibi görünürler. Anneler çocukları tedavi edilirken çok sakinler, yapılan her türlü invaziv girişime izin verirler. Aynı ailenin başka çocuklarında da daha önceden benzer bulgular olmuştur. Aynı ailede açıklanamayan çocuk ölümleri vardır. Annelerin kendilerinin de açıklanamayan hastalık öyküleri vardır.^{3,38}

Tanı süreci uzun ve zahmetlidir. Öykü ile tanı koymak zordur. Fail, nadiren gerçeği itiraf eder. Tanı için bir test olmayıp, failin klasik bir profili yoktur. Şüphe durumunda çocuğun anneden uzaklaştırılması ve anne ile yüzleşme görüşme yapması önerilir. Hastanın sosyal hizmetler kurumuna bildirilmesi ve adli rapor tutulması yararlıdır.³

Duygusal İstismar

Çocuğun nitelik, kapasite ve arzularının sürekli olarak kötülenmesi, sosyal ilişkiden yoksun bırakılması, sürekli olarak insanüstü güçlerle ya da terk etme ile tehdit edilmesi, yaşına ve gücüne uygun olmayan isteklerde bulunulması ve topluma aykırı düşen çocuk bakım yöntemleri ile yetiştirilmesi gibi durumlar duygusal istismar olarak nitelendirilmektedir.^{39,40}

Sözel ve sözel olmayan aşağılama, azarlama, dışlama; çocuğu duygusal karılıktan mahrum bırakmak, çocuğun zihinsel, sağlık, tıbbi ve eğitimsel alanlardaki temel gereksinimlerini karşılamamak gibi davranışlar duygusal istismar ve ihmal unsurlarını birlikte içerir.⁴¹ Duygusal istismarı, çocuğun sosyalizasyonuna ve gelişimine zarar verir.⁴² Sıklıkla fiziksel ve cinsel istismara eşlik eder. Bu tip istismara uğramayan çocuklarda da tek başına duygusal istismar olma olasılığı unutulmamalıdır.³

Ebeveynin psikiyatrik veya zihinsel sağlık sorunlarının olması, alkol veya madde kullanması, özkıyım girişiminin olması, istismar deneyimi, yetersiz özgüven, düşük sosyal davranışları, ekonomik yetersizlik, ailesel disfonksiyonlar, aile içi şiddet, ebeveynde empati yetersizliği, sosyal stress faktörleri, zor mizaçlı çocuk, çocukta bulunan ruhsal hastalıklar duygusal istismara uğrama riskini arttıran durumlardır.⁴³

Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu (DEHB) olan çocuklarla yapılmış bir çalışmada; DEHB olan çocukların beddua etme, reddetme, tehdit etme, suçlama, karşılaştırma ve aşağılama şeklindeki sözel şiddeti kontrol grubundaki çocuklara kıyasla daha yüksek oranlarda bildirdikleri dikkati çekmiştir.⁴¹

Duygusal İstismarın Çocuklar Üzerindeki Etkileri

Çİİ'nin çocuk üzerindeki fiziksel etkileri geçici olabilirken psikolojik ve davranışsal etkileri yaşam boyu devam eder.⁴⁴ Karşılaşılan duygusal istismarın olumsuz etkileri, kısa vadede erken bebeklik döneminden itibaren görülmeye başlanır. Bir çocuğun bulunduğu ortama en iyi şekilde adapte olmasını sağlayan ve erken çocukluk döneminde çok kullanılan bölgesi beyndir. İstismar ve ihmal durumlarında beynin bazı bölgeleri zarar görür, bilişsel ve sorumluluk alma becerileri geri dönüşümsüz şekilde azalır.^{45,46} Çocuğa bakım veren kişi çocuğun duygusal ihtiyaçlarını önemsemez ise böyle bir ortamda büyüyen çocuğun bakım verenlerle ilişkileri ve bağlanma duyguları eksik kalacaktır.⁴⁷⁻⁴⁹

Duygusal istismar sonucunda çocuğun; zihinsel ve fiziksel gelişiminin, akademik performansının, IQ değerinin, hafızasının, öğrenme kapasitesi ve beyin hacminin etkilendiği gösterilmiştir.⁵⁰ Duygusal istismara uğrayan çocuklarda stres düzeyleri artar, psikolojik olarak meydana gelen durum dışında organik bazı değişiklikler de gözlenir. Artmış kortizol düzeyleri, kan basıncı ve kalp atımı gibi bulgular ortaya çıkar. Kronik olarak yükselmiş kortizol düzeyleri sonucu beyin gelişimi geri kalır ve gelecekte de vücudun stres durumunda vereceği yanıtı etkilenir.^{41,51}

Duygusal istismar uzun vadede; yeme ve davranış bozuklukları, depresyon, kaygı, saldırganlık, şiddete eğilim, stres durumlarında uygun yanıt vermeme, alkol ve ilaç kullanmaya eğilim gibi zihinsel ve bedensel hastalıkların görülme riskinde artışa neden olur. Ayrıca duygusal istismar ile özkıyımaya meyil, riskli cinsel davranış gösterme ve cinsel yolla bulaşan hastalık gelişimi arasında da direkt ilişki olduğu gösterilmiştir. Obezite, tip 2 diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, migren ve şizofreni gibi hastalıkların duygusal istismar ile arasında ilişki olabileceği düşünülmekte olup, bu konudaki çalışmalar devam etmektedir.^{40,52}

Duygusal İhmal ve İstismar Tanısı

Duygusal istismarın diğer istismar türlerine çok yüksek oranda eşlik edebileceği unutulmamalı ve her istismar vakası mutlaka bu açıdan da ele alınmalıdır. Özellikle fiziksel istismar olgularının, duygusal istismar riski çok yüksek olgular olduğu hatırlanmalıdır.⁵³ Çocuğa yönelik duygusal ihmal ve istismarı tanımlamada sağlık çalışanları; belirti ve bulgular konusunda uyanık olmalı, artmış risk faktörlerini tanımlamalı ve eşlik eden başka bir ihmal veya istismar biçimi varsa araştırılmalıdır.⁵⁴

Duygusal İhmal ve İstismarda Yaklaşım

Önlemeye yönelik çalışmalar

Ergen anneler, düşük sosyoekonomik düzeydeki aileler, alkol ve madde kullanan ebeveynler, bilişsel veya psikiyatrik problemleri olan anneler duygusal istismar ve ihmal bakımından yüksek risk grubundaki bireylerdir. Çocuklara yardım edebilmek için; ev ziyaretleri yapılarak sosyal destek alacak grup ve aileler belirlenmeli, ebeveynlerin psikososyal eğitim alması sağlanmalı ve gerekiyorsa ev ortamları iyileştirilmelidir. Medya ve kitlesel eğitimler de ailelerin farkındalık kazanmalarına destek olabilmektedir. Bu bağlamda planlanan etkili projelerin gerçekleştirilebilmesi için multidisipliner yaklaşım gerekmektedir. Özellikle çocuk ve aile ile etkileşim içinde olan tıp, hemşirelik, sosyal hizmetler, öğretmenlik ve hukuk gibi meslek alanlarının lisans eğitimlerinde çocuk ihmal ve istismarı konusunda eğitimleri yer almalıdır.⁵⁵

Özetle; toplum eğitimi ve farkındalığının sağlanması, anne-babalık eğitimleri verilmesi, çocuğa kötü muamelenin sonuçlarının anlatılması, risk faktörü olan ailelerin belirlenmesi ve destek programlar almalarının sağlanması, ebeveyn destek grupları oluşturulması ve her görüşmede çocuğun istismar açısından değerlendirmesi istismar ile mücedelede büyük önem taşımaktadır.⁴¹

Tedavi Edici Çalışmalar

Bu istismar tipinde hem ebeveynlere eğitim ve terapi desteği sağlanmalı hem de çocuklara yaşı ve gelişimine uygun bireysel terapi uygulanmalıdır. Gerekli ise ruhsal bozuklukların tedavisine yönelik

ilaç tedavisi de kullanılabilir. Bireysel terapi, çocuğun özelliklerini ayrıntılı değerlendirmeye, ruhsal özelliklerini, zayıf ve güçlü yanlarını, savunma düzeneklerini belirlemeye, riskleri saptamaya, önlem alabilmeye, gündemini daha sağlıklı bir çerçeveye taşımaya, öfke kontrolünü sağlamaya, sağlıklı savunma düzeneklerini kurmaya, özgüven ve etkileşim becerilerini artırmaya, en önemlisi de çocuğun yaşamına dahil olan terapist ile uygun davranış modelleri sunmaya yarar.⁴²

Duygusal ihmal ve istismara uğramış çocuklarda, yaşam boyu duygusal yönde ve ilişkiler açısından sorunlar yaşama riski olduğu dikkate alınarak verilen desteğin devam etmesi sağlanmalıdır.⁵⁵ Ekip çalışması halinde yürütülen programlar ile duygusal istismara maruz kalan çocuklar daha erken yaşta tespit edilir. Bu programlar çocuğu dinleyerek korku ve kaygılarını ciddiye alan, onlara pozitif rol model ve destek olabilen bireylerce yürütülmelidir. Özellikle sağlık çalışanları, çocuğun aile dışında temas ettiği nadir kişilerden olması bakımından ekip içerisinde önemli rol üstlenmesi gereken bireylerdir.⁵⁴

İhmal

Çocuk ihmali çocuklara yapılan kötü muamelenin en yaygın şeklidir. Çocuk istismarı kadar görünür bir yara ve iz bırakmadığı için, çok dikkat çekmez ve çoğunlukla ihbar edilmez. Özellikle çocuğun erken beyin gelişimine, fiziksel ve cinsel istismardan çok daha fazla zarar verebildiği görülmüştür.⁵⁶ İhmal olgularında maruziyet hem daha uzun sürelidir hem de tespiti istismar vakalarından daha zorludur. İhmal vakalarının ölüm gibi ağır sonuçlandığı durumlar da vardır.^{17,25} Bulguları fiziksel istismara göre daha az dramatik olmakla birlikte çocuk üzerindeki zararlı etkileri daha da ağır olabileceğinden hekim tarafından gözden kaçırılmaması gereken bir durumdur. Acile kaza sonucu getirilen yaralanmaların önemli bir kısmında ihmal bulunmaktadır.³

Genel olarak fiziksel ihmal ve duygusal ihmal olarak alt gruplara ayrılabilir. Fiziksel ihmal; daha kolay fark edilebilir. Örn; yeterli ve uygun beslenemeyen, bakımı yapılamayan, barınma yeri olmayan, kazalara karşı önlem alınmamış ortamda yaşayan bir çocuk vb. Duygusal ihmal ise; çocuğa ve sevgi ilgi gösterilmemesi, olumlu yönlerinin desteklenmemesi, isteklerine karşı kayıtsız kalınması, yok sayılması vb. İhmalin alt gruplarını her zaman kesin bir sınırla ayırmak mümkün değildir. Çünkü ihmal hem diğer istismar tipleri ile birlikte olabilir hem kendi içinde birden fazla ihmal tipini barındırabilir. Diğer bir ihmal tipi olan tıbbi ihmalde; bebek ya da çocuğun sağlıklıyken izlenmemesi, aşılarının yapılmaması, hastalanınca hekime getirilmemesi, gözlük, işitme cihazı vb. gereksinimlerinin karşılanmaması gibi durumlarla karşılaşılmaktadır.³

Yaklaşım

Çocuğun kendisinden ve bakımını üstlenen kişilerden ayrıntılı öykü alınması, çocuğun durumun ve davranışlarının gözlenmesi, muayene edilmesi, aileye verilen önerilerin uygulanıp uygulanmadığının izlenmesi ihmalin fark edilmesini sağlar. İhmal fark edildiğinde çocuğu koruyacak ve destekleyecek sisteme bildirilmesi gereklidir. Bu sistemin bir ayağı çocuk koruma ekibi, diğeri ise SHÇEK'tir. Çocuğun durumu ağırsa hastaneye yatışı, değilse ayaktan izlem ile tıbbi tedavisi sağlanmalıdır. Çocuk, gelişimi geri kaldıysa özel eğitim merkezlerine yönlendirilmeli, davranışsal sorunların tedavisi için çocuk psikiyatristi tarafından izlenmeli. Ayrıca sosyal hizmet desteğinin de aileye sağlanması da önemlidir. Ve mutlaka adli makamlara bildirim yapılmalıdır.³

Cinsel İstismar

Çocuğun, bir erişkinin cinsel doyumunu için kullanıldığı her türlü durumdur.³ Cinsel istismar; çocuğun istemediği, gelişimsel olarak hazır olmadığı eylemlerde kullanılması ya da bu eylemlere zorlanması olarak da tanımlanabilir.³³ Bu durum çeşitli şekillerde olabilmektedir (cinsel organlarının okşanması, çıplak fotoğraflarının çekilmesi, pornografide kullanılması, cinsel bölgelerine bakılması, sevilmesi, dokunulmasının istenmesi vb.).³ Cinsel istismar, genellikle iki şekilde yapılmaktadır. Birincisi temas ile (dokunma, enest vb.), ikincisi temas olmaksızın çocukla cinsel içerikli konuşmak, röntgencilik gibi şeklinde olmaktadır.⁵⁷ Cinsel istismar çocuğun

bakımından sorumlu bir kişi tarafından uygulanıyor ise olay 'ensest' adını alır.

Çocuklar arasında cinselliğe merak nedeniyle oynanan cinsel oyunların, cinsel istismarla karıştırılmaması gerekir. Bu oyunları, istismardan ayıran fark zorlama içermemesidir. Cinsel istismara uğrayan çocukların önemli bir kısmında fiziksel bulgu saptanmaz.³ Cinsel istismara uğrayan çocuklarda tekrarlayıcı, rahatsız edici düşünceler, olayla ilgili kabuslar, uyku sorunları ve konsantrasyon güçlüğü, yeme sorunları, tuvalet eğitimini kazanmış çocuklarda altını veya yatağını ıslatma, regresif davranışlar, öfke patlamaları, saldırgan davranışlar görülebilmektedir.⁵⁸⁻⁶⁰ Cinsel istismara uğrayan 12 yaş altı çocukların sadece %1' inden az bir kısmında cinsel ilişkiyi andıran hareketler, ağzını genital organlara değdirme vb. hareketler görülür. Bu davranışlar fark edildiğinde çocuk, istismar açısından değerlendirilmelidir.³ Fark edilen durumlar uygun yaklaşımla ortadan kaldırılmazsa madde bağımlılığı, evden kaçma, suça yatkınlık, erken yaşta hamilelik gibi daha büyük çapta istenmeyen sorunlara neden olabilmektedir.^{28,61} Uzun dönemde erişkin çağda psikiyatrik problemler, suç işleme, şiddet davranışı gösterme, ileri yaşamda istismarcı olma, cinsel davranış problemleri gibi sorunlar görülebileceğinden bir psikiyatrist tarafından izlem önemlidir.⁵⁹

Son yıllarda toplumsal duyarlılığın artışı ile birlikte gizli tutulan olguların yardım almak için yaptığı başvuru sayısı çocuk acil servislere hızla artmaktadır. Bu nedenle sağlık profesyonellerinin sergileyeceği tutum önem kazanmaktadır. Çocuğun fazla örselenip, incitilmeden yardım alması çok önemlidir. Olaydan sonra tekrarlanmak zorunda olan öykü, fizik muayene, adli süreç ve sosyal baskı çocuğu daha fazla travmatize edebilmektedir. Acil servise akut cinsel saldırı ile gelen her olguda hekimin cinsel organ muayenesi yapabilmesi için savcılıktan onay alması gerekmektedir. Eğer fiziki inceleme sırasında cinsel istismar kuşkusuna varsa adli rapor tutularak durum adli mercilere bildirilmelidir. Cinsel istismarın çocuğa bakım verenleri tarafından yapıldığına dair kuşku varsa, bildirim ayrıca SHÇEK'e de bildirim yapılmalıdır.³

Klinik Seyir

Cinsel istismara uğrayan çocuk acil servislere çeşitli durumlarla başvurmaktadır. Çocuk acil servise yaşadığı olayı anlatması sonucu ya da istismar öyküsü vermeden başka yakınmalarla gelebilir. Çocuk, utanç ve suçluluk duygusu hissetmesi ya da üzerinden zaman geçmesi gibi nedenlerle acil servis yerine çocuk polikliniklerine başvurabilir. Sağlık profesyonelleri, cinsel istismara uğrayan çocuğun yakınma ve bulgularının, birçok hastalıkta görülebilen enürezis, enkoprezis, korku, kaygı, öz kıyım şeklinde olabileceğini bilmeli, ona göre öykü almalıdır. Acil servise cinsel istismardan sonraki ilk 72 saatte yapılan başvuruların genelini akut vajinal/rektal kanaması ve ağrısı olan çocuklar, psikolojik krizler, gebelik kuşkusuna bulunan durumlar oluşturmaktadır.³

Laboratuvar İncelemeleri ve Korunma

Acil servise cinsel saldırı ile gelen olgulardan uygun örneklerin alınması, çocuk sağlığı ve adli kanıt için gerekli bir uygulamadır.

Sperm varlığının ve hareketliğinin araştırılması için ergenlik öncesi çocukta spekulum kullanılmamalı, örnek alım esnasında çocuğa sedasyon verilmelidir. Vajenin arka forniksinden ya da anal sürüntüden alınan içerikte; spermatozoid belirlenmesi ve bu spermin istismarcıya ait olması en önemli kanıttır.³

Saldırganın ait biyolojik dokuların araştırılmasında vücut üzerindeki her türlü şüpheli kan veya semen lekesi swab ile örneklenmelidir. Pubik kıllar, kurumuş semen lekeleri yönünden incelenmeli, saç ve kıl örnekleri alınmalıdır.⁶⁰ Tırnak diplerinden kürdanla alınacak kazıntılardaki dokular incelenmelidir.³

Ergenlik öncesi çocuklarda; çocuğun yaşı, cinsel temasın tipi, son cinsel temastan itibaren geçen süre, cinsel yolla geçen hastalığı düşündüren vajinal akıntı, genital kaşıntı, üriner semptomlar ile genital ülser veya lezyonların varlığı, suçlunun cinsel yolla geçebilecek bir hastalığa sahip olması,

çocuğun veya ebeveynlerin bu testleri talep etmesi, toplumdaki cinsel yolla geçen hastalıkların bulunması gibi durumlar göz önünde bulundurularak cinsel yolla bulaşan hastalıklar için laboratuvar testleri yapılmalıdır.^{62,63} Ergenlik öncesi hastaya laboratuvar testleri yapılmışsa test sonuçlarına göre antimikrobiyal tedavi başlanmalıdır. Ergenlik sonrası dönemdeki olgularda, cinsel yolla geçen hastalık prevalansı daha fazla olduğundan, cinsel saldırıya maruz kaldıktan sonraki 72 saat içerisinde hekime başvuran olgulara antibiyotik tedavisi başlanmalıdır. Profilaksi uygulanan tüm hastalara tedavi başlanmadan önce cinsel yolla geçen hastalıklara yönelik laboratuvar tetkikleri yapılmalıdır.⁶³

Gebelik için tetkik yapılmalıdır ve oral kontraseptif tedavi başlanmalıdır. Cinsel istismarı takiben ilk 5 gün içerisinde profilaksi başlanırsa gebelik oranlarında belirgin azalma meydana gelir. Bu amaçla kullanılacak en etkili ve en az toksik oral kontraseptifler, yalnızca progesteron içerenlerdir. İlk 72 saat içerisinde verildiğinde etkinliği %85-95 iken, 5 gün sonra alındığında etkinliği %75'tir.^{3,63} Eğer çocuk daha önce hepatit B için aşılanmamışsa, hepatit B aşısının ilk dozu da yapılmalıdır.⁶⁴

Öykü

Öykü mümkünse hem çocuktan hem de aileden alınmalıdır. Olay ya da yakınlarla ilgili tıbbi ve sosyal öyküye ilaveten geçmişte yaşanan sağlık sorunları, kız çocuklarının menstrual öyküsü, cinsel aktivitenin daha önceden başlayıp başlamadığı, kanama veya akıntı, ağrılı idrar veya defekasyon öyküsü, kabızlık, istismar öyküsü olup olmadığı öğrenilmelidir. İstismarcı aileden olsa bile, anne ve babaya suçlayıcı ve yargılayıcı yaklaşılmamalı, aile bireylerinin anlattıkları farklılıklara özellikle dikkat edilmelidir.^{59,60} Aile yoğun duygular içinde olduğundan incitilmemelidir. Ailenin sakin ve mantıklı davranması çocuğun rahatlaması adına önemlidir. Çocuğun gelişimi ve konuşma düzeyi olayı anlatabilecek düzeydeyse öykü çocuktan da alınmalıdır.³ Hekim çocuktan öykü alırken yalnız olabileceği gibi çocuk hemşiresi veya sosyal hizmet uzmanı da, ona eşlik edebilir.⁵⁷ İstismarcı olma olasılığı olan bir yakınının yanında kesinlikle çocukla görüşülmemelidir.⁵⁹ Ortamın sakin olması ve ailenin orda bulunmaması, çocuğun davranışlarını ifadeleyecek birilerinin olmaması yararlı olur. Görüşmeyi yapan kişi çocuk ile iletişim kurmayı bilen biri olmalıdır. Öykü alınırken mümkün olduğunca 'ne oldu, nasıl oldu?' vb. açık uçlu soruların sorulması gereklidir. Çocuğun ifadeleri karşısında tepki verilmemeli, sakin davranışlar sergilenmelidir. Çocuk yargılanıp suçlanmamalıdır. Acil servis genellikle çocuktan öykü almak için sessiz, sakin bir yer olmadığı için muayeneye yön verecek temel sorular sorulduktan sonra gereksiz detaya girilmemelidir. Çocukla yapılacak ayrıntılı adli görüşme 'Çocuk Koruma Merkezi'ndeki deneyimli ekip tarafından yapılmak üzere ertelenmeli, gerekiyorsa acil servise bu ekibin bir üyesi çağırılmalı, konsültasyon istenmelidir. Merkez, görüntülü görüşme kaydının yapılabildiği ve hukuki süreç boyunca olaya dahil olacak kişilerin de yandaki aynalı odadan seyredip gerektiğinde kendi sorularını sordurabildikleri bir ortam olmalıdır. Yeni yasal düzenlemelere göre mağdur çocukların korunması için tüm soruşturma ve kovuşturma döneminde çocuğun ifadesinin tek bir kez alınması istenmiştir.³

Fizik Muayene

Görüşmenin ardından fiziki muayene yapılmalıdır. Cinsel istismara uğrayan çocuğun yanında mutlaka güvendiği erişkin biri olmalı, yapılacak her şey çocuğa ayrıntılı anlatılmalı, muayene için çocuk ve ailesinden yazılı onam alınmalıdır. İstismar edilen çocuk, olay sonrası ilk 72 saat içinde başvurmuşsa, muayene ve tetkiklerden kanıt elde edilmesi yüksek olasıdır. Bu nedenle ilk 72 saat için de başvuran çocukların olay sırasında giydiği kıyafetleri kağıt bir torbaya konmalı ve adli tıp gönderilmelidir. Çocuğa, vücut sürüntüleri alınana kadar ya da adli tıp kurumunca muayene edilene kadar banyo yapmaması gerektiği anlatılmalıdır.³ Çocuk muayene için zorlanmamalıdır.⁶⁴ Koopere olmayan, direnen bir çocuğun muayenesi ertelenmeli, fizik muayenesinin tekrarından kaçınılmalıdır.⁶⁵ Fizik muayene sırasında çocuğun canını acıtabilecek işlemlerden kaçınılmalı, sakin yumuşak hareketlerle muayene yapılmalıdır. Fizik inceleme sırasında vücutta genital bölge hariç

ekimoz, laserasyon vb. yaralanmalar ayrıntılı kaydedilmeli, mümkünse her lezyon fotoğraflanmalıdır. Genital muayene en sona bırakılmalıdır. Muayene sırasında ergenlik öncesi çocuklar ailenin kucağında ya da muayene masasında kurbağa pozisyonunda durabilir. Ergenlik sonrası kızlarda litotomi pozisyonu daha yaygındır. Muayene sırasında genital bölgede kızarıklık, vajenden iltihaplı akıntı, küçük yırtıklar istismara özgül bulgular değildir. Özgül bulgular himen ya da vajinal mukozada yeni ya da eski yırtıklar ve cinsel yolla bulaşan hastalık bulgularıdır. Sürüntüde sperm tespiti, kesin kanıt olarak kabul edilen tek bulgudur. Anüs muayenesi kurbağa pozisyonunda sırtüstü, yüzüstü, litotomi ya da yan pozisyonda yapılabilir.³

Bu süreçte, biyolojik örneklerin vakit kaybetmeden alınabilmesi, himen ve anüs muayene- nesinin yapılabilmesi için Türk Ceza Kanunu'nun 287. maddesi gereğince Cumhuriyet Başsavcılığından izin alınması gerektiği unutulmamalıdır.⁶⁶ Öykü sırasında iddia edilen cinsel saldırının başvurudan önceki 72 saat içerisinde meydana geldiği öğrenilirse, adli açıdan örneklerin özellikle genital muayene yapılmadan alınması gerektiği unutulmamalıdır.^{59,64} Örnekler ucunda pamuk sarıllı olan çubuklar kullanılarak, vulval labiumların içinden ve vajinal orifisin etrafından, orta vajina, üst vajina, serviks ve posterior fornixten, anüsün kenarlarından ve içinden alınmalıdır.⁶⁰

Çocuk İstismarı ve İhmaline Yönelik Multidisipliner Yaklaşım

Çocuk istismarı farklı disiplinlerin bir araya gelmesini gerektiren tıbbi, sosyal, hukuksal yönleri olan karmaşık bir sorundur. Sağlık profesyonelleri istismarın tıbbi boyutu yanında hukuki ve sosyal boyutlarını da bilmesi gereklidir. Bu nedenle öncelikle hastane bünyesinde çocuk koruma ekipleri oluşturulmalı ve bu ekip çocuk koruma sisteminin hastane dışındaki parçaları olan SHÇEK ve adli kurumlarla işbirliği ve eş güdümü içinde çalışmalıdır.³

Çocuk ihmal ve istismarı ile mücadelede multidisipliner ekip yaklaşımı gereklidir.^{67,68} Ekipte; çocuk sağlığı ve hastalıkları uzmanları, çocuk cerrahları, adli tıp, çocuk ruh sağlığı uzmanları, gerektiğinde erişkin psikiyatrist, sosyal hizmet uzmanları, psikolog ve hemşireler bulunur. Çocuk uzmanları; istismarı önlemeye yönelik çalışmalara ilaveten istismara uğrayan çocuğun erken fark edilmesinde, tıbbi/cerrahi tedavide, adli tıp uzmanları; adli muayene, kanıt toplama ve adli bildirimlere yapmada, çocuk psikiyatristleri; ruhsal tedavi ve izlemde, erişkin psikiyatrist; örselenmiş çocuğun anne ve babasına gerektiğinde duygusal destek sağlamada, gerektiğinde istismarcının tedavisini üstlenmede, psikolojik değerlendirme ve tedavi aşamalarında çocukla görüşme yapan ve psikolojik testleri uygulayanlardır. Psikiyatristler tedavi planını belirledikten sonra psikoloğun, aile ve çocuktan psikososyal öykünün alması, görüşme kayıtlarının tutması, raporları hazırlaması SHÇEK'na bildirim yapması, süreç boyunca gerektiğinde telefonla ara ara, çocuğun barındığı kurumlara ziyaret etmesi sosyal hizmet uzmanının görevidir. En uygun yaklaşım, hastanelerde istismarı önleme ve tedaviye yönelik 'çocuk koruma ekipleri' nden de tıbbi ve psikolojik destek ve çocuğun bütüncül olarak izlemine yönelik konsültasyon istenmesi olmalıdır. SHÇEK, adli kurumlarla işbirliği yapılmalıdır.³

Türk Ceza Kanunu'nun 103 ve 104. Maddeleri çocuğun cinsel istismara maruz kalması halinde yapılacak uygulamalar için hazırlanmıştır. 280. Maddesi ile de "Görevini yaptığı sırada suç işlendiği yönünde bir belirti ile karşılaşmasına rağmen durumu yetkili makamlara bildirmeyen veya bu hususta gecikme gösteren sağlık personeli bir yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır".³ 5237 sayılı Türk Ceza Kanunu'nun 5237 sayısına göre Çİİ bildirim zorunludur ve cezai yaptırım bulunmaktadır.⁶⁹

Çocuk İstismarı ve İhmaline Yönelik Pediatri Hemşiresinin Rolü

İstismara bağlı oluşan hafif bulgular atlanırsa çocukta yaşamsal önem taşıyan daha olumsuz sonuçlarla karşılaşabilmektedir.⁷⁰ Özellikle ilk yıllarda olursa en yüksek düzeyde olumsuz etkilere neden olur. Bu nedenle aileye ve bebeğe ait riskler saptanmalı, aile içi dinamikleri göz önünde bulundurulmalı, ihtiyaç duyulan noktalarda konularla ilgili aileye eğitim verilmeli, bebek mutlaka

yakın takip edilmelidir. Bakım veren ile çocuk arasındaki ilişkiyi güçlendirmek çocuğun iyilik halini geliştirir. Riskli ailelerin saptanması ve desteklenmesi, sosyal kaynakların kullanılması korumada çok önemlidir. İlerleyen yaşlarda çocuğun sosyalleşmesiyle birlikte sadece ev içinde değil sosyal ortamlarda mevcut riskler değerlendirilmeli, ailelere bu konularla ilgili bilgi verilmelidir. Gerek rutin sağlıklı çocuk izlemleri sırasında gerekse acil servise olan başvurular sırasında bebek ve çocuklar ihmal ve istismar açısından mutlaka değerlendirilmelidir.^{10,11,71}

Çİİ önlenmesinde çocuk hemşirelerine önemli sorumluluklar düşmektedir. Birincil hemşirelik girişimleri, ihmal ve istismara yönelik riskli grupların saptanması, doğum öncesi ve sonrasında izlem, aile planlaması, anne babaları destekleyici yaklaşımlar geliştirmek, anne babalara çocuk bakımı eğitimi, engellilik gibi özellikler yönü ile aileler her yönü ile değerlendirilerek riskler belirlenebilir ve yüksek riskli ailelere destek ziyaretleri yapılabilir. Aileyi, halkı ve meslek üyelerini bilinçlendirmek ve farkındalıklarını artırmaktır.¹⁸ İkincil girişimler, erken tanı, tedavisini, istismar edilen çocuğun tepkilerini değerlendirmeyi, istismar sonrası aileye yaklaşımı, gelecekte olabilecek istismara karşı çocuğun ve kardeşlerinin korunmasını içerir. Üçüncül girişimler ise istismarın çocuk ve aile üzerindeki etkilerini yeterli destek ve rehabilitasyon hizmeti sağlanarak en aza indirmeyi kapsar.⁷¹

Çocuğun fiziksel ve duygusal tepkilerini kontrol altına alma ve kaydetme, hızlı bir şekilde tanıma, ekibin diğer üyeleri ile işbirliğini başlatma, psikososyal faktörleri tespit etme ve benlik saygısını arttırmaya yönelik hemşirelik girişimlerini kapsar. Çocuğun güvende olması için uygun ortam sağlama, konuşma ve düşünmesine destek olma ve terapötik oyun diğer hemşirelik girişimleridir.⁷²

Hemşireler; çocuk ve aileyi daha uzun süre gözlemlemeleri bakımından istismar ve ihmal olgularını belirlemede anahtar konumdadır.⁷³ Hemşireler acil durumlarda her zaman erişilebilecek kişi olmaları nedeniyle ekibin önemli bir üyesidir. Çoğu zaman istismar ve ihmale maruz kalmış bireylere, delil oluşturacak malzemelere ilk ulaşan, bu malzemelerin dökümünü mahkemeye delil oluşturabilecek şekilde hazırlayan ve hastanın ailesi ile ilk temasa geçen ve geçecek olan hemşiredir.

Çocuğu imuayeneye hazırlayan hemşire, bildirim zorunlu olan istismar ve ihmal vakalarını, beden imajı değişikliklerini, çekingenlik ya da vücutta görülen deformiteleri tespit edebilmeli ve uygulayacakları prosedür hakkında bilgi sahibi olmalıdır, Bu konuda yeterli donanıma sahip olmayan bir hemşire bilmeden çocuğu istismar ya da ihmal uygulanan evine gönderebilir. Hemşire ise, muayene ortamını hazırlayarak, muayene ve testler sırasında hekime yardımcı olmaktadır.³

Şüpheli durumlarda çocuğun korunması için gerekli bildirimler vakit kaybetmeden yapılmalı, duygusal ihmal ve istismarın sıklıkla diğer ihmal ve istismar türlerine eşlik ettiği unutulmamalı, çocuk koruma ekibiyle bütüncül bir yaklaşımla çalışılmalıdır.^{10,11,73} Acil servis hemşirelerinin, çocuk sağlığı ve hastalıkları hemşirelerinin, adli hemşirelikte görev yapan hemşirelerin istismar ve ihmalin erken tanınmasında, tedavisinde, risk grubunda yer alan kişilerin tespit edilip önlemlerin alınmasında bireylerin, ailenin ve toplumun bu konuda eğitilmesinde aktif olarak rol almaları gerekmektedir.

Sonuç

İstismara ve ihmale maruz kalan çocuklar çok değişik yakınmalar ve klinik bulgularla çocuk acil servislerine başvurduğundan, bu durum her zaman akılda tutulmalı ve şüphe uyandıran her vaka bu yönde değerlendirilmelidir

KAYNAKLAR

- 1) Burç A, Güdücü Tüfekçi F. Hemşirelerin çocuk istismarı ve İhmalinin belirti ve risklerini tanıma düzeyleri. *Acıbadem üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(3), 144-151, 2015.
- 2) Can M, Tırtıl L, Dokgöz H. Çocuk İstismarı Olgularında Hekim Sorumluluğu. *Klinik*

- Gelişim*, 22(14): 89-94, 2009.
- 3) Karaböcüoğlu M, Yılmaz HL, Duman M. *Çocuk Acil Tıp*. In Çocuk İstismarı ve İhmali (ed: Şahin F), Cilt II, syf: 1825-1839, İstanbul Tıp Kitabevi, 1. Baskı, İstanbul, 2012.
 - 4) Kepenekçi Y. Hukuksal açıdan çocuk istismarı ve ihmali. *Katkı Pediatri Dergisi*, 3: 262- 275, 2001.
 - 5) Egemen A. *Çocuk istismarı ve çocuğun yasal ve sosyal korunması*. İçinde: Yurdakök M, Coşkun T (yazarlar). *Pediatri Yeni Bilgiler-Yeni Görüşler*. Ankara: Güneş Kitabevi, 848-861, 1995.
 - 6) Johnson FC. *Abuse and neglect of children*. In: Behrman RE, Kliegman RM, Jenson HB (eds). *Nelson Textbook of Pediatrics* (16th ed). London: WB Saunders Co, 110- 119, 2000.
 - 7) Kuğuoğlu S. Çocuk İstismarı ve İhmali. İçinde: Şelimen D (editör). *Acil Bakım* 3. Baskı. İstanbul, Yüce Yayın, İstanbul, 577-599, 2004.
 - 8) Oral R, Yavuz Ş, Can D. Bir çocuk psikiyatrisi polikliniğinde çocuk istismarı sıklığı. *Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 22:137-144, 1997.
 - 9) Kaş Güner C, Yavuz HÖ, Dörtbudak Z. Çocuk İstismarı-İhmali Vakalarıyla Karşılaşan Hemşirelerin Görüş ve Uygulamaları, *Kastamonu Sağlık Akademisi Dergisi*, 1(1), 39-55, 2016.
 - 10) WHO, 2014. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs150/en/>
 - 11) Kara Ö, Çalışkan D, Suskan E. Ankara ilinde görev yapan çocuk asistanları, uzmanları ve pratisyen doktorları çocuk istismarı ve ihmali konusunda bilgi düzeyleri ve yaklaşımlarının karşılaştırılması. *Türk Pediatri Arşivi*, 49: 57-65, 2014.
 - 12) Önal Ç.[Child abuse]. *Türkiye Klinikleri J Pediatr Sci*, 3(1):27-9, 2007.
 - 13) Işıklı B. Çocuk istismarının toplumsal boyutu. In 6.Sokakta Çalışan ve Yaşayan Çocuklar Sempozyumu Kitabı:156-63. İstanbul, Diyarbakır Valiliği, 2008.
 - 14) Jain AM. Emergency department evaluation of child abuse. *Emerg Med Clin North Am*. 1999; 17:575-93.
 - 15) Sicher P, Lewis O, Sargent J. Developing child abuse prevention, identification and treatment systems in Eastern Europe. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 2000; 39:660-7.
 - 16) Dokgöz H, Afşin H. Çocuk istismarını tespit etmede ve önlemede diş hekiminin rolü. İçinde: Afşin H. *Adli Diş Hekimliği Kitabı*, 10. Baskı. İstanbul, Adli Tıp Kurumu Yayınları, 311-323, 2004.
 - 17) Vatansever Ü, Duran R, Yolsal E, Aladağ N, Öner N, Biner B ve ark. Pediatrik acilde çocuk istismarı ve ihmali olasılığını akılda tutalım. *Türk Pediatri Arşivi*, 39:120-124, 2004.
 - 18) Turhan E, Sangün Ö, İnandı T. Birinci basamakta çocuk istismarı ve önlenmesi. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 15:153-157, 2006.
 - 19) İzmirli M. Çocuğa Karşı Dayak Olgusu ve Çocuk İstismarı. *Çocuk Forum*, 2000.
 - 20) Rona A. Açıklamalı İnsan Hakları Evrensel Bildirisi, 1. Baskı. Ankara, Türkiye Barolar Birliği Yayını, 5-10, 2006.
 - 21) Türkiye Cumhuriyeti Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı. http://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye_Cumhuriyeti_Aile_ve_Sosyal_Politikalar_Bakanlı%C4%B1%C4%9F%C4%B1. 28 Şubat 2014.
 - 22) Unicef, (2015). Available at Accessed 09 April 2018.
 - 23) Kaytez N, Yücelyiğit S, Kadan G. Çocuğa Yönelik İstismar ve Çözüm Önerileri, *Eurasian Journal Of Health Sciences*, 1(1): 18-24, 2018.
 - 24) Bahçecik N, Kavaklı A. Çocuk İstismarı ve İhmalinde Hemşirenin Koruyucu Sağlık Hizmetlerinde ve Tedavi Edici Kurumlardaki Sorumluluğu. *Hemşirelik Bülteni*, 1994, 8:45-52.
 - 25) Bahar G, Savaş HA, Bahar A. Çocuk istismarı ve ihmali: bir gözden geçirme. *Fırat Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 4:52-59, 2009.
 - 26) Güner Şİ, Güner S, Şahan MH. Çocuklarda Sosyal ve medical bir problem. *Van Tıp Dergisi*, 17(3): 108-113, 2010.
 - 27) Şiddeti Önleme Derneği Raporu (2016) <http://imdat.org/> Accessed 09 April 2018.

- 28) TUİK, (2015) <http://www.tuik.gov.tr> Accessed 09 April 2018.
- 29) Yılmaz G, İştien N, Ertan Ü, Öner A. Bir çocuk istismarı vakası. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 46: 295-298, 2003.
- 30) Conk, Z, BaşbakkalZ, Bal Yılmaz H, Bolışık B. *Pediyatri Hemşireliği, Akademisyen Tıp Kitabevi, Ankara, 2013.*
- 31) Krugman R. Child Abuse and Neglect. *World Health*, 46:22-3, 1993.
- 32) AKBAŞ S, Turla A, KarabeKiroğlu K, Şenses A, Karakurt MN, Taşdemir GN. Adli makamlarca çocuk psikiyatrisi polikliniğine gönderilen cinsel istismara uğramış çocukların istismar şekilleri, ruhsal ve fiziksel muayene özellikleri. *Adli Bilimler Dergisi* 8, 1-27, 2009.
- 33) Kara B, Biçer Ü, Gökalp A. Çocuk istismarı. *Çocuk Hastalıkları ve Sağlığı Dergisi* 47(2), 140-151, 2004.
- 34) Kazez A. Çocuklarda Travma. *Türk Pediyatri Arşivi*, 45 Özel Sayı 1: 12-16, 2010.
- 35) Cox LA. The shaken baby syndrome: Diagnosis using CT and MRI. *Radiol Technol*, 67: 513-20, 1996.
- 36) Egemer A. *Çocuk İstismarı ve çocuğun yasal ve sosyal korunması*: İçinde: Yurdakök M, Coşkun T (yazarlar). *Pediyatri Yeni Bilgiler- Yeni Görüşler*. Ankara: Güneş Kitabevi, 848-861, 1995.
- 37) Şahin F, Taşar MA. Sarsılmış bebek sendromu ve önleme programları. *Türk Pediyatri Arşivi Dergisi*, 2012, 47:152-156.
- 38) Hancı İH, Eşiyok B. Munchausen by proxy sendromu: vekaleten hastalık. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*. 2000; 9:1-4.
- 39) Kars, Ö. (1996). *Çocuk İstismarı: Nedenleri ve Sonuçları*. Bizim Büro Basımevi, Ankara
- 40) Hart S.N., Brassard M.R., Binggeli N.J., et al. (2002) Psychological maltreatment. In: Myers JE, Berliner L, Briere J, et al, editors. *The APSAC handbook on child maltreatment*. 2nd edition. Thousand Oaks (CA): Sage Publications.. p. 79– 104.
- 41) Dinleyici M, Şahin Dağlı F. Duygusal İhmal, İstismar Ve Çocuk Hekiminin Rolü. *Osmangazi Tıp Dergisi/Osmangazi Journal of Medicine*, 2016;38: x-xx
- 42) Dursunkaya, D. (2008). Duygusal örselenme ve ihmal. In: Çetin FÇ, Coşkun A, İşeri E, Miral S, Motavallı N, Pehlivantürk B (eds). *Çocuk ve Ergen Psikiyatrisi Temel Kitabı. Hekimler Yayın Birliği, Ankara, s, 478-487.*
- 43) Bernstein D.P., Fink L., Handelsman L., et al. (1994). Initial reliability and validity of a new retrospective measure of child abuse and neglect. *American Journal of Psychiatry*, 151: 1132-1136.
- 44) Binngeli N.J., Hart S.N., and Brassard M.R. (2001). Definitions and meanings of psychological maltreatment. In: Conte JR, editor. *Psychological maltreatment of children*. Thousand Oaks (CA): Sage Publications Inc. p. 1–23.
- 45) Horwath J., (2007). Living with child neglect: the impact on children. In: *Child Neglect: Identification and Assessment*. New York: Palgrave Macmillan.. p. 41–68.
- 46) Perry, B. D. (2002). Childhood experience and the expression of genetic potential: What childhood neglect tells us about nature and nurture. *Brain and Mind*, 3(1), 79-100.
- 47) Tanaka, M., Wekerle, C., Schmuck, M. L., Paglia- Boak, A., & MAP Research Team. (2011). The linkages among childhood maltreatment, adolescent mental health, and self-compassion in child welfare adolescents. *Child Abuse & Neglect*, 35(10), 887-898
- 48) Herringa, R. J., Birn, R. M., Ruttle, P. L., Burghy, C. A., Stodola, D. E., Davidson, R. J., & Essex, M. J. (2013). Childhood maltreatment is associated with altered fear circuitry and increased internalizing symptoms by late adolescence. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(47), 19119-19124.
- 49) Nelson, F., & Mann, T. (2011). Opportunities in public policy to support infant and early childhood mental health: The role of psychologists and policymakers. *American Psychologist*, 66(2), 129.

- 50) Brassard M.R., and Donovan K.L. (2006). Defining psychological maltreatment. In:Freerick MM, Knutson JF, Trickett PK, et al, editors. *Child abuse and Neglect: Definitions, Classifications, and a Framework for Research*. Baltimore (MD): Brookes Publishing Co. p. 151–97.
- 51) Hart, H., & Rubia, K. Neuroimaging of child abuse: a critical review. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6(52), 1-24, 2012.
- 52) Stirling, J. (2009). Neurobiology and the long-term effects of early child abuse and neglect. *Child abuse: Medical Diagnosis and Management, 3rd edn. American Academy of Pediatrics, Elk Grove Village (IL)*, 793-812.
- 53) Bernstein, D. P., Stein, J. A., Newcomb, M. D., Walker, E., Pogge, D., Ahluvalia, T., & Zule, W. (2003). Development and validation of a brief screening version of the Childhood Trauma Questionnaire. *Child Abuse & Neglect*, 27(2), 169- 190
- 54) Campbell, A. M., & Hibbard, R. (2014). More than words: the emotional maltreatment of children. *Pediatric Clinics of North America*, 61(5), 959-970
- 55) Doyle C. (1997). Emotional abuse of children: issues for intervention. *Child Abuse Review* 6:330– 42.
- 56) Polat O. Tüm boyutlarıyla Çocuk İstismarı. Seçkin Yayıncılık Ankara,2007
- 57) Kılıç A. (2004). Çocuk ihmali ve istismarı. Klinik Çocuk Forumu 4(2), 35-40.
- 58) Şimşek Orhon F. [Child abuse and neglect]. *Türkiye Klinikleri J Pediatr Sci* 2006;2 (2):79-83.
- 59) Derinöz O, Akar, T. Çocuk Acil Serviste Cinsel İstismar Olgusuna Disiplinler Arası Yaklaşım. *Tur ki ye Kli nik le ri J Pediatr* 2011;20(4):302-8
- 60) Dube SA, Anda RF Whitfield CL, Brown DW, Felitti DJ, Dong M, Giles W. (2005). Long-term consequences of childhood sexual abuse by gender of the victim. *American Journal of Preventive Medicine* 28, 430-437.
- 61) Center for Disease Control and Prevention. Sexually transmitted infections treatment guidelines, 2006. *MMWR. Recomm Ep* 2006;55(RR-11): 1-29.
- 62) American Academy of Pediatrics. Sexually transmitted disease. In: Pickering LK, ed. *Red Book: 2009 ort of the Committee on Infectious Disease*. 28th ed. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics; 2009: p.162-172.
- 63) Matkins PP, Jordan KS. Pediatric sexual abuse: emergency department evaluation and management. *Adv Emerg Nurs J* 2009;31(2): 140-52.
- 64) Aksoy E, İnanıcı MA, Çetin G, Polat O, Sözen MŞ, Yavuz F. [Sexual assaults]. *Türk Tabipler Birliği. Birinci Basamak İçin Adli Tıp El Kitabı*. 1. Baskı. Ankara: Polat Matbaa; 1999. p.119-30
- 65) Şahin F. [Abused children]. *Türkiye Klinikleri J Pediatr Sci* 2008;4(6):1-5.
- 66) Tıraşçı Y, Gören S. Çocuk İstismarı ve İhmali. *Dicle Tıp Dergisi*, 34(1), 70-74, 2007
- 67) Geçkil E. Çocuklarda Fiziksel İstismar ve Hemşirelik Yaklaşımı. *GÜSBD*, 6(1):129-139, 2017
- 68) Dağlı ET, İnanıcı MA. İhmal ve istismara uğrayan çocuga bütüncül yaklaşım: Hastane temelli çocuk koruma merkezleri için başvuru kitabı. Ankara: UNICEF (2011)
- 69) Bağla Güven A, Arıkan M, Kılıç RÖ, Orulluoğlu F, Kuyucu İ, Özğan M, Öngü B, Özdemir T, Gerger AS ve ark., *Balikesir Saglik Bil Derg*, 6(1), 2017
- 70) Ekşi A. Çocuk ve Adolesanda Ruhsal Bozukluklar ve Klinik Sendromlar. Neyzi O, Ertuğrul T (Editörler). *Pediyatri'de. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi*; 2011;1773-1775.
- 71) Gürhan N. Çocuk ihmalini ve istismarını önlemede hemşirenin görev ve sorumlulukları. 2. Uluslararası Katılımlı Çocuk İstismarını ve İhmalini Önleme Sempozyumu, 8- 10 Mayıs 2008, Ankara, Türkiye. *Kongre Özet Kitabı*, 23
- 72) Koyun A, Taşkın L, Terzioğlu F. Yaşam dönemlerine göre kadın sağlığı ve ruhsal işlevler: hemşirelik yaklaşımlarının değerlendirilmesi. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 2011, 3:72.
- 73) Erzurumluoğlu Z, Gözen D. Çocuk İstismarı ve ihmali konusunda hemşiresinin rolü. 1. Uluslararası Çocuk Koruma Kongresi, İstanbul, (ss.127). 2014

ANNELERİN BÜYÜK KORKUSU: SÜTÜN YETERSİZLİK ALGISI

Dr. Öğr. Üyesi Emine BEYAZ¹
Araş. Gör. Dr. Sonay GÖKÇEOĞLU²

ÖZET

Anne sütü yenidoğanın sağlıklı gelişimini sağlayan eşsiz besin kaynağıdır. Emzirmenin; bebek sağlığının yanı sıra anne sağlığına da sayısız katkıları bulunmaktadır. Emzirme başarısını; bebeğe ait faktörler, anneye ait faktörler, çevresel/toplumsal faktörler etkilemektedir. Anneye ait faktörlerden ağrı, endişe, öz güven eksikliği, sütün yetersiz olarak algılanması vb. etkenler, emzirmenin etkili ve etkin bir şekilde sürdürülmesini engellemektedir. Bu durum, emzirmenin bırakılmasına ve ek gıdaya erken başlamasına neden olmaktadır. Bu nedenle laktasyon hemşirelerinin; emzirmeyi erken bırakma risk taşıyan annelerin korkularını endişelerini giderme, özgüvenini artırma, anne sütünün yararlarını anlatma, emzirmeye yönelik problemlerini giderme, etkili ve etkili olmayan emzirme uygulamalarını anlatma, olumlu davranışlar için anneyi destekleme vb. önemli sorumlulukları bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Anne Sütü, Emzirme, Yetersiz Süt Algısı.

Giriş

Anne sütü; yenidoğanda sağlığın korunması ve geliştirilmesi, yeterli ve dengeli beslenmesinin sağlanması, sağlıklı büyüme-gelişiminin sürdürülmesi, bağışıklık sisteminin korunması ve geliştirilmesi için gerekli olan tüm sıvı, besin ve enerji öğelerini içeren, biyo-yararlılığı yüksek, temiz ve güvenli bir besindir^{1,2} Olumlu etkileri hayat boyu devam eden bu eşsiz besin ile beslenme her çocuğun, bebeğini emzirmek ise her annenin en doğal hakkıdır.³

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), Amerikan Pediatri Akademisi (APA), UNICEF vb. organizasyonlar, yaşamın ilk 6 ayında anne sütü dışında herhangi bir sıvı ya da katı besin vermemeyi ve iki yaşın sonuna kadar tamamlayıcı gıdalarla birlikte anne sütüne devam edilmesini önermektedir.³⁻⁵

Bebeklere erken dönemde ek gıdaların verilmeye başlanması sindirim sistemi enfeksiyonlarına yol açarak bebek hastalıklarına ve ölümlerine neden olmaktadır.² Gelişmekte olan ülkelerde ilk altı ay sadece anne sütü ile beslenmenin artırılması için yapılan girişimlerin tüm beş yaş altı ölümleri %13 oranında azalttığı ve çocuk mortalitesini azaltmada tek başına en etkin yol olduğu bildirilmektedir.^{6,7}

Ancak bu girişimlere rağmen sadece anne sütü alma ve anne sütüne devam etme oranları beklenenden düşük olduğu bildirilmektedir.^{8,9} Gelişmekte olan ülkelerde 6 aydan küçük bebeklerin %39'u sadece anne sütü alırken, %58'i 20. ile 23. aya kadar anne sütü alımını devam ettirmektedir.^{8,10} Altı aydan küçük bebeklerde yalnız anne sütü ile beslenme oranları; İngiltere'de %1, Azerbaycan'da %12, Amerika'da %16,4, Afganistan'da %16, Pakistan'da %53, Çin'de %51, Mısır'da %53, Güney Afrika'da %30 olarak rapor edilmiştir.^{8,11-13}

Emzirmeye erken başlama, uygun teknik, sıklıkla emzirme anne ve bebek üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır. TNSA-2013'e göre, emzirme ülkemizde oldukça yaygın olup, tüm çocukların tamamına yakını (% 96) bir süre emzirilmiştir. İlk 6 ay tek başına anne sütü verme oranı ise %30.1 olarak bulunmuştur. Bebeklerin yüzde 57.9'unun yaşamın ilk iki ayında sadece anne sütü ile beslendiğini göstermektedir. Bu oran çocuğun yaşıyla birlikte hızla azalmakta, 4-5 aylık bebeklerde yüzde 10'a kadar gerilemektedir. 2 aylıktan küçük çocukların yüzde 10'unun anne sütü ile beraber su, içinde su olan sıvılar ve meyve suyu aldıklarını göstermektedir. İki aydan daha küçük çocukların

¹ Muş Alparslan Üniversitesi, emine.egokceoglu@gmail.com

² Harran Üniversitesi, sonay.gokceoglu@gmail.com

dörtte biri anne sütü dışındaki süt ile beslenmiştir. Altıncı aydan on altıncı aya kadar bebeklerin yarısından fazlasına hem anne sütü hem de ek gıda verilmiştir. On altıncı aydan sonra bu yüzde düşmeye başlamakta ve 24-27 aylık çocuklarda yüzde 14'e düşmektedir.²

Emzirmeyi Etkileyen Faktörler

Emzirme olgusu; anne-bebek sağlığını olumlu etkileyen, annenin bebeği ile olan fiziksel ve duygusal bağını kuvvetlendiren anlamlı bir davranıştır.¹¹ Annenin emzirmeye yönelik tutum ve davranışlarına, bebeğin ilk emzirilme zamanına, emzirilme sıklığına, anne ve bebeğin sağlık durumuna, bebeğin doğum sonrası beslenme durumuna, hemşirelerin emzirmeye yönelik tutum ve davranışlarına bağlıdır.¹⁵ Emzirmeyi etkileyen faktörler; bebeğe ait faktörler, anneye ait faktörler, çevresel/toplumsal faktörler olarak gruplandırılır.^{16,17} Emzirmede sadece fizyolojik değil; sosyal ve duygusal faktörler de rol oynamaktadır.¹⁸

Bebeğin ilk altı ay süresince sadece anne sütü ile beslenmesi 'tam emzirme' anlamına gelmektedir. Literatürde, tam emzirmenin sağlanamaması, annelerin bebeğini temel nedeni bebeğin yeterli doymadığını düşünerek sütünü yetersiz algılamasına dayanmaktadır. Bu durum annenin emzirmeye ilişkin tutumunu olumsuz etkilemektedir.¹⁹⁻²¹

Anne Sütünün Yeterliliği

Emzirme döneminde annelerin en sık yaşadıkları endişe sütlerinin bebeklerini beslemeye yetecek miktarda olmadığıdır.²² Hatta anneler; bebeğin ağlaması ve huzursuz olmasını, memelerinin boş veya yumuşak olmasını, bebeğin parmağını emmesi ve sürekli uyanmasını vb. durumları sütlerinin yetersiz olduğu dair kanıt olarak gösterirler.²³

Anneler, bebeklerin yetersiz süt aldıklarını düşünerek erken sürede ek gıda vermeye başlamakta ve bu durum hem bebeğin anne süt alımını hem de süt üretimini etkilemektedir. Bebeğin yeterli anne sütü alıp almadığını somut bir şekilde gösterecek belirtiler konusunda anneler bilgilendirilerek ek ürünlere erken dönemde başlanması veya emzirmenin sonlanması gibi sorunlar önlenmektedir.²²

Anne sütünün yeterli olup olmadığına karar vermeden önce; beslenme yöntemindeki hatalar, annenin beslenme şekli, dinlenme durumu, emosyonel sağlığı, bebeğin emzirilmesini engelleyen sorunlar vb. incelenmelidir.²⁴

Sütün yeterli ya da yetersiz olduğunu gösteren en önemli bulgu bebeğin büyüme eğrisindeki durumudur.²⁵ Süt çocuğu beslenme sonrasında tatmin olmuş görünüyorsa, 2-4 saat uyuyorsa, haftada 115-225 gr kilo artışı varsa, günde 2 ya da daha fazla gaita ve idrar (günde 5-6 kez) yapıyorsa, deri turgoru iyi, fontaneler dolgun ise, sesli ağlıyor, diş gelişimi 5-6 aylıkken başlıyorsa, deri altı yağ dokusu orta düzey kabul ediliyorsa anne sütü yeterlidir. Eğer yenidoğan her iki memeyi boşaltmasına rağmen, uykusu düzensiz ise, huzursuz uyuyorsa, kısa sürede uyanıyorsa, yeterli miktarda kilo almıyorsa sütün yetersiz olduğu söylenebilir.²⁶

Anne sütünün yeterliliği; 24 saatlik testler ve çocuğun kilo takibi ile belirlenebilirken annenin yetersiz süt algısı ölçülememektedir.²⁷ Bu algı en fazla annenin emzirme konusunda kendine yeterince güvenmemesi ve dolayısıyla emzirme özyeterlilik düzeyinin düşük olmasına dayandırılmaktadır.²⁸ Literatürde de, annenin emzirme özyeterlilik düzeyinin sütün yeterlilik algısıyla bağlantılı olduğu ve bu iki algının birbirini etkilediği saptanmıştır.^{20,28,29}

*Anne sütünün yeterli olduğuna dair göstergeler*²⁶

- ✓ Bebeğin günde en az 8 defa emmesi³⁰
- ✓ Emzirme sırasında bebeğin yutkunma seslerinin duyulması durması³⁰
- ✓ Emzirme sırasında annenin memelerinin yumuşaması durması³⁰
- ✓ İdrarın kokusuz, açık renkte olması durması³⁰
- ✓ Bebeğin günde bezini en az 6 kez ıslatması²¹

- ✓ İlk 2 ay bebeğin günde 2-3 kez yumuşak dışkı yapması, 3. aydan sonra bebeğin 3-4 gün bir kez dışkı yapması³⁰
- ✓ Bebeğin ilk aylarda ortalama en az 600 gr alması²¹
- ✓ Emzirmeler arasında bebeğin huzurlu, memnun görünmesi^{30,31}

Yetersiz Süt Kavramı

Yetersiz süt, annede algısal ya da gerçek olarak, bebeğine sütünün yetmediği, bebeğin aç olduğu için ağladığı ya da kilo alamadığı düşüncesi olarak tarif edilmektedir. Yetersiz süt miktarı, birincil ya da ikincil faktörlere bağlı olarak gelişir. Birincil nedenler, annede memelerin fazla dolu olmasına bağlı olarak süt salınımı için hormonal aktivasyonun gerçekleşmemesi ve süt salınımının olmamasıdır. Bu problem kadınların %5'ini etkilemektedir. İkincil sebep ise, annenin emzirme yönetiminde ve emzirmeye olan güveninde var olan sebeplerdir.³²

Anneler sütlerinin bebeklerine yetmediğini düşünse de, gerçekte sütün yetersizliğine nadir rastlanmaktadır.^{33,34} Anne sütü yetersizliği; emzirmeye geç başlama, sık ve etkili emzirmeme, gece emzirmeme, bebeği memeye iyi yerleştirmeme, emzik-biberon kullanma, erken dönemde ek besinlere başlama, özgüven eksikliği, özyeterliliğin düşük düzeyde olması, kaygı, yorgunluk, annenin bebeğinden ayrı kalması, ağrı, üzüntü, sütünün gelmediğini ve bebeğini besleyemeyeceğini düşünme gibi faktörlerden kaynaklanabilmektedir.²⁰ Ayrıca ek besinlere erken başlama ve biberon ile beslemenin yaygın olduğu çalışmalarda belirtilmiştir. Huang ve ark.'nın çalışmasında, annelerin yetersiz süt ürettiklerine dair algıları ile bebeğini biberon ile beslemeleri arasında kuvvetli ilişki saptanmıştır.^{2,14}

Yetersiz süt kavramı ancak bebeğin gelişimine göre karar verilecek bir durumdur. Genellikle; yetersiz süt algısında azalmış bebek memnuniyetinin primer göstergesinin ağlama, huzursuzluk vb. olduğu çalışmalarla desteklenmektedir.²³

Bu amaçla, annelerde süt üretimini artırmak amacıyla yapılan girişimler;

- ✓ Annenin bebeğini sık emzirmesi sağlanmalı
- ✓ Annenin emzirme tekniği, bebeğini tutuş pozisyonu değerlendirilmeli
- ✓ Annenin dengeli ve uygun beslenmesi ve bol sıvı tüketmesi sağlanmalı
- ✓ Bebeğe herhangi bir ek besin verilmemeli
- ✓ Anne üzüntü, stres vb. olumsuz duygulardan kaçınmalı
- ✓ Anne yeterli dinlenmesi ve uyku saatlerini düzenlemeli
- ✓ Annelerin emzirme özyeterliliği geliştirilmelidir.²¹

Yetersiz Süt Algısı

Yetersiz süt algısı, bebeklerin ilk altı ay boyunca anne sütü ile beslenmesini negatif yönde etkileyen faktörlerden biridir. DSÖ yetersiz süt algısının birçok toplumda emzirmeyi bırakmada sıkça gösterilen neden olduğunu belirtmiştir.³⁵ Emzirmenin bırakıldığı zamanlar, sıklıkla doğumdan sonraki ilk haftalara rastlanmaktadır. Yetersiz süt algısı, annede bebeğinin gereksinimlerini karşılayacak düzeyde yeterli süte sahip olmadığı yönünde algı olup, sadece annenin algılarıyla ilişkilidir.²⁷

Emzirmenin başarıyla sürdürülmesinde annelerin sütlerini yeterli algılaması oldukça önemlidir. Yetersiz süt algısı annelerde; sütlerinin bebeklerini beslemeye yetmediği, bebeğin doymadığı için ağladığı ya da kilo alamadığı hissini oluşturmaktadır. Dahası emzirmenin erken bırakılmasına ve ek gıdaya erken başlanmasına neden olmaktadır.^{30,32,36} Ayrıca, emzirme sayısı azaldığı için emme ile birlikte stimüle olan prolaktin miktarı ve dolayısıyla süt miktarı azalmaktadır.³⁷ Annelerin kendilerini emzirme konusunda başarısız hissetmesi süt üretimini de olumsuz etkilemektedir.^{14,21} Çünkü anksiyete doğrudan süt salgılama refleksini etkileyecek bu da anne sütü üretimini etkileyecektir.³⁸

Sütün Yetersizlik Algısını Azaltmada Hemşirenin Rolü

Annenin bebeğini emzirmesini etkileyen çok sayıda faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerden bazıları hemşire desteği ile değiştirilebilirken, bazıları değiştirilememektedir. Değiştirilebilen faktörler; annenin emzirme isteği, emzirmeye ilişkin annenin öz yeterlilik algısı ile yetersiz süt algısı vb.' soyut algılardır. Hemşirenin emzirme başarısını arttırmak amacıyla bu faktörlerin üzerinde durması önemlidir.^{20,38}

Annenin emzirme konusunda bilgi sahibi olması sağlanmalı, böylece bu bilginin davranışa dönüşmesi hedeflenmelidir. Sağlık çalışanları doğru ve yanlış emzirme uygulamalarını annelere göstermeleri önemlidir.³⁸ Emzirmeye yönelik iyi uygulamaları için anne takdir edilmelidir.³⁹ Ayrıca nitelsiz uygulamaların da anne sütü ile beslenmeyi azaltarak ek gıda kullanımını yaygınlaştırmaktadır.⁴⁰ Hemşirenin dikkatli gözlemiyle bebeğin emzirilme pozisyonu ve tekniği ile ilgili hatalı uygulamalar düzeltilmelidir.³⁹ Sağlık çalışanları, annelerin emzirme sürecinde karşılaştıkları zorlukları aşma konusunda onları cesaretlendirilmelidir. Emzirmenin başlatılmasından sorumlu hemşire; emzirmenin etkin bir şekilde sürdürülmesi, anne-bebek bağının kurulması, bebeğin sadece anne sütü ile beslenmesi, bebeğin anne ile aynı odada kalması, annenin aile tarafından desteklenmesi gibi fonksiyonlardan sorumludur. Doğumun hemen ardından sağlık çalışanları, prenatal değerlendirmeyi yapmalı ve başarılı bir emzirmenin başlaması için güven ve cesaret verici stratejiler geliştirmelidir.³⁸

Annelere sık emzirmenin önemi anlatılmalı, anne sütünün yetersiz alımı söz konusu ise, bebeklerin daha sık ve uzun süre emzirilmeleri gerektiği konusunda eğitim verilmelidir.³⁹ Annelerin bebeklerini yeterli ve etkili emzirmesi için anne sütünün önemini kavramanın yanında, etkin emzirmeyi, emzirme tekniklerini, emzirme sıklığını, süresini, erken postpartum dönemde desteklenmeleri önemlidir. Eğitimde önemli fonksiyonu olan ebe/hemşire tarafından anneye verilen eğitimin emzirmenin sürdürülmesinde, meme komplikasyonlarının önlenmesinde, emzirme başarısında büyük rolü olduğu belirtilmektedir.²⁸ Annelerin en çok korku ve endişe taşıdıkları konu sütlerinin yeterli gelip gelmediği korkusudur. Stres, endişe süt üretimini azaltmaktadır Sütün yeterliliğini somut olarak nasıl anlayabilecekleri konusunda anneleri bilgilendirmek çok önemlidir.⁴⁰

Hemşire, emzirme konusunda annenin tüm korkularını, olumsuz düşünce ve duygularını gidererek annenin konforunu sağlamalıdır.

KAYNAKLAR

- 1) Conk Z, Başbakkal Z, Yılmaz H, Bolşık B. Pediatri Hemşireliği, 1. Baskı, Ankara, Akademisyen Tıp Kitabevi, 2013.
- 2) Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü. "2013 Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması" Ankara: Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü, T.C. Kalkınma Bakanlığı ve TÜBİTAK; 2014.
- 3) Gür E. Anne sütü ile beslenme. Türk Pediatri Arşivi, 42: 11-15, 2007.
- 4) World Health Organization/United Nations International Emergency Fund. Baby friendly hospital initiative: revised, updated and expanded for integrated care. Section 3, Breastfeeding Promotion and Support in a Baby-Friendly Hospital, 2009:58.
- 5) Kronborg H, Væth M, Olsen J, Harder I. Health visitors and breastfeeding support: influence of knowledge and self-efficacy. European Journal of Public Health, 18: 283-288, 2007.
- 6) Bhandari N, Kabir, AK, Salam, MA. Main Streaming Nutrition in to Maternal And Child Health Programmes: Scaling up of Exclusive Breastfeeding. Matern Child Nutr, 4 (Suppl) 1: 5-23, 2008.
- 7) Kondolot M, Yalçın S, Yurdakök, K. Sadece Anne Sütü Alım Durumuna Etki Eden Faktörler. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 52(3),122-127, 2009.
- 8) WHO Breastfeeding.(2016).www.who.int/topics/breastfeeding/e n. Erişim tarihi. 02.10.2018.

- 9) Hannula L, Kaunonen M, Tarkka MT. A Systematic Review of Professional Support Interventions for Breastfeeding. *J ClinNurs*, 17(9):1132-43, 2008.
- 10) Victora CG, Bahl R, Barros AJ, França G V, Horton S, Krasevec J, Group TLBS. Breastfeeding in the 21st Century: Epidemiology, Mechanisms, And life long effect. *The Lancet*, 387(10017), 475-490, 2016.
- 11) Yeşilçiçek Çalık K, Coşar Çetin F, Erkaya R. Annelerin Emzirme Konusunda Uygulamaları ve Etkileyen Faktörler. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*,6(3): 80-91, 2017.
- 12) Irmak N. The importance of breastmilk and the factors that effect exclusive breastfeeding. *The Journal of Turkish Family Physician*, 7(2): 27-31, 2016.
- 13) UNICEF October (2016). From The First Hour of Life. Making The Case for Improved Infant and Young Child Feding Every Where.<https://data.unicef.org/wp.../From-the-first-hour-oflife.pdf>.Erişim tarihi. 02.12.2018.
- 14) Huang YY., et al. Factors related to maternal perception of milk supply while in the hospital. *Journal of Nursing Research*, 17(3): 179-188, 2009.
- 15) Akyüz A, Kaya T, Şenel N. Annenin Emzirme Davranışının ve Emzirmeyi Etkileyen Durumların Belirlenmesi, *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 6:331-335,2007.
- 16) Baş Dönmez H. Postpartum depresyonun annelerin bebeklerini emzirmeleri ve bebek büyümesi üzerine olan etkisi. *Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Afyon, Afyon Kocatepe Üniversitesi, 2007.*
- 17) Nilgün Köksal N, Aydoğdu H, Şentürk E, Perçin K, Özkan H. Anne sütünün immünolojik özellikleri, *Güncel Pediatri*, 3:74-77, 2005.
- 18) Thulier D, Mercer J. Variables associated with breastfeeding duration. *Journal of Obstetric, Gynecologic, & Neonatal Nursing*, 38(3), 259-268, 2009
- 19) Duffy PE, Percival P, Kershaw E. Positive effects of an antenatal group teaching session on postnatal nipple pain, nipple trauma and breast feeding rates. *Midwifery*, 13(4):189-196, 1997.
- 20) Dennis CL. Breastfeeding initiation and duration: a 1990-2000 literature review. *Journal of Obstetric, Gynecologic and Neonatal Nursing*, 31(1):12-32, 2002
- 21) Dyson L, McCormick FM, Renfrew MJ. Interventions for promoting the initiation of breastfeeding. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. <http://www2.cochrane.org/reviews/en/ab001688.html> (Erişim tarihi: 25 Eylül 2018).
- 22) Tokat MA, Okumuş H. Emzirme öz-yeterlilik algısını güçlendirmeye temelli antenatal eğitimin emzirme öz-yeterlilik algısına ve emzirme başarısına etkisi. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 10(1), 21-29, 2013.
- 23) Binns CW, Scott JA. Breastfeeding: reasons for starting, reasons for stopping and problems along the way. *Breastfeeding Review*, 10: 13-19, 2002
- 24) Heird WC. Süt Çocukları ve Çocukların Beslenmesi,(Çeviri: T Güran.) Behrman R, Kliegman R, Jenson H. (Editörler). İstanbul, Nobel Tıp Kitabevi, 157- 161. 72, 2008.
- 25) Yağcı RV. Sağlıklı süt çocuğu beslenmesi. *Türkiye Klinikleri Journal of Pediatrical Sciences*, 3: 116-119, 2007
- 26) Gilbert ES, Harmon JS. Yüksek Riskli Gebelik ve Doğum El Kitabı.(Editör: Lale Taşkın) Ankara, Palme Yayıncılık, 673-681,2002
- 27) Hill PD, Humenick SS. Insufficient milk supply. *Image: The Journal of Nursing Scholarship*, 21(3): 145-148, 1989.
- 28) Otsuka K, Dennis CL, Tatsuoka H et al. The relationship between breastfeeding self-efficacy and perceived insufficient milk among Japanese mothers. *Journal of Obstetric, Gynecologic & Neonatal Nursing*, 37(5): 546-555, 2008.
- 29) Gatti L. Maternal perceptions of insufficient milk supply in breastfeeding. *Journal of Nursing Scholarship*, 40(4): 355-363, 2008.
- 30) Tokat MA. Antenatal dönemde verilen eğitimin emzirme öz-yeterlilik algısına ve emzirme başarısına etkisi. (Doktora Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2009.

- 31) West D., & Marasco L. The breastfeeding mothers guide: maing more milk. (1st.ed.,14-190).USA: Mc graw Hill, 2009.
- 32) Neifert M., Bunik M. Overcoming clinical barriers to exclusive breastfeeding. Pediatric Clinics of North America, 60(1), 115-145, 2013.
- 33) Özkara H, et al., Emzirme danışmanlığı. TAF Preventive Medicine Bulletin, 15(6), 2016.
- 34) Gökçeoğlu E. Annelerin Emzirme Özyeterlilikleri İle Sütün Yeterlilik Algısı Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. 2014.
- 35) Effect of breastfeeding on infant and child mortality due to infectious diseases in less developed countries: a pooled analysis. WHO Collaborative Study Team on the Role of Breastfeeding on the Prevention of Infant Mortality. Lancet, 355: 451-455, 2000.
- 36) Gökçeoğlu E, Küçükoğlu S. The relationship between insufficient milk perception and breastfeeding self-efficacy among Turkish mothers. Global health promotion, 24(4): 53-61, 2017.
- 37) Renfrew M., Dyson L., Wallace L., D'Souza L., McCormick F., & Spiby, H. The effectiveness of public health interventions to promote the duration of breastfeeding. National Institute for Health and Clinical Excellence, London, 2005.
- 38) Dennis CL, Faux, S. Development and psychometric testing of the Breastfeeding Self-Efficacy Scale. Research in Nursing and Health, 22: 399-409, 1999.
- 39) Bağ Ö. Annelerin Anne Sütü Hakkındaki Bilgi Düzeyi ve Emzirmeyi Etkileyen Psikososyal Faktörler, Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Klinikleri, Uzmanlık Tezi, İstanbul, 2006.
- 40) Eryılmaz G. Laktasyon ve Emzirme. In: Şirin A, Kavlak O, eds. Kadın Sağlığı, 1. Baskı, İstanbul, Bedray Basın ve Yayıncılık, 759-790, 2008.

ORGANİK VE SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM
ORGANIC AND SUSTAINABLE AGRICULTURE

Arş. Gör. Emine ELİBOL¹
Dr. Öğr. Üyesi Lale Sariye AKAN²

ÖZET

Sağlığımız için önemli rollere sahip olan tarım ürünlerinde gübre, ilaç, hormon gibi kimyasal maddelerin kullanımından dolayı insan, bitkiye ve doğaya zarar görmektedir. Bu nedenle günümüzde toplumlar çevreye ve sağlığa zarar vermeyen doğal ilaçlama ve organik gübre kullanımına eğilim göstermektedir. Sürdürülebilir tarım, çevreye duyarlı, doğayı koruyan, tarımsal uygulamalar ve sistemlerden oluşmaktadır. Amaç, doğayı koruyarak ve doğal kaynakları tüketmeden üretimin gerçekleşmesidir. Organik tarım sürdürülebilir tarım sistemi içerisinde yer almaktadır ve üretimden pazarlamaya kadar geçen süreçte uygulanması gereken prensiplere sahiptir. Organik tarım, doğadaki dengeyi koruyan, doğadaki canlıların sürekliliğini ve toprak verimliliğinde devamlılığı amaçlayan, doğal enerjinin ve kaynakların verimli kullanımını sağlayan bir sistemdir. Ülkemizde üretimi gerçekleşen organik ürünlerin büyük çoğunluğu yurt dışına ihraç edilmektedir. Son yıllarda ise tüketici duyarlılığı ve iç talepte artış meydana gelmiş ve sonuç olarak iç pazar payında artış yaşanmıştır. Ancak ülkemiz uygun ekolojik şartları ve ihracat potansiyeline rağmen dünya genelinde organik pazar payı düşüktür.

Ülkemizin organik tarımda pazar payının artması için eğitim ve danışmanlık hizmetlerinin verilmesi, sertifikasyon yapan kuruluşların sayısı ve yapısı, çiftçilerin bilinçlendirilmesi gibi birçok önemli hususa dikkat edilmesi gerekmektedir. Sonuç olarak; hem gelişmiş ülkelerde hem de gelişmekte olan ülkelerde organik tarım pazar payı gün geçtikçe artmaktadır. Ancak Ülkemizin henüz sahip olduğu potansiyellerine uygun bir üretim gerçekleştiremediği düşünülmektedir. Bu çalışma, organik ve sürdürülebilir tarımın farkındalığını artırmak amacıyla yapılmıştır.

Anahtar kelime: Organik Tarım, Sürdürülebilir Tarım, Sağlık.

ABSTRACT

Due to the use of chemicals such as fertilizers, drugs and hormones in the agricultural products which have important roles for our health, human, plant and the nature is harmed. For this reason, today societies tend to use natural pesticides and organic fertilizers which do not harm the environment and health. Sustainable agriculture is composed of agricultural practices and systems that are sensitive to the environment and protect the nature. The aim is to protect nature and to realize production without consuming natural resources. Organic agriculture is a part of the sustainable agriculture system and has the principles to be applied in the process from production to marketing. Organic agriculture is a system that maintains the balance in nature, continuity of nature in nature and continuity in soil fertility, and provides the efficient use of natural energy and resources. Most of the organic products produced in our country are exported abroad. In recent years, there has been an increase in consumer sentiment and domestic demand, resulting in an increase in the share of domestic market. However, despite the appropriate ecological conditions and export potential of our country, organic market share in the world is low. In order to increase the market share of our country in organic agriculture, it is necessary to pay attention to many important issues such as giving training and consultancy services, the number and structure of the certification bodies, raising the awareness of farmers. As a result; The market share of organic agriculture is increasing day by day in both developed countries and developing countries.

¹ Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, lakan@ybu.edu.tr

² Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, eelibol@ybu.edu.tr

However, it is thought that our country has not been able to produce a production in line with its potential. This study was conducted to increase the awareness of organic and sustainable agriculture.

Keyword (s): Organic Farming, Sustainable Agriculture, Health.

Giriş

Toplumlar, hızlı nüfus artışı nedeniyle, tarımsal ve teknolojik faaliyetler aracılığı ile besin ihtiyacını karşılamak için birim alandan daha fazla ürün elde etmeyi amaçlamıştır. Bu nedenle üreticiler, tarım ilaçları ve kimyasal gübreler kullanmaya başlamıştır (1). Bu uygulamaların kontrolsüz bir şekilde kullanılmaya başlanması çevre ve insan sağlığını olumsuz olarak etkilemiştir. Bu uygulamalar, insan sağlığı üzerinde immünotoksisite, teratojenite, dermal toksisite, kanser, endokrin sistem bozuklukları gibi birçok hastalığa neden olabilmektedir (2). Bu nedenle üreticiler, doğadaki canlılara ve çevreye zarar vermeyen yeni yöntemler araştırmaya başlamıştır. Sürdürülebilir ve sağlıklı tarım anlayışı ile çevreyi koruyan organik tarım veya ekolojik tarım olarak adlandırılan yeni sistem geliştirilmiştir (1).

Organik tarım hem gelişmekte olan ülkelerde hem de gelişmiş ülkelerde yaygınlaşmaktadır. Tüketicilerin sağlığını ve çevreyi koruma eğilimlerinden dolayı özellikle gelişmiş ülkelerde organik tarım daha hızlı ilerlemektedir. Gelişmiş ülkelerde tüketicilerin yetiştirilemeyen ürünlere talebi, uluslararası ticaretin gelişmesine katkı sağlamaktadır. Bu nedenle, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler organik tarıma elverişli ekolojik özellikleri sayesinde, önemli bir organik ürün ihracatçısı ve üreticisi konumuna gelmektedir (3).

Sürdürülebilir Tarım

Konvansiyonel tarımda birim alandan daha fazla verim almak için yapılan uygulamalar nedeniyle uygulanan tarım faaliyetleri sonucu; çevre kirliliği, toprağın aşırı kullanılması ve doğal dengede bozulmalar meydana gelmektedir (4). Bu nedenle tüm dünyada, doğal kaynakların ve çevrenin gelecek nesillere aktarılabilmesini hedefleyen sürdürülebilir tarımın önemi artmıştır (5).

Sürdürülebilir tarımda amaç çevreye zarar vermemek ve doğal kaynakları korumaktır. Türkiye’de sentetik üretim girdilerinin denetimsizce kullanılması ve tarımda yanlış teknik ve teknolojilerinin kullanımının oluşturacağı sorunlar düşünülmeden üretime devam edilmektedir. Sürdürülebilir tarım sosyal, ekonomik ve çevresel dengeyi bir bütün olarak değerlendiren bir yaklaşımdır. Doğal kaynakların korunması, sürdürülebilir tarımda zorunludur. Sürdürülebilir tarımda gelecek için planlar oluşturmalıdır. Bu planlar bireylerin özgürlüğünü kısıtlamamalı ve yaşam standartlarını düşürmemelidir. Sürdürülebilir tarımı sağlamak için önemli göstergeler Tablo 1’de verilmiştir (6). Organik tarım sürdürülebilir tarım sistemi içerisinde yer almaktadır ve üretimden pazarlamaya kadar geçen süreçte uygulanması gereken prensiplere sahiptir (5).

Organik Tarım Tanımı, Avantajları ve Dezavantajları

Organik tarım, farklı ülkelerde farklı isimlerle anılmaktadır. Örneğin Almanya’da ekolojik (ökologish), Fransa’da biyolojik (bioloque) ve İngiltere’de organik (organic) kelimeleri kullanılmaktadır (3). Organik tarım, doğadaki dengeyi koruyan, doğadaki canlıların sürekliliğini ve toprak verimliliğinde devamlılığı amaçlayan, doğal enerjinin ve kaynakların verimli kullanımını sağlayan bir sistemdir (1). Organik tarımda, kimyasal gübre ve ilaç yerine, bitki atıkları organik gübre olarak kullanılmaktadır. Örneğin; hasattan sonra ayçiçek bitkisinin kök, sap ve diğer kısımları organik gübre olarak toprağa karıştırılmaktadır (1).

Organik tarım üreticiliğinin avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır.

Avantajları:

- Organik tarım üretiminde sözleşme yapılması, üretilen ürünlerin tamamının alımının garanti edilmesi
- Konvansiyonel tarımda kullanılan kimyasal gübre gibi girdilerin fiyatının yüksek olması ve organik tarımda izin verilen ölçülerde kullanılmasıyla maliyetin azaltılması
- Gelişmekte olan ülkelerin arazilerinin organik tarım için elverişli olması
- Yeni istihdam alanı oluşturmaları (7).

Dezavantajları;

- Tüketicilerin organik tarım bilincinin yaygınlaşmamasından dolayı bazı güçlüklerle karşılaşılması
- Organik tarım arazisine yakın konvansiyonel tarım uygulamalarının yol açtığı olumsuz etmenler
- Ortak bilinç ve tanıtım oluşturmak için gönüllü ve uzman sayısının eksik olması (7).

Organik üretimde karşılaşılan sorunlar;

- Üretimde kullanılan girdilerin az olmasından dolayı yüksek fiyatlar
- Alt yapı eksiklikleri
- Organik üretimin farkında olunmamasından dolayı iç pazar talebinin az olması
- İç talep azlığı nedeniyle ihracat yapamayanların sorun yaşaması ve ürünü ucuza satması
- Denetim ve sertifikasyon hizmetlerinin pahalı olması (7).

Tablo 1: Sürdürülebilir Tarımın Temel Göstergeleri

Göstergeler	Belirleyicileri
Doğal kaynaklar	Toprağın durumu Su kaynakları Gıda kalitesi ve güvenliği Ürün çeşitliliği
Üreticinin uzun dönemdeki geliri	Üreticilerin pazarlama güçlerinin artırılması ve dış ticaretin geliştirilmesi Üreticilerin elde ettikleri net gelirin uzun dönemli olması Kaynakları etkin kılan üretim verimliliğinin sağlanması
Çevre	Kimyasal atıklar Doğal kaynaklar üzerine tarımın etkisi Sulardaki tuzluluk
Sosyo ekonomik etkiler	Tarımda insan odaklı bir gelişmenin sağlanması ve işgücü eğitimi için çalışmaların geliştirilmesi
Yönetimsel özellikler	Sürdürülebilir tarım uygulamalarının yerine getirilmesi için eğitim çalışmalarının yaygınlaştırılması

Dünyada Organik Tarımın Gelişimi

Organik tarım, ilk kez Avrupa ve Amerika birleşik Devletleri'nde başlamış ardından bütün dünyaya yayılmıştır. Tüketicilerin sağlıklarına ve çevreye olan endişelerinin artmasının üzerine organik tarım yaygınlaşmaya başlamıştır. Tüketicilerin taleplerinin artmasıyla bitlikte organik tarımla ilgilenen çiftçi sayısı artış göstermiş ve bu sayede uluslararası ticaret yaygınlaşmaya başlamıştır (3).

Türkiye'de Organik Tarımın Gelişimi

Dünya da olduğu gibi ülkemizde de organik tarım, çiftçiler tarafından değil Avrupalı organik tarım şirketleri tarafından başlatılmıştır (8). Türkiye'de organik tarım faaliyetleri ilk olarak Ege Bölgesinde üzüm yetiştiricilerine, Avrupalı şirketler tarafından tanıtılıp, ürün yetiştirilmeye başlanmıştır (9,10). Avrupa ülkelerinden gelen taleple birlikte 1980'li yılların ortasından itibaren

organik üretim çeşitlenmiş ve üretim projeleri ülkemizde yürütülmeye başlanmıştır. Başlangıçta yurt dışından gelen temsilcilerle yürütülen organik tarım daha sonra yerel şirketler tarafından yürütülmeye devam etmiştir (3). Tablo 2’de Ülkemizde 2008 ve 2017 yılları arasında organik bitkisel üretim gösterilmiştir (11).

Eryılmaz ve arkadaşlarının (5) yapmış olduğu araştırmada, Avrupa Birliği ülkelerinde organik ürünlerin düzenli olarak tüketildiği ancak ülkemizde tüketiminde düzensizlik olduğu bulunmuştur. Ülkemizde organik ürün tüketiminin düşük olmasının nedeni ise fiyatlarının yüksek olması ve bilgi yetersizliği olarak saptanmıştır.

Tablo 2: Organik Bitkisel Üretim, 2008-2017

	Ürün sayısı (Adet)	Çiftçi sayısı		Hektar		Ton	
		(Adet)	(%)	(Hektar)	(%)	(Ton)	(%)
2008	247	14 926	-8,3	166 883	-4,2	530 224	-6,7
2009	212	35 565	138,3	501 641	200,6	983 715	85,5
2010	216	42 097	18,4	510 033	1,7	1 343 737	36,6
2011	225	42 460	0,9	614 618	20,5	1 659 543	23,5
2012	204	54 635	28,7	702 909	14,4	1 750 127	5,5
2013	213	60 797	11,3	769 014	9,4	1 620 466	-7,4
2014	208	71 472	17,6	842 216	9,5	1 642 235	1,3
2015	197	69 967	-2,1	515 268	-38,8	1 829 291	11,4
2016	238	67 878	-3,0	523 777	1,7	2 473 600	35,2
2017	214	75 067	10,6	543 033	3,7	2 406 606	-2,7

Kaynak: Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı

Organik Tarımda Yasal Düzenlemeler, Kontrol ve Sertifikasyon

Ülkemizde organik tarım sertifikasyon işleri Avrupa Birliği ve Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından akredite olan ve yetkilendirilen kuruluşlar tarafından yapılmaktadır (3).

Avrupa Birliği’nin organik tarım ile ilgili 2092/91 sayılı ilk mevzuatından 3 yıl sonra 18 Aralık 1994 yılında 2245 sayılı ‘Bitkisel ve Hayvansal Ürünlerin Ekolojik Üretilmesine İlişkin Yönetmelik’ yürürlüğe girmiştir. Daha sonra 5262 sayılı ‘Organik Tarım Kanunu’ 2004 yılında yürürlüğe girmiştir. Avrupa Birliği ile uyum sebebiyle 10 Haziran 2005 yılında ‘Organik Tarım Esasları ve Uygulamasına İlişkin Yönetmelik’ yayınlanmıştır. Daha sonra yönetmelik 2006, 2008, 2009 ve 2018 yılında güncellenmiştir (12).

Sonuç

Günümüzde, ilerleyen teknoloji ve gelişen ekonomi sayesinde dünya genelinde hızlı bir değişim yaşanmakta ve bu nedenle toplumların yaşam tarzı, tüketim, üretim ve pazarlama anlayışı değişmiştir. Tüketicilerin tarım ürünleri yetiştiriciliğinde ilaç, gübre, hormon gibi kimyasalların kullanımının insan sağlığı ve çevreye olumsuz etkilerinin farkına varması üretim şeklinde değişikliğe yol açmıştır. Bu nedenle son yıllarda tarımda, bitkiye, sağlığa ve toprağa zarar veren kimyasallar yerine sağlığa ve çevreye zarar vermeyen doğal ilaçlama ve organik gübre kullanımı geliştirilmeye çalışılmaktadır. Sürdürülebilir tarımın bir parçası olan organik tarım, doğayı ve insan sağlığını koruyan bir üretim sistemidir. Hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde üretim, artan organik tarım, ülkemize Avrupalı şirketler tarafından tanıtılmış ve üretimine başlanmıştır. Tüm dünyada ve ülkemizde organik tarım bazı avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Gelecekte organik

tarım alanında var olan sorunların giderilmesi bu alandaki üretimin artmasına imkan sağlayacaktır. Bu nedenle organik tarım ile ilgili gerekli eğitimlerin ve kontrollerin düzenli olarak yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- 1) Gül, V., E. Öztürk, and M. Sezek, *Evaluation of Sunflower Plant Residues for Organic Farming*. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 2018. **6**(6): p. 676-679.
- 2) Canbay, H.S. and S. Ögüt, *Organik ve organik olmayan elmalar ile çiftçilerde pestisit kalıntıları ve toplam antioksidan kapasiteleri*. Sakarya University Journal of Science, 2017. **21**(6): p. 1558-1565.
- 3) Demiryürek, K., *Organik tarım kavramı ve organik tarımın dünya ve Türkiye'deki durumu*. GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 2011. **28**(1): p. 27-36.
- 4) Bayram, B., H. Yolcu, ve V. Aksakal, *Türkiye'de organik tarım ve sorunları*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2007. **38**(2): p. 203-206.
- 5) Eryılmaz, G.A., K. Demiryürek, and M. Emir, *Avrupa Birliği ve Türkiye'de organik tarım ve gıda ürünlerine karşı tüketici davranışları*. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 2015. **30**(2): p. 199-206.
- 6) Turhan, Ş., *Tarımda sürdürülebilirlik ve organik tarım*. Tarım Ekonomisi Dergisi, 2005. **11**(1 ve 2): p. 13-24.
- 7) Ayla, D. ve D. Altıntaş, *Organik Üretim ve Pazarlama Sorunları Üzerine Bir Değerlendirme*. Kastamonu University Journal of Economics & Administrative Sciences Faculty, 2017. **19**(4).
- 8) Demiryürek, K., *Dünya ve Türkiye'de organik tarım*. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2004. **8**(3/4): p. 63-71.
- 9) Aksoy, U., *Ekolojik tarım: Genel bir bakış*. Türkiye, 2001. **2**: p. 14-16.
- 10) Aksoy, U. ve A. Altındişli, *Dünya'da ve Türkiye'de ekolojik tarım ürünleri üretimi, ihracatı ve geliştirme olanakları*. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Yayın, 1999(1999-70).
- 11) *Organik Tarım İstatistikleri 2017*, Türkiye İstatistik Kurumu. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Erişim Tarihi: 01.12.2018)
- 12) Bilen, E., et al., *Dünya ve Türkiyede Organik Tarım*, in *Organik Tarım*. 2012, İmak Ofset. p. 8-37.

MİKROBİYOTA ve OBEZİTE
MICROBIOTA AND OBESITY**Dr. Öğr. Üyesi Nural ERZURUM ALİM¹**
Arş. Gör. Emine ELİBOL²**ÖZET**

Hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde önemli bir halk sağlığı sorunu olan obezitenin prevalansı gün geçtikçe artmaktadır. Obezitenin altında yatan temel faktörler arasında yüksek enerjili diyet tüketimi ve fiziksel aktivite yer almaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalar intestinal mikrobiyotanın enerji metabolizması üzerinde etkilere sahip olduğu ve bu nedenle de obezitenin patogenezinde rol alabileceğini göstermiştir. İnsanların barsaklarında bulunan mikroorganizmalara mikrobiyota ve bunların genomlarına mikrobiyom denilmektedir. Sağlıklı bireylerin barsaklarında bir çok çeşit ve sayıda mikroorganizma bulunmaktadır. Bu mikroorganizmalar 6 grup altında incelenmektedir. Bacteroidetes ve Firmicutes türleri barsak mikrobiyotasının %90'dan fazlasını oluşturmaktadır. Bu mikroorganizmaların sayısı ve çeşidi çevresel faktörlere ve beslenme durumuna göre değişmektedir. Mikrobiyota, mukozal bariyeri koruma, bazı vitamin ve aminoasitlerin üretimi gibi vücut üzerinde önemli etkilere sahiptir. Barsak mikrobiyota dengesinin bozulması (dispiyozis) ile obezite, insülin direnci, depresyon gibi bir çok hastalıkla ilişkilendirilmektedir. Yapılan araştırmalar sonunda, obez bireylerin barsaklarında Bifidobacterium ve Firmicutes türünde azalma; Prevotella ve Bacteroidetes türlerinde ise artış olduğu gözlenmiştir. Barsakta dispiyozis meydana geldiğinde barsak geçirgenliğinde artış olduğu ve kısa zincirli yağ asit üretiminde değişiklik olduğu gösterilmiştir. Bu değişiklikler lipit ve glikoz metabolizmasında değişime, inflamasyona ve sonuç olarak obeziteye sebep olmaktadır. Bu çalışma obezite ve mikrobiyota arasındaki ilişkiye dikkati çekmek amacıyla yapılmıştır.

Anahtar kelime: Mikrobiyota, Mikrobiyom, Obezite

ABSTRACT

The prevalence of obesity, an important public health problem in both developed and developing countries, is increasing day by day. The main factors underlying obesity include high-energy dietary consumption and physical activity. Recent studies have shown that intestinal microbiota has effects on energy metabolism and therefore may play a role in the pathogenesis of obesity. Microbials and their genomes are called microbiome to microorganisms in people's intestines. There are many types and numbers of microorganisms in the intestines of healthy individuals. These microorganisms are examined under 6 groups. Bacteroidetes and Firmicutes species account for more than 90% of the intestinal microbiota. The number and variety of these microorganisms vary depending on environmental factors and nutritional status. Microbiota has significant effects on the body, such as the protection of the mucosal barrier, the production of certain vitamins and amino acids. The disruption of intestinal microbiota (dysplasia) is associated with many diseases such as obesity, insulin resistance and depression. At the end of the researches, Bifidobacterium and Firmicutes type decreased in the intestines of obese individuals; It was observed that there was an increase in Prevotella and Bacteroidetes species. There was an increase in intestinal permeability and changes in short-chain fatty acid production when the dyspnoea occurred in the bowel. These changes cause changes in lipid and glucose metabolism, inflammation and consequently obesity. This study was carried out to draw attention to the relationship between obesity and microbiota.

Key words: Microbiota, Microbiome, Obesity

¹ Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, nalim@ybu.edu.tr

² Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, eelibol@ybu.edu.tr

Giriş

Son yıllarda obezitenin prevalansı hem gelişmekte hem de gelişmiş ülkelerde artış göstermektedir. Dünya Sağlık Örgütü 2016 verilerine göre dünyada yaklaşık 650 milyon obez ve yaklaşık 1,9 milyar fazla kilolu birey bulunmaktadır (1). Türkiye İstatistik Kurumu 2015 verilerine göre 2014 yılında ülkemizde obezite oranı %19,9'dur (2).

Obezitenin etiolojisinde, yüksek enerji içerikli diyet tüketimi, sedanter yaşam gibi çevresel faktörler ve genetik faktörler yer almaktadır (3). Son yıllarda obezitenin gelişiminde mikrobiyota dikkatleri üzerine çekmektedir. Obez bireylerde Bacteroidetes ve Firmicutes oranında meydana gelen değişme kronik inflamatuvar süreçte rol oynamaktadır (4).

İnsan barsak mukozasında mikrobiyota çevresel faktörlere ve beslenme durumuna göre farklılık göstermektedir. Barsak mikrobiyotası obezite, insülin direnci, kanser, şizofreni, anksiyete, depresyon, alerji gibi bir çok hastalıkla ilişkilendirilmiştir (3). Bu derleme çalışmada mikrobiyota ve obezite arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amaçlanmıştır.

İntestinal Mikrobiyota İçeriği

İnsanların barsaklarında bulunan mikroorganizmalara mikrobiyota ve bunların genomlarına mikrobiyom denilmektedir (5).

Sağlıklı bireylerde bir çok çeşit ve sayıda mikroorganizma bulunmaktadır. Bu bireylerde 6 bakteriyel küme vardır. Bacteroidetes ve Firmicutes türleri toplam barsak mikrobiyotasının %90'dan fazlasını oluşturmaktadır (6). Sağlıklı bireylerin mikrobiyotasında bulunan bakteri kümeleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Sağlıklı Bireylerin Mikrobiyotasında Bulunan Bakteri Kümeleri

Bakteri Kümeleri	Örnekleri
Firmicutes	Clostridium, Eubacterium, Ruminococcus, Butyrivibrio, Anaerostipes, Roseburia, Faecalibacterium vb. gram pozitif cinsleri kapsamakta
Bacteroidetes	Bacteroides, Porphyromonas, Prevotella vb. gram negatif cinsleri kapsamakta
Proteobacteria	Enterobacteriaceae gibi gram negatif cinsleri kapsamakta
Actinobacteria	Gram pozitif Bifidobacterium cinsini kapsamakta
Fusobacteria	
Verrucomicrobia	Akkermansia vb. cinsleri kapsamakta

Mikrobiyota ve Makrobesinlerin İlişkisi

Karbonhidrat

Karbonhidratlar mikrobiyotanın en önemli enerji kaynağıdır. Sindirilemeyen polisakkaritler barsakta fermantasyon yolu ile kısa zincirli yağ asitlerini (propiyona, butirat ve asetat) oluşturur. Fermantasyon yolu ile oluşan KZYA'leri vücutta enerji metabolizmasında kullanılır (5).

Yapılan bir araştırmada Avrupa ve Afrika kırsalındaki yaşayan çocuklar karşılaştırılmıştır. Yüksek posa ve bitkisel kaynaklı besinler tüketen Afrikalıların diyetlerinin, mikrobiyotayı korumada rol oynadığı bulunmuştur. Afrikalı çocukların Avrupalılara göre Bacteroidetes oranının yüksek, Firmicutes oranının düşük olduğu saptanmıştır (7).

Proteinler

Barsakta proteinlerde karbonhidratlar gibi intestinal mikrobiyota tarafından fermantasyona uğramaktadır. Diyetle alınan proteinlerin yaklaşık %10'u fermente olabilmektedir (6). Proteinlerin fermantasyonu sonucu amonyak, poliaminler (agmatine, spermine, spermidine, cadaverine), aromatik bileşikler (indol, fenol, p-cresol), organik asitler (formate, laktat, süksinat), kısa zincirli yağ asitleri, nöroaktif bileşenler (serotonin, GABA, histamin, triamin, triptamin, L-DOPA, nitrik oksit, fenetilamin), gazlar (CO₂, H₂, CH₄) ve etanol gibi metabolik ürünler oluşmaktadır (5).

Yağlar

Yüksek yağlı diyetler intestinalde mukozal bütünlüğünü bozmakta, hücrelerin geçirgenliği ve plazma lipopolisakkarit (LPS) seviyesini artırmaktadır. Artan plazma LPS seviyesi, inflamasyona neden olan yolakların aktifleşmesine neden olmaktadır (5).

Yüksek yağlı diyet alımında mikrobiyota, peroksisomal proliferatör-aktif reseptör ko-aktivatör 1'in (beta-oksidasyonda görevli) baskılanmasından ve LPS aktivitesinin artmasından sorumludur. Bu durum diyabet ve obezite gibi hastalıkların oluşumunu hızlandırmaktadır (5).

Mikrobiyotanın işlevi

Barsak mukozası ve intestinal mikrobiyota simbiyotik bir ilişki içerisindedir. İntestinal mikrobiyota barsak epitellerinin devamlılığını sağlar, vücudu patojenlere karşı korur ve metabolik olaylarda görev alır (8). Barsakta mikrobiyotada meydana gelen dengesizliğe disbiyozis adı verilmektedir (3). Barsak hemostazının bozulması sonucu; obezite, diyabet, metabolik sendrom, kanser, gastrointestinal hastalıklar, otizm gibi bir çok hastalık meydana gelebilmektedir (8). İntestinal mikrobiyota değişiminin lokal ve sistemik etkileri Şekil 1'de gösterilmiştir (9, 10).



Şekil 1. İntestinal Mikrobiyota Değişiminin Lokal ve Sistemik Etkileri

İntestinal mikrobiyota ve obezite arasındaki ilişki

Obez bireylerde intestinal mikrobiyota içeriğinde değişiklikler meydana gelmektedir. Obez bireylerin barsak mikrobiyotasında Bifidobacterium ve Firmicutes türünde azalma, Prevotella ve Bacteroidetes türlerinde artış olduğu saptanmıştır (11). Kilolu bireylerde Firmicutes/Bacteroidetes 3:1-25:1 arasında değişmekte iken sağlıklı bireylerde bu oran 1:1'dir (12). Yapılan bir çalışmada, normal vücut ağırlığına sahip ve obez bireylerin mikrobiyota kompozisyonları karşılaştırılmıştır. Araştırmada obez bireylerin barsaklarında Bacteroidetes oranı sağlıklı bireylerden daha düşük, Firmicutes oranının daha yüksek bulunmuştur (13).

İntestinal mikrobiyotada disbiyoz meydana geldiğinde barsak geçirgenliğinde artış olmakta ve kısa zincirli yağ asitleri kolon hücrelerinden dolaşıma geçerek glikoz ve lipit sentezinde kullanılmaktadır. Bu kısa zincirli yağ asitlerinin dolaşıma geçmesi ile birlikte günlük yaklaşık 100 kkal enerji elde edilmektedir (6,12). Schwartz ve arkadaşlarının (14) yaptığı çalışmaya, 30 zayıf,

35 normal kilolu ve 33 obez toplam 98 birey katılmıştır. Çalışmada obez bireylerin ortalama KZYA konsantrasyonu, zayıflardan % 20'den daha fazla bulunmuştur. Armougom ve arkadaşlarının (15) yaptığı araştırmada Bacteroidetes türünde azalma, Firmicutes türünde artış olduğu saptanmıştır. Yapılan başka bir çalışmada obez bireylerin Bacteroidetes oranında azalma olduğu ancak Firmicutes oranında bir fark olmadığı bulunmuştur (16).

Ayrıca enerji metabolizması üzerine etkilerinin yanı sıra mikrobiyota antiinflamatuvar ve proinflamatuvar etkisi ile de obezite gelişimde rol oynamaktadır. Obez bireylerin barsaklarında gram negatif bakterilerin çoğalması ile dolaşımda bakteriyel lipopolisakaritlerin miktarı yükselmekte ve kronik endotoksi meydana gelmektedir. Bu durum insülin direncine ve obezite ile ilişkilendirilmektedir (17).

Sonuç

İntestinal mikrobiyota ile ilgili yapılan çalışmalar son yıllarda artış göstermiştir. Güncel veriler incelendiğinde mikrobiyota, yeni bir organ olarak değerlendirilmeye başlanmıştır. Birçok hastalık üzerinde etkili olduğu düşünülen mikrobiyotanın obezitenin patogenezisinde de rol oynayabileceği yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. Ancak bu konuda yapılan çalışma sayısı yetersiz olup gelecekte yapılacak daha çok çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynaklar

- 1) World Healthy Organization, *Obesity and overweight Fact sheet N°311*. Updated October 2017 [cited 11.16.2018; Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>].
- 2) Türkiye İstatistik Kurumu, *Türkiye Sağlık Araştırması, 2015*. [<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=18854>].
- 3) Çetinbaş, A., *Mikrobiyota*. Euras J Fam Med, 2017. 6(2): p. 51-56.
- 4) Salman, T., et al., *Mikrobiyota ve kanser*. Acta Oncologica Turcica, 2015. 48(2): p. 73-78.
- 5) Yüksel Altuntaş, D. and A. Batman, *Mikrobiyota ve metabolik sendrom*. Turk Kardiyol Dern Ars, 2017. 45(3): p. 286-296.
- 6) Tekin, T., B. Çiçek, and N. Konyaligil, *İntestinal Mikrobiyota ve Obezite İlişkisi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2018. 27(1): p. 95-99.
- 7) De Filippo, C., et al., *Impact of diet in shaping gut microbiota revealed by a comparative study in children from Europe and rural Africa*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2010. 107(33): p. 14691-14696.
- 8) KOÇAK, T. and N. ŞANLIER, *Mikrobesin Öğeleri ve Mikrobiyota Etkileşimi*. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 2017. 6(4): p. 290-302.
- 9) Yalçın, S.S. and M.Ç. Kanatlı, *İntestinal mikrobiyota transplantasyonu; neden, kime, nasıl?* 2015.
- 10) Smits, L.P., et al., *Therapeutic potential of fecal microbiota transplantation*. Gastroenterology, 2013. 145(5): p. 946-953.
- 11) Nadal, I., et al., *Shifts in clostridia, bacteroides and immunoglobulin-coating fecal bacteria associated with weight loss in obese adolescents*. International Journal of Obesity, 2009. 33(7): p. 758.
- 12) Varım, P., M.B. Vatan, and C. Varım, *Kardiyovasküler Hastalıklar ve Mikrobiyota*. Journal of Biotechnology and Strategic Health Research, 2017. 1: p. 141-147.
- 13) Ley, R.E., et al., *Microbial ecology: human gut microbes associated with obesity*. nature, 2006. 444(7122): p. 1022.
- 14) Schwierz, A., et al., *Microbiota and SCFA in lean and overweight healthy subjects*. Obesity, 2010. 18(1): p. 190-195.
- 15) Armougom, F., et al., *Monitoring bacterial community of human gut microbiota reveals an increase in Lactobacillus in obese patients and Methanogens in anorexic patients*. PloS one, 2009. 4(9): p. e7125.

- 16) Turnbaugh, P.J., et al., *A core gut microbiome in obese and lean twins*. nature, 2009. 457(7228): p. 480.
- 17) Kasai, C., et al., *Comparison of the gut microbiota composition between obese and non-obese individuals in a Japanese population, as analyzed by terminal restriction fragment length polymorphism and next-generation sequencing*. BMC gastroenterology, 2015. 15(1): p. 100.

GESTASYONEL DİYABETLİ HASTALARIN ANEMNEZ VERİLERİNE GENEL BİR BAKIŞ: BİTLİS ÖRNEĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Aziz AKSOY¹
Derya BAYRAKTAR²

ÖZET

Gestasyonel diabetes mellitus gebelikte ilk kez ortaya çıkan ya da gebelikte fark edilen, her derecedeki glikoz toleransının bozulması olarak tanımlanır. Bu çalışmada Bitlis Devlet Hastanesinde takip edilen gebelerin gestasyonel diabetes mellitus profilinin çıkarılmasını amaçlanmıştır. Çalışma hastanede yatanlar arasından rastgele seçilen 50 gebeyle yüz yüze görüşülüp 20 soruluk bir anket uygulanarak yapılmıştır. Taramada amaç tanı değil risk altındaki grubu saptamaktır. Tarama için gebenin kişisel anemnez sonuçlarının yanısıra ailesel yatkınlıklarında sorgulanmıştır. Çalışmamıza katılan gebelerin %82'sinin gestasyonel diabetes mellitus hakkında hiçbir bilgisi veya fikri olmadığı tespit edilmiştir. Gestasyonel diabetes mellitus sıklığı %8 olarak bulunmuştur. Bu oran farklı popülasyonlarda %1 ile %14 arasında değişmektedir. Gestasyonel diabetes mellitusta diyet, egzersiz ve insülin tedavileri uygulanmaktadır. Tedavi yapılmadığı durumda tip 2 diabetes mellitus gelişme sıklığı oldukça yüksektir.

Anahtar Kelimeler: Gestasyonel Diyabet, Tip2 Diyabet, Diyabetes Mellitus, Anamnez, Glukoz Tolerans testi

SUMMARY

Gestational diabetes mellitus is defined as the deterioration of glucose tolerance in every degree, which occurs for the first time in pregnancy or is detected during pregnancy. The aim of this study was to determine the gestational diabetes mellitus profile of pregnant women followed in Bitlis State Hospital. The study was conducted with a randomly selected 50 pregnant women face to face interviews and a questionnaire including 20 questions. The purpose of screening is not to identify, but to identify the group at risk. In addition to the personal anemnez results of the pregnant woman, the familial tendencies were investigated. 82% of the pregnant women who participated in our study had no idea or idea about gestational diabetes mellitus. The incidence of gestational diabetes mellitus was 8%. This rate varies between 1% and 14% in different populations. In gestational diabetes mellitus, diet, exercise and insulin treatments are applied. In the absence of treatment, the frequency of developing type 2 diabetes mellitus is quite high.

Keywords: Gestational Diabetes, Type 2 Diabetes, Diabetes Mellitus, Anamnesis, Glucose Tolerance test

GİRİŞ

Gestasyonel diabetes mellitus (GDM), insülin direnci (IR) durumu ve serum insülin düzeylerinde belirgin bir artış ile karakterizedir [1]. Uluslararası Diyabetik Gebelik Çalışma Grupları Birliği (IADPSG), Amerikan Diyabet Derneği (ADA) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) gestasyonel diyabet terimini gebeliğin ikinci yarısında ortaya çıkan; aşikar diyabet olarak, gebelikte diyabetes mellitus terimlerini ise insülin direncinin daha az olduğu gebeliğin erken döneminde standart gebelik dışı kriterler ile tanınan diyabet için kullanmışlardır(2-4). GDM genellikle gebeliğin geç dönemlerinde başlar. Tüm dünyada artan obezite ile üreme çağındaki kadınlarda GDM ile karşı karşıya kalma riskinide artırdığı bildirilmiştir. Düşük risk gurubuna dahil olanlar hariç tüm gebelere açlık plazma glukoz (PG), oral glukoz tolerans testi (OGTT) ve HbA1c taraması önerilerek GDM araştırılır (5,6).

¹ Bitlis eren Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, aksoy_aziz@hotmail.com

² Bitlis eren Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, deryabykrtr98@gmail.com

Gebe kadınlarda GDM'nin patogeneğinde rol oynayan çeşitli hipotezler öne sürülmüştür. Bunlardan biri aşırı yağ dokusunun varlığıdır. Yağ dokusu, fazla kalori veya insülin gibi belirli hormonların varlığında enerji depolamaya yardım eder. Adipoz doku, adipokin olarak bilinen bir grup biyoaktif polipeptidi üretip sekrete edebilen endokrin bir organ olarak da görev yaptığı ortaya konulmuştur. Adipoz dokudan 200 den fazla adipokin ya da sekrete proteinler salındığı bilinmektedir [7]. Bunlar sadece yağ dokusunun düzenlenmesinde yardımcı olmakla kalmaz, aynı zamanda iştah ve tokluk, insülin sekresyonu ve duyarlılığı, endotelial fonksiyon ve inflamasyon gibi çeşitli vücut fonksiyonlarını da düzenler. Ayrıca beyin, karaciğer, pankreas, kas, damar sistemi, kalp fonksiyonlarını da etkilediği gibi, adipokin sekresyonundaki değişiklikler obeziteyi, DM veya DM'nin inflamasyonu gelişimini etkileyebilir [8-10]. Gebelikte diyabet, anne ve bebek sağlığına olumsuz sonuçları olabilir. Gebeliğin ikinci yarısında (gestasyonel diyabet) gelişen ve teşhis edilen diyabet, bebeklerin kilolu olma riskini artırır ve buna bağlı olarak çocukluk obezite riskini artırdığı (11) gibi, Anneler için gestasyonel diyabet, gelecekteki tip 2 diyabet riskini artırmaktadır (12). Gebelik öncesi, sırası ve sonrasında gebelik öncesi bakım ve yaşam tarzı müdahaleleri, hamilelik sırasında diyabetle ilişkili sağlık risklerini kontrol etme, önleme veya azaltma fırsatları sağlayabilir. Bu çalışmada; GDM tanısı konan gebelerin hastalıkla ilgili bilgi düzeyleri, kişisel tanılama değerleri, OGTT değerleri ile Bitlis için GDM profili değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE METOD

Çalışma Bitlis Devlet hastanesinde yatan gebelerle yüz yüze görüşülüp, 20 soruluk bir anket uygulanarak yapıldı. Çalışmaya gönüllü katılan 22-49 yaşları arasında toplam 50 gebe kadın katıldı. Anket Verilerinin değerlendirilmesinde SPSS (ver: 14.0) programı kullanılmıştır. Değerlendirmede frekans dağılımı ve ortalamalar hesaplanmıştır.

BULGULAR

Çalışmaya katılan gebelerin yaş ortalaması 35,58±5,65, Vücut Kitle İndeksi (VKI) ortalamaları 25,71±5,24 olarak bulundu. GDM hastalığını bilenler %18(9), Hastalıkla daha önce bilgisi olmayanlar ise %82(41) olarak belirlendi. Oral glikoz tolerans testi yaptıranlar %64(32), yaptırmayanlar %32(18) olarak bulundu. Kişisel ve aile öykülerine ait veriler, diyet ve egzersiz ile OGTT verileri tablo ve grafikler halinde verilmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların kişisel ve ailesel öyküleri

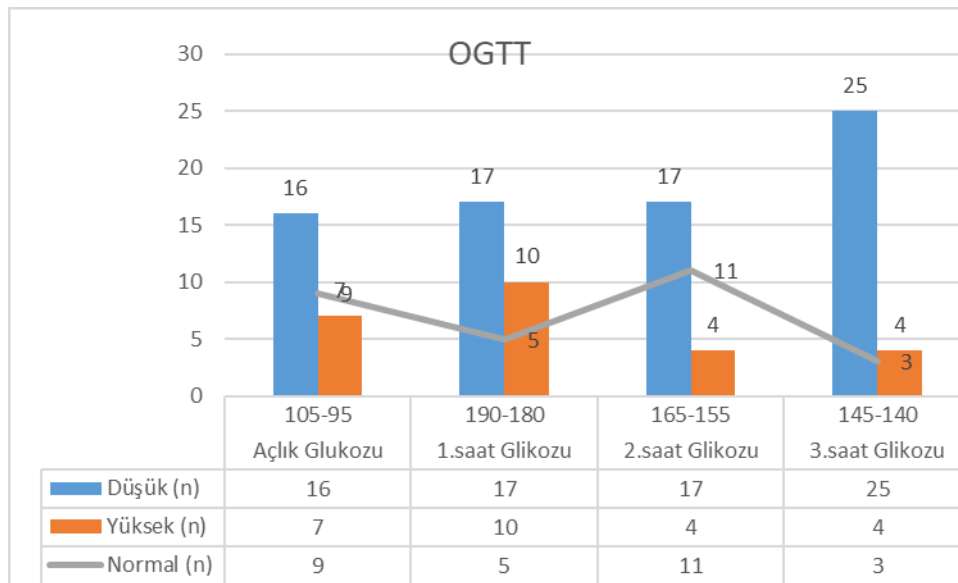
Parametreler	Evet		Hayır	
	n	%	n	%
Önceden yüksek doğum ağırlıklı çocuk doğurma	3	%6	47	%94
Ölü ya da engelli çocuk doğurma	3	%6	47	%94
İkiz veya üçüz çocuk doğurma	0	%0	50	%100
Ailenizde diyabet hastası olan	15	%30	35	%70
Hipertansiyon hastası	18	%36	32	%64
Deri, idrar yolu ve genital enfeksiyonu geçirme	6	%12	44	%88
Önceki gebeliklerde gestasyonel diyabet olan	4	%8	46	%92

Tablo 2. Hamilelik döneminde diyet ve egzersiz yapma değerleri

Diyet ve Egzersiz	Evet		Hayır	
	n	%	n	%
Doktorun diyet önerisi uygulayan	24	%48	26	%52
Diyet ve egzersizi birlikte yapanlar	18	%36	32	%64
Diyet ve egzersizin GDM hastalığına yararlı olduğunu bilme	12	%24	38	%76

Rastgele seçilen gebelerden sadece 32 tanesi oral glikoz tolerans testi yaptırmışlardır. Oral glikoz tolerans testi sonuçları tabloda verilmiştir.

Tablo 3. Oral glikoz tolerans testi değerleri



TARTIŞMA VE SONUÇ

Tüm dünyada Diyabet araştırma kuruluşları GDM taraması için en uygun testin ne olduğu ile ilgili tam görüş birliği sağlanamamıştır. Ülkemizde önerilen tarama testi “Tüm kadınlarda 24 ile 28 hafta arasında 75 gr şeker yüklemesi testi 3 saatlik yapılmalı ve gestasyonel diyabet (gebelik diyabeti) aranmalıdır” şeklindedir (13). Ankara’da yayınlanan 1000 gebede yapılan bir çalışmada gestasyonel diabetes mellitus sıklığı %6,6 bulunurken (14), Trabzon’da yayınlanan, 807 gebenin dahil edildiği başka bir çalışmada bu gebelerin 59’una glukoz tolerans testi yapılmış ve bunların gestasyonel diabetes mellitus sıklığı %1,23 olarak saptanmıştır. Her iki çalışmada da 50 gr glikoz tarama testi ardından 100 gr oral glikoz tolerans testi uygulanmıştır (15). Eskişehir’den yayınlanan 3548 hastanın dahil edildiği 10 yıllık gözlemsel çalışmada gestasyonel diabetes mellitus sıklığı %3,1 (110/3548) olarak bulunmuştur (19). Gestasyonel DM prevalansı ABD’de %6-7 civarındadır (16). Çalışılan popülasyona ve kullanılan tanı testine bağlı olarak, GDM görülme sıklığı %1-14 arasında değişir (17,18) Çalışmamızda gestasyonel diabetes mellitus sıklığı %8 olarak bulunmuştur. Tüm dünyada tarama için kullanılan test metodları ve tanı kriterlerinin farklı olması GDM prevalansının değişkenlik göstermesine neden olmaktadır.

KAYNAKLAR

- 1) Mm WQ, Fan J, Khor S, Song M, Hong W, Dai X. Serum vaspin levels and vaspin mRNA expression in subcutaneous adipose tissue in women with gestational diabetes mellitus. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol. 2014;182:98-101.
- 2) International Association of Diabetes and Pregnancy Study Groups Consensus Panel, Metzger BE, Gabbe SG, Persson B, Buchanan TA, Catalano PA, et al. International association of diabetes and pregnancy study groups recommendations on the diagnosis and classification of hyperglycemia in pregnancy. Diabetes Care 2010;33:676-82.
- 3) American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. Diabetes Care 2014; 37(Suppl 1):S81-90.
- 4) World Health Organisation. Diagnostic Criteria and Classification of Hyperglycemia First Detected in Pregnancy. August 2013. http://www.who.int/diabetes/publications/Hyperglycemia_In_Pregnancy/en/index.html

- 5) Committee on Practice Bulletins-Obstetrics. Practice Bulletin No.137: Gestational diabetes mellitus. *Obstet Gynecol* 2013;122:406-16.
- 6) Öztürk FY, Altuntaş Y. Gestasyonel Diabetes Mellitus. *The Medical Bulletin of Şişli Etfal Hospital*, 2015; 49(1): 1-10.
- 7) Jia X, Wang S, Ma N, Li X, Guo L, Liu X, et al. Comparative analysis of vaspin in pregnant women with and without gestational diabetes mellitus and healthy non-pregnant women. *Endocrine*. 2015;48:533- 40.
- 8) Romacho T, Elsen M, Rohrborn D, Eckel J. Adipose tissue and its role in organ crosstalk. *Acta Physiol (Oxf)*. 2014;210:733-53.
- 9) Blüher M. Adipose tissue dysfunction contributes to obesity related metabolic diseases. *Best practice & research Clinical endocrinology & metabolism*. 2013;27:163-77.
- 10) Luque-Ramirez M, Martinez-Garcia MA, Montes-Nieto R, FernandezDuran E, Insenser M, Alpanes M, et al. Sexual dimorphism in adipose tissue function as evidenced by circulating adipokine concentrations in the fasting state and after an oral glucose challenge. *Hum Reprod*. 2013;28:1908-18.
- 11) Nehring I, Chmitorz A, Reulen H, von Kries R, Ensenauer R. Gestational diabetes predicts the risk of childhood overweight and abdominal circumference independent of maternal obesity. *Diabet Med* 2013;30:1449–56.
- 12) Yang J, Cummings EA, O'Connell C, Jangaard K. Fetal and neonatal outcomes of diabetic pregnancies. *Obstet Gynecol* 2006;108:644–50.
- 13) <http://www.diabetcemiyeti.org/c/gestasyonel-diyabet> (Erişim Tarihi 14.12.2018)
- 14) Yalcin HR, Zorlu CG. Threshold value of glucose screening tests in pregnancy: could it be standardized for every population? *Am J Perinatol*. 1996 Jul;13(5):317-20.
- 15) Erem C, Cihanyurdu N, Deger O, Karahan C, Can G, Telatar M. Screening for gestational diabetes mellitus in northeastern Turkey (Trabzon City). *Eur J Epidemiol*. 2003;18(1):39-43.
- 16) Moyer VA, U.S. Preventive Services Task Force. Screening for gestational diabetes mellitus:US Preventive Services Task Force recommendation statement. *Ann Intern Med* 2014;160:414-20
- 17) American Diabetes Association. Gestational Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*. January 2003; 26(1), 103–5.
- 18) American Diabetes Association. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*, 29 (1) January 2006, 43–8.

DİYABETUS MELLİTUS'TA BAZI BİTKİSEL ÜRÜNLER VE GIDA TAKVİYELERİNİN ÖNEMİ

Dr. Öğr. Üyesi Aziz AKSOY¹
Derya BAYRAKTAR²

ÖZET

Diyabetis Mellitus (DM) son yıllarda en çok görülen hastalıklardan olmuştur. Dünyada ve Ülkemizde de yayılımı çok fazla olan bu hastalık hakkında birçok araştırma yapılmıştır. Ancak su anda kesin ve yaygın bir çözümü olmasada komplikasyonların en aza indirilmesi için çalışmalar yapılmaktadır. DM'un erken tanı ve tedavisi hastalığın prognozu hakkında oldukça büyük önem taşımaktadır. DM belli bir yaş ortalaması olmayıp her yaşta görülebilir. Günümüzde tıbbi tedavi ve bakımının yanında alternatif tıpta büyük önem kazanmış ve bunun için birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışma DM'un ne olduğu dünyada ve Ülkemizde yaygınlığı, tanı kriterleri, akut ve kronik komplikasyonları, tıbbi tedavinin yanında, alternatif bitkisel takviye ürünler (Banaba (*Lagerstroemia speciosa* L.), bitter melon (*Momordica charantia* L.), Çemen otu (*Trigonella foenum-graecum* L.), Gurmar (*Gymnema sylvestre*), Tarçın (*Cinnamomum verum* J.S. Presl.), Krom (Chromium), Kore ginsengi (*Panax ginseng*), Amerikan ginsengi (*Panax quinquefolius*) ile tedavi ve bunların diyabet üzerine etkileri irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Diyabetus Mellitus, Gıda Takviyeleri, Bitkisel Ürünler, Alternatif Tıp, DM

SUMMARY

Diabetes Mellitus (DM) has been one of the most common diseases in recent years. A lot of research has been done about this disease which has a very wide spread in the world and in our country but there is no definitive and common solution at the moment. The prognosis of the disease is of paramount importance. DM is not a certain age average and can be seen at any age. Nowadays, in addition to medical treatment and care, alternative alternative medicine has gained importance and many studies have been done. In this study, the prevalence of DM in the world and in our country, diagnostic criteria, acute and chronic complications, as well as medical treatment, exercise, nutritional therapy, alternative herbal supplement products (Banaba (*Lagerstroemia speciosa* L.), bitter melon (*Momordica charantia* L.), Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.), Gurmar (*Gymnema sylvestre*), Cinnamon (*Cinnamomum verum* JS Presl.), Chromium (Chromium), Korean ginseng (*Panax ginseng*), treatment with American ginseng (*Panax quinquefolius*) and their diabetes The effects are examined.

Key Words: Diabetes Mellitus, Food Supplements, Herbal Products, Alternative Medicine, DM

GİRİŞ

Diabetes mellitus (DM), dünya genelinde 300 milyondan fazla insanı etkileyen en yaygın endokrin bozukluktur. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, diyabet prevalansı, tüm dünyada 2025 yılına kadar nüfusun %5.4'ünü kapsayacak şekilde yaklaşık 347 milyon kişi olabileceği öngörülmektedir. Hastalık dünyanın her yerinde görülmekte ve hızla dünya çapında büyümektedir (1,2).

Batı tıbbi prensipleri doğrultusunda geliştirilen terapiler genellikle etkinlik açısından sınırlıdır, gelişmekte olan dünya için genellikle çok maliyetli olmakla birlikte, yan etki riskinde beraberinde taşır. Bu nedenle, DM'un erişilebilir ve zahmetli farmasötik sentez gerektirmeyen bitki kaynaklı bileşiklerle tedavi edilmesini çekici hale getirmiştir.

¹ Bitlis Eren Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, aksoy_aziz@hotmail.com

² Bitlis Eren Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, deryabyrkr98@gmail.com

GELİŞME

Diabetes mellitus, hiperglisemi, hiper lipemi, hiper aminoasidemi ve hipo insülinemi ile karakterize sistemik bir metabolik hastalıktır, hem insülin sekresyonunda hem de insülin aktivitesinde azalmaya neden olur (3,4). Hastalık düşük yaşam kalitesi ve mortalite ve morbidite için artmış risk faktörleri ile ilişkilidir. Genellikle diyabet olarak adlandırılan diabetes mellitus (DM) Yüksek kan glukoz düzeyleri (hiperglisemi), glukozun idrara dökülmesine, dolayısıyla tatlı idrar terimine yol açar. Bu da idrar çıkışını artırır, susuzluğa ve su tüketiminin artmasına neden olur. İnsülin yetmezliği sonunda iştah ve gıda tüketimindeki artışa rağmen kilo kaybına neden olur. Tedavi edilmeyen diyabetik hastalarda ayrıca halsizlik, bulantı ve kusma görülür. Mesane, deri ve vajinal enfeksiyonlar geliştirmeye yatkındırlar. Kan şekeri düzeylerindeki dalgalanmalar bulanık görmeye neden olabilir. Dahası, çok yüksek şeker seviyeleri koma ve hatta ölümlerle sonuçlanabilir (5). Normalde, kan glukoz seviyeleri, pankreas tarafından üretilen bir hormon olan insülin tarafından sıkı bir şekilde kontrol edilir. İnsülin kan şekeri seviyesini düşürür. Kan şekeri yükseldiğinde (örneğin, yemek yedikten sonra), insülin, glikoz seviyesini normalleştirmek için pankreastan salınır. Diyabetli hastalarda, insülin eksikliği veya yetersiz üretimi hiperglisemiye neden olur. Günümüzde diyabet kronik bir tıbbi durumdur, yani kontrol edilse de ömür boyu sürer (6,7). Bu durum daha az yan etkileri nedeniyle bitkisel ilaç ve besin takviyelerini yaygın olarak bir çare kaynağı haline getirmiştir. Son birkaç yılda, Gelişmekte olan ve gelişmiş ülkelerde doğal kökenleri bilinen bitkisel ilaçlara olan ilgi daha da artmıştır. Bitkisel ilaçların potansiyeli önemlidir ve sentetik anti diyabetik ilaçlardan daha az yan etkileri de aşıkardır. Bu çalışmada bazı bitkisel potansiyel yararı toplumun çoğu tarafından bilinen Banaba (*Lagerstroemia speciosa* L.), bitter melon (*Momordica charantia* L.), Çemen otu (*Trigonella foenum-graecum* L.), Gurmar (*Gymnema sylvestre*), Tarçın (*Cinnamomum verum* J.S. Presl.), Krom (Chromium), Kore ginsengi (*Panax ginseng*), Amerikan ginsengi (*Panax quinquefolius*) gibi bazı alternatif tedaviye katkısı olan bu bitkiler hakkında bilgi verilmiştir.

Banaba (*Lagerstroemia speciosa* L.)

Güneydoğu Asya başta olmak üzere dünyanın çeşitli bölge ve neredeyse her ikliminde yetişebilir. Lagerstroemia olarak tanımlanan Banaba, Filipinler ve Hindistan'a özgü 30 feet yüksekliğe kadar büyüeyebilen çiçekli bir bitkidir. Banaba bitkisi krep mersin olarak da bilinir. Yıl boyunca büyük dalları içinde sarkan pembe ve lavanta çiçekleri ve 7 cm genişliğinde 17 cm uzunluğunda yaprakları koyu kabuğu ile kendisini gösterir (8). Banaba yapraklarından elde edilen ekstraktların farelerde diyabetik semptomları azalttığı, karaciğerde kiloları ve lipidleri azalttığı bildirilmiştir (9). Filipinler'de diyabet hastaları arasında 1940 yıldan beri halk tıbbı olarak kullanılmıştır (10). Banaba bitkisinin (*Lagerstroemia speciosa* L.) yapraklarında bulunan korosolik asit (CA), bir pentasiklik triterpendir ve hipoglisemik etkilere sahiptir. Saf korosolik asitin insanlarda 60 dakika içinde kan şekeri seviyesini düşürdüğü bildirilmiştir. Corosolic asit ayrıca anti-hiperlipidemik, anti-oksidan, anti-inflamatuar, antifungal, antiviral etkilerinin yanı sıra ince bağırsakta kolesterol emilim süreci üzerinde bazı doğrudan etkileri de vardır (11).

Bitter melon (*Momordica charantia*)

Momordica charantia (MC) (acı kavun). Afrika, Asya ve Güney Amerika'da yetişen bu tropikal sebze, acı kavun ya da "bitkisel insülin" olarak bilinir. Kabak, karela veya balsam armutu olarak da bilinir. Çin, Güney Amerika, Hindistan, Karayipler ve doğu Africa'da diyabet tedavisi için kullanılan popüler bir bitkidir. Diyabetli hastalarda glukoz düşürücü etkileri için geleneksel tıpta yaygın olarak kullanılan bir bitkidir (12,13). Deneysel hayvan modellerinde olgunlaşmamış meyvelerinin suyu glikoz düşürücü etkisi göstermiştir. Acı kavun preparatlarının ağızdan uygulanması, tip 2 DM hastalarında klinik olarak denendiğinde de önemli sonuçlar göstermiştir (14). Ayrıca hamilelikte ve diğer glukoz düşürücü ajanların kullanıldığı durumlarda kontrendikedir (15). MC'den alınan alkolle ekstrakte edilen charantin, karışık steroidlerden oluşur ve bir hayvan

çalışmasında tolbutamide (bir oral glukoz düşürücü ilaç) etkisinden daha güçlü olduğu bildirilmiştir (16). MC'nın yararlı işlevine dair modern bilimsel kanıtlarla desteklenen geleneksel kullanımla, bugün diyabet için en umut verici bitkilerden biridir. Hindistan'daki MC'nın geleneksel kullanımlarının araştırılması, diyabetli hastalarda kan glukoz düzeylerini düşürmenin en önemli bitkilerden biri olduğunu ortaya koymuştur (17).

Çemen Otu: (*Trigonella foenum graecum*)

Fabaceae ailesinden yıllık bir bitkidir. Çemen otu, eski Mısırlılar tarafından kullanılan ve Çin ve Hindistan gibi Asya ülkelerine yaygın geleneksel bir ilaçtır. Çemen otu tohumları polisakkarid galaktomannanın zengin bir kaynağıdır ve ayrıca diosgenin, yamogenin, gitogenin, tigogenin ve neotigogenler gibi saponinler içerir (18). Çemen otu tohumları genellikle Hint baharatlarının ana bileşenlerinden olup, antioksidan özelliği de gösterilmiştir. Çemen otu tohumlarından elde edilen yeni bir amino asit olan 4-hidroksilüksin, hem sıçanlarda hem de insanlarda glukoz uyarımlı insülin salınımını arttırmıştır (19). 2 ve 8 g / kg bitki ekstrelerinin oral yoldan uygulanması diyabetik sıçanlarda kan glikoz seviyelerinde doza bağlı azalma sağlamıştır (20). Sıçanlarda *T. foenum graecum*'un hipoglisemik etkileri ilk olarak 1974'te bildirilmiştir (21). Yapılan bir çalışmada DM hastalarında *T. foenum graecum* ekstresi alındıktan sonra plazma glikoz seviyeleri azaldığıda bildirilmiştir (22,23).

Ginseng: *Panax ginseng*, *P. quinquefolius*

Panax cinsi, çok sayıda tür içerir: *Panax ginseng* (Asya ginsengi, Çin ginsengi, Kore ginsengi) ve *Panax quinquefolius* (Amerikan ginsengi). Bu otun kökeni geleneksel olarak Asya'da kullanılmış ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki en popüler botanik bitkidir (24). Ginseng (*panax*)'in genel sağlığı iyileştirmesi, kardiyovasküler hastalıklar ve diyabet tedavisi gibi birçok hastalığa yararı vardır. Ginseng, belki de insüline benzer bir aktivite veya hepatik glikoz metabolizmasını değiştirerek hipoglisemiye neden olabilir. Buettner ve ark., ginseng'in diyabetik ve diyabetik olmayan popülasyonlardaki kan glikozu üzerindeki etkisinin çelişkili klinik verilerini bulmuştur (25).

Hayvan çalışmalarında, oral yolla uygulanan ginseng kökü, 4 hafta sonra sıçanlarda yüksek fruktozun indüklediği insülin direncinin etkilerini, glikoz konsantrasyonlarını düşürdüğünü ve ayrıca insülin direncini önlediğini göstermiştir (26). Ginseng kökü etanol ekstresi, yüksek yağ kaynaklı hiperglisemi fare modelinde kilo alımı, açlık kan şekeri, trigliserit ve yüksek serbest yağ asidi seviyelerini önlemiştir (27). Klinik çalışmalar Amerikan ginsenginin diyabetik hastalarda kan glikozunu düşürme kabiliyetine sahip olduğunu bildirmiştir. (28) Tip II diabetes mellituslu olgularda ginseng'in glukoz tehdidinden 40 dakika önce alındığında belirgin azalma gözlenmiştir (29).

Chromium

Temel bir mineral olan krom, glikoz metabolizmasının kolaylaştırılmasında önemli bir rol oynar. Kepekli tahıllar, yumurta sarısı, brokoli ve bira mayası, yüksek miktarlarda krom içerir (30). Tip 2 diyabetli hastaların birkaçında kromla takviye edildikten sonra glukoz metabolizmasında önemli değişiklikler olduğu sonucuna varmışlardır. Araştırmacılar krom cevabının, bireysel insülin fenotiplerine, yüksek insülin direncine sahip kişilerle daha duyarlı olabileceğini belirtmişlerdir (31) T2DM hastalarında 20 adet randomize kontrollü krom takviyesi çalışılmış, HbA1c, 14 çalışmanın 5'inde azalma görülmüştür (32). Mevcut kanıtların düşük dayanımına bağlı olarak, krom takviyeleri sınırlı bir etkinliğe sahiptir ve mevcut T2DM'li hastalarda glisemik kontrol için kullanımlarını tavsiye etmek için çok az gerekçe olduğu ileri sürülmüştür (33). Yapılan bir diğer çalışmada tip 2 diyabetik hastalarda krom pikolinat tüketiminin açlık kan şekerini, HbA1c, total kolesterol, trigliserit, LDL, HDL ve malondialdehid azalttığını göstermişlerdir bu sonuçlar tip 2 diyabetik hastalarda kan glikozu, HbA1c, lipit profili ve lipit peroksidasyonu üzerine krom pikolinat takviyesinin yararlı olabileceğini ileri sürmüştür (34).

Gurmar: (*Gymnema sylvestre*)

G. sylvestre, Asclepiadaceae ailesine ait odunsu bir bitkidir. Hindistan, Malezya, Srilanka, Endonezya, Japonya, Vietnam, tropikal Afrika ve Çin Halk Cumhuriyeti'ni Güney Batı Bölgesi'nde yaygın bir şekilde bulunur (35). *G. Sylvestre*, gymemik asit S [I-XVIII ve gymnemosaponins IV] olarak bilinen bir grup triterpen saponinine içerir. Raporlar, *G.sylvestre*'in oral uygulamasının, diyabetle ilişkili etiyolojik faktörlerin birçoğunu hedef alan çeşitli etki alanları uyguladığını göstermektedir. Bu etki alanları kronik inflamasyon (36), obezite (37) enzimatik defektler ve pankreatik β -hücre fonksiyonu dahil olmak üzere, β -hücre sayısında artış ve insüline hücre geçirgenliğini artırarak İnsülin salınımında artış göstermiştir (38) *Gymnema sylvestre* tozu mineral içeriği; kalsiyum (1542.63 mg / 100g), magnezyumda (592.40 mg / 100g) ve demir (36.91 mg / 100g) yönünden yüksek bulunmuştur. Kalsiyumun, insülin kullanarak kan glikoz seviyesini azaltan glikoz tolerans faktöründe (GTF) önemli bir rol oynadığı bildirilmiştir. *Gymnema sylvestre* (yaprak, toz ve ekstrakt) diyabetik hastalara antidiyabetik aktivitesi ve zengin mineral içerikleri beslenme durumu açısından faydalı olduğunda bildirilmiştir (39).

Tarçın: (*Cinnamomum verum*)

Cinnamomum tarçından çıkarılan gövdesi; baş ağrısı, ateş, soğuk algınlığı, Çin tıbbında kalp çarpıntısı ve kabızlık, nörojenik hastalık tedavisi bu bitki ilaç olarak kullanılmaktadır. Biyoaktif olarak çeşitli çalışmalarla antialerjenik, anti kanser etkileri yanı sıra antibiyotik etkileride gösterilmiştir (40). Tarçının hücresel glukoz metabolizmasını etkileyerek açlık glukoz plazma ve HbA1C seviyesini düşürdüğü bildirilmiştir. Özellikle Tip2 tanısı konmuş hastalarda glukoz metabolizmasını ve insülin duyarlılığı üzerine faydalı etkileri gösterilmiştir (41). Cinnamomum sıcak su ekstraktları ile gargara yapılması ağız florasını dengelediği ve çürükleri önlediği ile ilgili, antibakteriyel etkiside gösterilmiştir (42). Sıcaklık stresine maruz bırakılan 180 erkek ve dişi japon bildircinleri (*Coturnix coturnix Japonica*) üzerinde yapılan bir çalışmada karma yemlere farklı dozlarda ilave edilen tarçın yağının antioksidan aktivite, serum glikoz, trigliserit, HDL, LDL ve toplam kolesterol düzeyleri üzerine etkileri araştırılmıştır. çalışmada, sıcaklık stresinin etkisi ile serum glikoz, trigliserit ve LDL kolesterol düzeyleri artarken, sıcaklık stresine maruz bırakılan gruplarda kullanılan tarçın yağının her iki düzeyi de serum glikoz, trigliserit ve LDL kolesterol düzeylerini azaltmıştır (43). Tarçın polifenollerini in-vitro insülin benzeri aktivite göstermiştir (44). Tarçın insülini güçlendirici özelliği gösterir ve metabolik sendroma bağlı diyabet semptomlarının giderilmesinde rol oynar (45). Bazı çalışmalarda, sağlıklı kişilerde 6 gramlık tarçın ile alınan kan glikozu önemli ölçüde azalmış, ancak 3 gramlık tarçının yutulması onu azaltmamıştır. (46). Sulu bir tarçın ekstresinin insanlarda insülin duyarlılığını arttırdığı gösterilmiştir (45).

SONUÇ

Geleneksel ilaçların hastalıklarının daha iyi ve kalıcı bir şekilde iyileştirildiğine inanırlar. Bu yüzden yerli bilgi kırsal topluluklarda oldukça kabul görmektedir. Geleneksel fitoterapilerin eski zamandan günümüze daha uyumlu ve kabul edilebilir şekilde geldiği bilinmektedir. Yaygın kullanım nedeniyle, halk bitkisel ilaçları sadece bir tercih durumu değil aynı zamanda alternatif seçeneklerin olmadığı bir durum gibi görmektedir. Nüfusun çoğunluğunun geleneksel tedavi yöntemlere bel bağladığı bir böyle bir tıbbi tedavi sistemi, daha fazla tıbbi araştırma için göz ardı edilmemelidir. Diyabet küresel bir sorundur ve her yıl antidiyabetik ilaçların ithalatında önemli miktarda döviz kaybı vardır. Yerli ilaç kaynaklarının yerel sanayinin işbirliği ile kullanılması, yabancı ilaçların satın alınmasıyla ilgili harcamaları en aza indirecektir. Yerli bitkilerin ekonomik önemi göz önünde bulundurulduğunda, araştırma ve geliştirme çabalarına odaklanılmalıdır. Bu nedenle, kırsal halkın geleneksel bitkisel tedavilerini kanıtlamak için keşfedilen bitki türleri üzerinde fitokimyasal ve klinik araştırma çalışmalarının yapılması faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Medagama, A.B. and R. Bandara, The use of Complementary and Alternative Medicines (CAMs) in the treatment of diabetes mellitus: Is continued use safe and effective? *Nutr. J.*, 2014;13:102.
2. American Diabetes Association, 2009. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 2009;32:S62-S67.
3. Maiti R, Jana D, Das UK and Ghosh D. Antidiabetic effect of aqueous extract of seed of *Tamarindus indica* in streptozotocin induced diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology* 2004;92:85-91.
4. Wadkar KA, Magdum CS, Patil SS and Naikwade NS. Antidiabetic potential and Indian medicinal plants. *Journal of Herbal Medicine and Toxicology* 2008;2:45-50.
5. Nigam V, Behl N. Diabetes And Medicinal Plants: A Promise For Today And Tomorrow. *International Journal Of Scientific Research*. 2018;7(4):59-62.
6. Kadarian C, Broussalis AM, Miño J, Lopez P, Gorzalczy S, Ferraro G and Acevedo C. Hepatoprotective activity of *Achyrocline satureioides* (Lam) D. C. *Pharmacology Research* 2002;45:57-61.
7. Andrade-Cetto A and Wiedenfeld H. Hypoglycemic effect of *Acosmium panamense* bark on streptozotocin diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology* 2004;90:217-220.
8. Stohs Sidney J, Howard Miller, Gilbert Kaats R. A review of the efficacy and safety of banaba (*Lagerstroemia speciosa* L.) and corosolic acid. *Phy Res* 2012;26(3):317-324.
9. Suzuki Y, Unno T, Ushitani M, Hayashi K, Kakuda T. Antiobesity activity of extracts from *Lagerstroemia speciosa* L. leaves on female KK-Ay mice. *J Nutr Sci Vitaminol. (Tokyo)*,1999;45(6):791-795.
10. Garcia F. On the hypoglycemic effect of decoction of *Lagerstroemia speciosa* leaves (banaba) administered orally. *J Phil Is Med Assoc.* 1940; 20:395-402.
11. Hussain Fahad. Analgesic and anti-diarrhoeal activities of *Lagerstroemia speciosa* roots in experimental animal model. *D U J Pharm Sci.* 2015; 13(1):57-62.
12. P. K. Prabhakar and M. Doble, Mechanism of action of natural products used in the treatment of diabetes mellitus, *Chinese Journal of Integrative Medicine*, 2011;17(8), pp.563–574.
13. Chaturvedi P, George S, Milinganyo M, Tripathi YB. Effect of *Momordica charantia* on Lipid profile and oral glucose tolerance in Diabetic rats. *Phytother. Res.* 2004;18:954-956.
14. Srivastava Y, Venkatakrishna-Bhatt H, Verma Y, Venkaiah K, Raval BH. Antidiabetic and adaptogenic properties of *Momordica charantia* extract. An experimental and clinical evaluation. *Phytother.Res.* 1993;7:285-289.
15. Basch E, Gabardi S, Ulbricht C. Bitter melon (*Momordica charantia*): a review of efficacy and safety. *Am. J. Health-Syst.Pharm.* 2003;60:356-359.
16. Sarkar S, Pranava M, Marita R. Demonstration of the hypoglycemic action of *Momordica charantia* in a validated animal model of diabetes. *Pharmacol. Res.*1996;33:1-4.
17. Hasan I, Khatoon S. Effect of *Momordica charantia* (bitter gourd) tablets in diabetes mellitus: Type 1 and Type 2. *Prime Res Med (PROM)* 2012;2(2):72-74.
18. Mandegary A, Pournamdari M, Sharififar F, et al., Alkaloid and flavonoid rich fractions of fenugreek seeds (*Trigonella foenum-graecum* L.) with antinociceptive and anti-inflammatory effects, *Food and Chemical Toxicology*, 2012;50(7):2503–2507.
19. Sauvaire Y, Petit P, Broca C, Manteghetti M, Baissac Y, Fernandez-Alvarez J, Gross R, Roy M, Leconte A, Gomis R, and Ribes G. 4-hydroxyisoleucine: a novel amino acid potentiator of insulin secretion. *Diabetes*, 1998;47:206–210.
20. Khosla P, Gupta DD, and Nagpal RK. Effect of *Trigonella foenum graecum* (fenugreek) on blood glucose in normal and diabetic rats. *Indian J. Physiol. Pharmacol.*,1995;39: 173–174.
21. Mishkinisky JS, Goldschmied A, Joseph B. Hypoglycaemic effect of *Trigonella foenum graecum* and *Lupinus termis* (Leguminosae) seeds and their major alkaloids in alloxan diabetic

- and normal rats, Archives Internationales de Pharmacodynamie et de Therapie, 1974;210(1):27–37.
22. Madar Z, Abel R, Samish S, Arad, J. Glucose-lowering effect of fenugreek in non-insulin dependent diabetics, European Journal of Clinical Nutrition, 1998;42(1):51–54.
 23. Sharma RD, Raghuram TC, Rao NS. Effect of fenugreek seeds on blood glucose and serum lipids in Type I diabetes, European Journal of Clinical Nutrition, 1990;44(4):301–306.
 24. Dascalu A, Sievenpiper JL, Jenkins AL, Stavro MP, Leiter LA, Arnason JT, Vuksan V: Five batches representative of Ontario-grown American ginseng root produce comparable reductions of postprandial glycemia in healthy individuals. Can J Physiol Pharmacol 2007;85:856–864.
 25. Buettner C, Yeh GY, Phillips RS, Mittleman MA, Kaptchuk TJ: Systematic review of the effects of ginseng on cardiovascular risk factors. Ann Pharmacother 2006;40:83–95.
 26. Liu TP, Liu IM, Cheng JT. Improvement of insulin resistance by panax ginseng in fructose-rich chow-fed rats. Horm Metab Res. 2005;37:146–51.
 27. Yun SN, Moon SJ, Ko SK, Im BO, Chung SH. Wild ginseng prevents the onset of high-fat diet induced hyperglycemia and obesity in ICR mice. Arch Pharm Res. 2004;27:790–6.
 28. Cho WC, Chung WS, Lee SK, Leung AW, Cheng CH, Yue KK. Ginsenoside Re of Panax ginseng possesses significant antioxidant and antihyperlipidemic efficacies in streptozotocin-induced diabetic rats. Eur J Pharmacol. 2006;550:173–9.
 29. Vuksan V, Stavro MP, Sievenpiper JL, Koo VY, Wong E, Beljan-Zdravkovic U, et al. American ginseng improves glycemia in individuals with normal glucose tolerance: effect of dose and time escalation. J Am Coll Nutr. 2000;19:738–44.
 30. Anderson RA, Bryden NA, Polansky MM: Dietary chromium intake: freely chosen diets, institutional diet, and individual foods. Biol Trace Elem Res 1992;32:117–121.
 31. Cefalu WT, Rood J, Pinsonat P, Qin J, Sereda O, Levitan L, Anderson RA, Zhang XH, Martin JM, Martin CK, Wang ZQ, Newcomer B. Characterization of the metabolic and physiologic response to chromium supplementation in subjects with type 2 diabetes mellitus. Metabolism 2010;59:755–762.
 32. Wang ZQ, Qin J, Martin J, Zhang XH, Sereda O, Anderson RA, Pinsonat P, Cefalu WT: Phenotype of subjects with type 2 diabetes mellitus may determine clinical response to chromium supplementation. Metabolism 2007;56:1652–1655.
 33. Yoo KM, Lee C, Lo YM, Moon B. The hypoglycemic effects of American red ginseng (*Panax quinquefolius L.*) on a diabetic mouse model. J Food Sci. 2012;77(7):H147-52.
 34. Nutritional and Therapeutic Interventions for Diabetes and Metabolic Syndrome (Second Edition), Vincent JB. Chapter 29 - Beneficial Effects of Chromium(III) and Vanadium Supplements in Diabetes. Academic Press. 2018;365-374
 35. Leach. MJ. *Gymnema sylvestre* for Diabetes Mellitus: A Systematic Review, Journal of Alternative Complement medicine. 2007;13(9):977.
 36. Preuss HG, Bagchi D, Bagchi M, Rao CV, Dey DK. Diabetes Obes Metab 2004;6(3): 171-180.
 37. Cefalu WT, Ye J, Wang ZQ. Efficacy of dietary supplementation with botanical on carbohydrates metabolism in humans. Endocr Metab Immune Disord Drug Targets 2008;8(2):78-81.
 38. Al-Romaiyan A, Liu B, Asare-Anane H, Maity CR, Chatarjee SK, Koley N, et al., A Novel *Gymnema sylvestre* extract stimulates Insulin secretion from human Islets in vivo and in-vitro. Phytother Res 2010;24(9)1370- 1376
 39. Sharma D, Sawate AR, Patil BM, Kshirsagar RB. Studies on physico chemical characteristics of *Gymnema sylvestre* (Leaf, powder and extract). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 2017;6(5):250-255.
 40. Kim IR, Eom TW. Theological study on pharmacological effects of extracts and essential oil from various parts of *Cinnamomum cassia*. Res Inst Ori Med 2003;7:33-39.

41. Bingöl FN, Akbulut G. Type 2 Diabetes Mellitus and Cinnamon. Bozok Tıp Derg. 2012, 3:39-46.
42. Kiuchi F, Hioki M, Nakamura N, Miyashita N, Tsuda Y, Kondo K. Screening of crude drugs used in Sri Lanka for nematocidal activity on the larva of *Toxocara canis*. Shoyakugaku Zasshi 1989;43:288-293.
43. Tonbak F, Çiftçi M. Sıcaklık Stresine Maruz Bırakılan Bildircinlarda Rasyona İlave Edilen Tarçın Yağının (*Cinnamomum Zeylanicum L.*) Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkisi. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi. 2013;27(2):061-066.
44. Anderson RA, Broadhurst CL, Polansky MM, et al. Isolation and characterization of polyphenol type-A polymers from cinnamon with insulin-like biological activity. J Agric Food Chem 2004;52:65-70.
45. Gruenwald J, Freder J, Armbruester N. Cinnamon and health. Crit Rev Food Sci Nutr 2010;50:822-29.
46. Qin B, Panickar KS, Anderson RA. Cinnamon: Potential role in the prevention of insulin resistance, metabolic syndrome, and type 2 diabetes. J Diabetes Sci Technol 2010;4:685-93.

GASTROÖZEFAGEAL REFLÜ HASTALIĞI İLE ASİMETRİK DİMETİL ARJİNİN ARASINDAKİ KORELASYON

Nihat AKA¹
Canan DEMİR²
Halit DEMİR³

ÖZET

Gastroözefageal reflü, midedeki asitlerin patolojik olarak mideden yemek borusuna doğru geri bir şekilde kaçıışı olarak adlandırılır. Gastroözefageal reflü hastalığının sebepleri arasında yemek borusunun uzun bir süre çok sayıda mide asidik içeriği ile teması yatmaktadır. Mide asidik içeriğinin yemek borusu ile uzun süreli teması esnasında bazı hasarlar meydana gelmektedir, bu durum yanma hissini oluşturmaktadır. ADMA protein yapısında bulunan L-arjininin amino asidinin hücre içi metiltransferaz enzimleri ile metillenmesiyle sentezlenmektedir. Asimetrik dimetilarjinin (ADMA) nitrik oksit sentaz enziminin (NOS) inhibitörü olarak kabul edilir. Yapılan çalışmalarda literatür de ilk kez olarak insan idrarında saptanmıştır. Literatür çalışmalarında, kronik böbrek yetmezliği, asimetrik dimetilarjinin (ADMA)'nın endotel disfonksiyonu, hiperhomosisteinemi, hiperglisemi ve hiperhomosisteinemi ve aterosklerozda önemli görevler aldığı bulunmuştur. ADMA 'nın önemli bir belirteç olarak göz önüne alındığı ve bazı hastalıklarda düzeyinin yükseldiği bildirilmiştir. Yapılan literatür çalışmalarında, ciddi karaciğer yetmezliği olan hastalarda plazma asimetrik dimetilarjinin (ADMA) düzeyinin yükseldiği bildirilmiştir. Yine ADMA'nın metabolizmasında karaciğerin önemli ölçüde görev aldığı bildirilmiştir. ADMA'nın diyabet insülin rezistans sendromunda tip 1 diyabette, tip 2 diyabette, beşçet hastalığı gibi endotel hasarı ile seyreden dejeneratif hastalıklarda, gestasyonel diyabette, insülin rezistansında ve insülinopenik diyabetik rat modellerinde arttığı bulunmuştur.

Sonuç olarak, asimetrik dimetilarjinin (ADMA) gastroözefageal reflü hastaların etiyopatonezinde önemli rol oynayabilir.

Anahtar Kelimeler: Asimetrik Dimetilarjinin, Biyokimyasal, ADMA.

Giriş:

Asimetrik dimetilarjinin (ADMA), arjinin amino asitinin translasyon sonucu değişikliğe uğramış haline denir (Böger ve ark., 2003). Yapılan çalışmalarda asimetrik dimetil arjininde meydana gelen yükselişte hipertansiyon, hiperkolesteremi, diabetes mellitus, sigara gibi bazı hastalıkların değerinin değiştiği bildirilmiştir (Mugge ve ark., 2003; Leiper ve ark., 2002). Normal şartlarda ADMA oluşumu için iki kompleks reaksiyon sonucunda meydana gelebilmektedir. İlki proteinlerdeki arjinin kalıntılarının metillenmesi, diğeri ise bu metillenmiş proteinlerin proteoliz yoluyla serbest aminoasitlere kadar parçalanmasıdır. Serbest ADMA, meydana gelen bu yıkım sonucu oluşabilmektedir. Proteinlerdeki arjinin kalıntılarının metil gruplarının eklenmesini, protein arjinin metil transferaz (PRMT) enzimleri sağlar (Clarke, 1993). Yapılan literatür çalışmalarında böbrek yetmezliği ADMA düzeyleri arttığı bildirilmiştir. Böbrek yetmezliği olan hastalarda biriken ADMA miktarı ile gelişen endotel disfonksiyonu arasında ilişki vardır. Hemodiyaliz hastalarında gelişen endotel disfonksiyon, kardiyovasküler olaylar ve mortalitede, ADMA sorumlu faktörlerden birisi olabilir. Hemodiyaliz ile ADMA'nın vücuttan uzaklaştırıldığı, fakat diyaliz sonrası ADMA değerlerinin hemen yükseldiği, diyaliz öncesi değerlere döndüğü tespit edilmiştir (Vallance ve ark., 2004). Literatürde yapılan başka bir çalışmada, hem deneysel hayvan çalışmalarında hemde tip 1 ve

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Biyokimya Anabilim Dalı, 65100, Van-Türkiye.

² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, 65100, Van-Türkiye.

³ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Biyokimya Anabilim Dalı, 65100, Van-Türkiye

tip 2 diyabette ADMA seviyelerin arttığı bildirilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada ise insulin rezistansı olan hastalarda ADMA düzeyinde artış gösterdiği saptanmıştır (Lentz ve ark., 2003; Böger ve ark., 1998). Literatürde yapılan başka bir çalışmada, akut koroner sendromlu olgularda ADMA seviyelerinde artış gözlenmiştir. Aynı hastaların medikal tedavi sonrası ADMA seviyelerinin bu sefer düştüğü bildirilmiştir (Bae ve ark., 2005). Yapılan başka bir çalışmada ise karotid arterlerine balon uygulanan tavsanların rejenerendotelyumunda sağlıklı olanlara göre düşük intraselülerarjinin ve artan ADMA seviyeleri bulunmuştur (Zoccali ve ark., 2004). Alzheimer hastalarında homosistein ve ADMA'nı yükseldiği buna karşın NO düzeyinin ise düştüğü bildirilmiştir (Kielstein ve ark., 2005).

Gastroözefageal reflü hastalığının sebepleri arasında yemek borusunun uzun bir süre çok sayıda mide asidik içeriği ile teması yatmaktadır. Mide asidik içeriğinin yemek borusu ile uzun süreli teması esnasında bazı hasarlar meydana gelmektedir, bu durum yanma hissini oluşturmaktadır. Gastroözofageal reflü hastalığının ortaya çıkması için midedeki agresif faktörler, mide asiti, pepsin, safra ve pankreas sıvısının yeterli süre içerisinde özofagusepiteli ile karşılaşması gerekir ve bu durumda gastroözofageal reflü hastalığı oluşur (Kahrilas ve Quigley, 1996; Shay ve ark., 2004). Gastroözofageal reflü hastalığı pirozis ve regürjitasyon belirtileri ile karakterize olan kronik bir hastalıktır. Bu belirtileri görülme sıklığı Türkiye'de %20'lere kadar çıkabilmektedir. Gastroözofageal reflü hastalığı genel olarak sık görülen ve insan yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyen faktörlerden birisidir. Yaşam kalitesinde bozulmayla birlikte, kronik gastroözofageal reflü hastalığı nedeniyle bazı komplikasyonlar ortaya çıkmaktadır, bunu sonucunda özofageal darlık, barrettözofagusu ve özofagus adenokarsini oluşabilmektedir (Kielstein ve Zoccali, 2005; DeVault ve Castell, 2005; Vakıllı ve ark., 2006; Kav, 2017). Yapılan çalışmalarda, her reflü belirtisinin doku hasarı ile ilişkili olmadığı bildirilmiştir. Ayrıca, noneroziv reflü hastalığı çok yaygın olarak görüldüğü ispatlanmıştır. Kronik pirozis belirtisi olan hastaların hepsinde organik bir hastalık varlığı şüphesi ortaya çıkmaktadır, bu nedenle endoskopik girişimlerin sıklığı giderek yaygınlaşmaktadır (Badillo ve Francis, 2014; Vela, 2014). Türkiye'de yapılan bir çalışmada gastroözofageal reflü hastalığında endoskopik bulgular çalışmasında hasta grubundaki bütün bireylerde endoskopi sonucunda hastaların sadece %34'ünde eroziv reflü hastalığı olduğu bildirilmiştir (Bor ve ark., 2008; Unal ve Bor, 2011).

Sonuç:

Yapılan literatür çalışmalarında, ADMA üretiminin hipoksi gibi hücrel stres durumlarında yükseldiği bildirilmiştir (Zoccali ve ark., 2004). Yapılan başka bir çalışmada ise ADMA düzeylerinin hemorajik şokta arttığı bulunmuştur. Şiddetli hemoraji durumunda oluşan oligüriden dolayı düşmüş üriner atılım nedeniyle ADMA seviyelerinde yükseliş göstermiştir (Anemon ve ark., 2003). Yapılan başka bir çalışmada yükselmiş ADMA seviyelerinin preeklampsi patogeneğinde önemli rol alabileceğini belirtmişlerdir (Slaghekke ve ark., 2006). Akut karaciğer yetmezliği olan hastalarda yapılan çalışmada ADMA seviyelerinin hasta grubunda arttığı bulunmuştur (Mookerjee ve ark., 2007). Literatür çalışmalarında, kronik böbrek yetmezliği, asimetric dimetilarjinin (ADMA) 'nın endotel disfonksiyonu, hiperhomosisteinemi, hiperglisemi ve hiperhomosisteinemi ve aterosklerozda önemli görevler aldığı bulunmuştur. ADMA 'nın önemli bir belirteç olarak göz önüne alındığı ve bazı hastalıklarda düzeyinin yükseldiği bildirilmiştir. Yapılan literatür çalışmalarında, ciddi karaciğer yetmezliği olan hastalarda plazma asimetric dimetilarjinin (ADMA) düzeyinin yükseldiği bildirilmiştir. Yine, ADMA'nın metabolizmasında karaciğerin önemli ölçüde görev aldığı bildirilmiştir.

Gastroözefageal reflü hastalığının tedavisinde ilk önce belirti ve komplikasyon oluşumunda rol oynayan mide asidini düşürülmelidir. Gastroözefageal reflü hastalığının başlangıç ve süregelen tedavisi için en etkili ilaç grubu proton pompası inhibitörleri (PPI)'dir (DeVault ve Castell, 2005). Proton pompası inhibitörleri midenin korpus ve fundusunda bulunan parietal hücrelerdeki

HCl asit sekresyonunun son basamağında görev alan H-K ATPaz enzimi olarak da bilinen proton pompasını inhibe ederek etkilerini gösterirler (Gralnek ve ark.,2006).

Sonuç olarak, asimetrik dimetilarjinin (ADMA) gastroözefagealreflü hastaların etiyopatonezinde önemli rol oynayabilir.

KAYNAKLAR

- 1) Böger RH, Vallance P, Cooke JP. (2003) Asymmetricdimethylarginine (ADMA): a keyregulator of nitricoxidesynthase. *AtherosclerosisSupplements* 4: 1–3.
- 2) Mugge A, Hanefeld C, Boger RH: Plasmaconcentration of asymmetricdimethylarginineandthe risk of coronaryheartdisease: rationaleanddesign of themulticenter CARDIAC study. *AtherosclerSuppl.* 4: 29-32, 2003.
- 3) Leiper J, MacAllister R, Whitley G, Santa Maria J, Chubb A et al.. (1999) Identification of twohumandimethylargininedimethylaminohydrolaseswithdistincttissuedistributionsandhomolog ytomicrobialargininedeiminases. *Biochem J.* 343:209–214.
- 4) Clarke S. (1993) Protein methylation. *CurrOpin Cell Biol.* 5: 977–983.
- 5) Vallance P, Leiper J. (2004) CardiovascularBiology of theAsymmetricDimethylarginine: DimethylarginineDimethylaminohydrolasePathway. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* 24:1023–30.
- 6) Lentz SR, Rodionov RN, Dayal S. Hyperhomocysteinemia, endothelialdysfunction, andcardiovascular risk: thepotential role of ADMA. *AtherosclerosisSupplements* 2003; 4: 61-5.
- 7) Böger RH, Bode-Böger SM, Heistad DD, Lentz SR. Elevatedplasmaconcentration of asymmetricdimethylarginine (ADMA), an endogenousinhibitor of nitricoxidesynthase, in monkeyswithhyperhomocysteinemia. *Circulation* 1998; 98: 733.
- 8) Bae SW, Stühlinger MC, Yoo HS, Yu KH, Park HK, Choi BY, et al. Plasmaasymmetricdimethylarginineconcentrations in newlydiagnosedpatientswithacutemyocardialinfarctionorunstableanginapectorisduringtwoweek s of medicaltreatment. *Am J Cardiol* 2005;95:729-733.
- 9) Zoccali C, Mallamaci F andTripepi G. Novelcardiovascular risk factors in end-stagerenaldisease. *J Am SocNephrol* 2004; 15: 77-80.
- 10) Kielstein JT, Impraim B, Simmel S, Bode-Boger SM, Tsikas D, et al. (2004) Cardiovasculareffects of systemicnitricoxidesynthaseinhibitionwithasymmetricaldimethylarginine in humans. *Circulation*;109:172–177.
- 11) Kielstein JT, Zoccali C. AsymmetricDymethylarginine: A Cardiovascular risk factorand a uremictoxincoming of age? *Am J KidneyDis* 2005;46:2:186-202.
- 12) Krugmann J, Neumann H, Vieth M, Armstrong D. What is the role of endoscopyandoesophagealbiopsies in themanagement of GERD? *Best PractResClinGastroenterol* 2013; 27: 373-85.
- 13) Vakil N, vanZanten SV, Kahrilas P, et al. The Montreal definitionandclassification of gastroesophagealrefluxdisease: a globalevidencebasedconsensus. *Am J Gastroenterol* 2006; 101: 1900-20.
- 14) DeVault KR, Castell DO. Updatedguidelinesforthediagnosisandtreatment of gastroesophagealrefluxdisease. *Am J Gastroenterol*2005; 100: 190-200.
- 15) Kav T. Gastroözofagealreflü hastalığında kime, ne zaman üst gisendoskopisi yapılır? Rutin özofagus biyopsisinin yeri nedir? Hangi endoskopik özofajit sınıflaması kullanılmalıdır? *Turk J Gastroenterol* 2017; 28(Suppl 1): S22-S25.
- 16) Badillo R, Francis D. Diagnosisandtreatment of gastroesophagealrefluxdisease. *World J GastrointestPharmacolTher.* 2014; 5: 105-12.
- 17) Vela MF. Diagnosticwork-up of GERD. *GastrointestEndoscClin N Am.* 2014; 24: 655-66.

- 18) Unal NG, Bor S. Turkiye Klinikleri J Gastroenterohepatol-Special Topics 2011; 4: 9-25.
- 19) Bor S, Vardar R, Vardar E, Takmaz S, Mungan ZA. Endoscopic findings of gastroesophageal reflux disease in Turkey: Multicenter prospective study (Gorhen). Gastroenterology 2008; 134: 4(Suppl 1); A-600.
- 20) Anemon A, Backman V, Snygg J, vonBothmer C, Fandriks L, Petterson A. Accumulation of an endogenous inhibitor of nitric oxide synthase during graded hemorrhagic shock. Circ Shock 1994; 44(3): 111-4.
- 21) Slaghekke F, Dekker G, Jeffries B. Endogenous inhibitors of nitric oxide and preeclampsia: a review. J Matern Fetal Neonatal Med 2006; 19(8): 447-52.
- 22) Mookerjee RP, Dalton RN, Davies NA. Inflammation is an important determinant of levels of the endogenous nitric oxide synthase inhibitor asymmetric dimethylarginine (ADMA) in acute liver failure. Liver Transpl 2007; 13(3): 400-5.
- 23) Kahrilas PJ, Quigley EM. Clinical esophageal pH recording: a technical review for practice guideline development. Gastroenterology 1996; 110: 1982-96.
- 24) Shay S, Tutuian R, Sifrim D, et al. 24-h ambulatory simultaneous impedance and pH monitoring: a multicenter report of normal values from 60 healthy volunteers. Am J Gastroenterol 2004; 99: 1037-43.
- 25) Gralnek IM, Dulai GS, Fennerty MB, et al. Esomeprazole versus other proton pump inhibitors in erosive esophagitis: a meta-analysis of randomized clinical trials. Clin Gastroenterol Hepatol 2006; 4: 1452-8.

**TOTAL SÜLFİHİDRİL DÜZEYİNİN İLE BAZI HASTALIKLAR ARASINDAKİ
KORRELASYON**

Halit DEMİR¹
Nihat AKA²
Canan DEMİR³

ÖZET

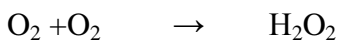
Tiyoller, bir sülfür atomu ve bir karbon atomuna bağlı bir hidrojen atomundan meydana gelen aynı zamanda tiyol grubu olarak da adlandırılan sulfhidril grubu (-SH) ihtiva eden bir bileşiktir. Plazmada protein tiyolleri genel olarak, protein sulfhidril gruplarını ve protein karışık disülfürleri homosistein, sisteinilglisin, sistein ve glutasyon ile ilişkilidir. Protein SH grupları oksidasyon zincirini kırma özelliğine sahip oldukları için güçlü antioksidan özelliklere sahipler. Plazma proteinleri, önemli derecede serum albumin yapısındaki serbest sülfidril grupları sebebiyle oksidasyona karşı oldukça hassastırlar. Bu nedenle, proteinlere bağlı sülfidril grubunu tayin etmenin oksidatif stresi saptamada markır olabileceği bildirilmiştir. Plazma protein SH grupları oksidatif hasara karşı hassas olup koroner arter hastalığı, romatoidartrit, hemodiyaliz, diabetes mellitus gibi hastalıklarda düzeyinin düştüğü bildirilmiştir. Yapılan literatür çalışmalarında, kronik böbrek yetmezliği hastalarda da lipidperoksidasyon düzeyinin yükseldiği, buna karşılık antioksidan savunma sisteminin düştüğü saptanmıştır. Bu çalışmada, total sülfidril düzeyinin bazı hastalıklarla ilişkisi açıklandı.

Sonuç olarak, total sülfidril düzeyi klinikte önemli bir biyobelirteç olarak kullanılabilir

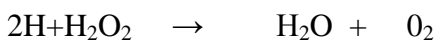
Anahtar Kelimeler: Total Sülfidril Düzeyi, Biyokimyasal Parametre, Korrelasyon.

GİRİŞ

Serbest radikaller, üzerlerinde ortaklanmamış elektron içeren çok reaktif molekül veya atomlardır. Kimyasal özellikleri sebebiyle lipidmembranı, protein, karbonhidrat ve DNA gibi hücreyel yapılarla reaksiyona girip hasar oluştururlar. Günümüzde birçok hastalığın etiolojisinden bu radikallerin sorumlu olduğu bilinmektedir (Freeman ve ark.,1982; Carrole ve Halliwall,1987). Reaktif oksijen türlerinin reaktivitesi yüksektir ve hemen hemen tüm hücre komponentlerine saldırarak dokularda hasara yol açabilirler. Oksidatif stresin ve serbest oksijen radikallerinin artması, çeşitli kanser türlerinin riskinin artması ile de ilişkilidir. Organizma açısından iki önemli radikal molekül süperoksit anyonu (O₂⁻) ve hidroksil radikalidir (OH⁻). Süperoksit dismutaz (SOD EC:1.15.1.1.) ve glutasyon peroksidaz (GSH-Px EC:1.11.1.4) enzimleri radikalik hasardan hücreyi koruyan çok önemli iki enzimdir. SOD, süperoksit radikalini hidrojen peroksite (H₂O₂) çeviren çok önemli bir savunma mekanizmasıdır



Oluşan H₂O₂ serbest radikal yapısında bir molekül olmamasına rağmen Cu ve Fe gibi metallerin rol oynadığı Haber-Weiss ve Fenton tipi reaksiyonlarla toksik OH⁻ radikalinin toksik etkisinden korurlar.



Hücre içinde bir tripeptit (glutamik asit, sistein ve glisin) olarak sentezlenen glutasyon, NADPH'ı kullanarak hücrelere indirgeyici güç sağlamaktadır. Hücrede esas olarak indirgenmiş formda (GSH) bulunur. Glutasyonun (GSH) hücre, doku ve organ sistemlerinin bütünlüğünün yapısal ve

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Biyokimya Anabilim Dalı, 65100, Van-Türkiye

² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Biyokimya Anabilim Dalı, 65100, Van-Türkiye

³ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, 65100, Van-Türkiye.

fonksiyonel olarak korunmasında antioksidan bir molekül olarak önemi büyüktür. Aşırı oksidatif stres veya antioksidan potansiyelin yetersizliğinde gözlenen oksidatif hasar sonucu, GSH düzeyi azalmakta ve serbest radikal harabiyetine bağlı olarak patolojik durumlar ortaya çıkmaktadır. GSH; kanser, yaşlanma, ateroskleroz, nörodejeneratif hastalıklar gibi birçok hastalığın patofizyolojisinde yer alması açısından önem taşımaktadır (Aksoy, 2002).

Glutasyon; dokularda birbiriyle dengede bulunan indirgenmiş glutasyon (GSH) ve okside glutasyon (GSSG) olmak üzere iki şekilde bulunur. İntrasellüler GSH, selenyum içeren glutasyon peroksidaz enzimi ile GSSG'ye dönüştürülür (Arrick ve Nathan, 1984). GSH aynı zamanda hidrojen peroksitin ve diğer peroksitlerin indirgenmesini katalizler (Pascual ve ark., 1992).

Tiyoller, bir sülfür atomu ve bir karbon atomuna bağlı bir hidrojen atomundan oluşan bir tiyol grubu olarak adlandırılan-SH ihtiva eden organik bileşiklerdir.Sülfhidril grubu içeren bileşikler antioksidanlar grubunda yer almaktadırlar (Ames,1983; Feeney ve ark.,1976). Yapılan çalışmalarda, tiyoller, güçlü antioksidandırlar. Yine, tiyol grupları kanser engeleyici özellikleri de vardır (HansenveJones 2006).

Tiyoller canlı organizmalarda önemli bileşiklerdir; birçok biyolojik yükseltgenme indirgenme tepkimelerinde birbirlerine dönüşürler. Antioksidan aktiviteye sahip önemli biyotiyollerden olan glutation (GSH), sistein (CYS), homosistein (HCYS), N-asetilsistein ve γ -glutamilsisteindir.Yapılan bir literatür çalışmasında prostat kanseri hastalarında GSH miktarının düştüğü saptanmıştır (AhmedAmar ve ark., 2018).Yapılan başka bir çalışmada ise larenks kanserli hastalarda GSH düzeyinin sağlıklı kontrol grubuna göre azaldığı bildirilmiştir (Bozan ve ark., 2018).Çok farklı hasta gruplarında yapılan çalışmalarda yine GSH düzeyinin hasta gruplarında düştüğü bulunmuştur (Arslan ve ark., 2012;Gecit ve ark., 2012;Sehitogullarıve ark., 2014; Sayın ve ark., 2014; Gonullu ve ark., 2014; Gecit ve ark., 2015; Pirinççi ve ark., 2016; Demir ve ark., 2018; Asker ve ark., 2018; Bozan ve ark., 2018).

Yapılan çalışmalarda, tiyollerin aynı zamanda meyve ve sebzelerde bulunan fitokimyasalların antioksidan özelliklerini yükselttikleri bulunmuştur (Jones ve ark., 1992).

Yapılan çalışmalarda protein SH grupları oksidasyon zincirini kırma özelliğine sahip önemli antioksidanlardan biridir. Literatürde, protein yapısında olup vücutta oldukça fazla miktarda bulunan albuminin güçlü bir ekstrasellüler antioksidan olduğu bildirilmiştir. Literatürdeki bir çalışmada, hemodiyaliz seansının protein sülfidril (SH) grupları üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada hemodiyaliz öncesi ile hemodiyaliz sonrası arasında protein sülfidril (SH) grupları istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı saptanmıştır. Hemodiyaliz sonrasında ise öncesi ile kıyaslandığında anlamlı olarak arttığı bildirilmiştir (Halliwell, 1991; Köken ve ark., 2001).

Vücudun antioksidan savunma sistemlerinde yer alan bazı önemli enzimatik antioksidanlar vardır. Radikallerin sebep olduğu hasar vücutta süperoksitdismutaz, katalaz ve glutasyon S-transferaz enzim sistemleri ve aynı zamanda glutasyon (GSH), sistein (CYS), homosistein (HCYS), N-asetilsistein ve γ - glutaminsistein gibi önemli biyolojik tiyoller tarafından önlenir.Tiyoller, yükseltgenme reaktifleriyle tepkimeye girdiklerinde genellikle birleşirler ve disülfür oluştururlar.

SH grupları romatoidartrit, koroner arter hastalığı romatoidartrit, diabetes mellitus oksidatif hastalıklarda azaldığı bildirilmiştir.KBY'li hastalarda da oksidatif hasarın arttığı, antioksidan aktivitenin azaldığı gösterilmiştir (Lorber ve ark,1964; Collier ve ark., 1990; Kadota ve ark,1991; Dasgupta ve ark., 1992).Yapılan başka bir çalışmada ise sigara kullanımının miktarının artmasıyla oksidatif hasar yükselerek, protein sülfidril (SH) düzeylerinde azalma olduğu saptanmıştır (Ahiyev, 2006).

SONUÇ

Yapılan literatür çalışmalarında, kronik böbrek yetmezliği hastalarda da lipidperoksidasyon düzeyinin yükseldiği, buna karşılık antioksidan savunma sisteminin düştüğü saptanmıştır. Yine farklı hasta gruplarında antioksidan enzim özellik gösteren GSH düzeyinin hasta gruplarında azaldığı bildirilmiştir (Arslan ve ark., 2012; Gecit ve ark., 2012; Sehitogulları ve ark., 2014; Sayın ve ark., 2014; Gonullu ve ark., 2014; Gecit ve ark., 2015; Pirinççi ve ark., 2016; Demir ve ark., 2018; Asker ve ark., 2018; Bozan ve ark., 2018).

Sonuç olarak, total sülfidril düzeyi klinikte önemli bir biyobelirteç olarak kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Ames BN. Dietary carcinogenesis. Oxygen radicals and degenerative diseases. *Science* 1983; 221: 1256-1264.
- Feeney L, Berman ER. Oxygen toxicity: Membrane damage by free radicals. *Invest Ophthalmol* 1976; 15: 789-792.
- Kadota K, Yui Y, Hattori R. et al. Decreased sulphhydryl groups of albumin in coronary artery disease. *Jpn. Circ. J.* 1991;55(10):937-941.
- Lorber A, Pearson CM, Wrother L. et al. Serum sulphhydryl determinations and significance in connective tissue diseases. *Ann Int Med.* 1964;61:423- 434.
- Collier A, Wilson R, Bradley H. et al. Free radical activity in type 2 diabetes. *Diabet Med* 1990;7(1):27- 30.
- Dasgupta A, Hussai S, Ahmad S. Increased lipid peroxidation in patients on maintenance hemodialysis. *Nephron* 1992;60:56-69.
- Hansen, J.M. ve Jones, D.P., 2006. Thiols in Cancer. In: *Nutritional Oncology*, Eds: Heber, D., Blackburn, G., Go, V., Milner, J. Elsevier Inc. ISBN: 978-0-12-088393-6.
- Jones DT, Taylor WR & Thornton JM (1992) The rapid generation of mutation data matrices from protein sequences. *Computer Applications in the Biosciences* 8: 275-282.
- Halliwell B. Reactive oxygen species in living systems: Source, biochemistry and role in human disease. *Am J Med* 1991;91(Suppl. 3C):114-122.
- Köken T, Kahraman A, Serteser M, Çetinkaya G. Hemodiyaliz protein karbonil içeriği ve sülfidril grubları düzeyi üzerine etkisi. *Türk Nefroloji Diyaliz ve Transplantasyon Dergisi I Official Journal of the Turkish Society of Nephrology* 2001;10(2):83-85.
- Alıyev V. Sigara İçenlerde Oksidatif Stres Göstergelerinin Değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Disiplinlerarası Adli Tıp (Adli Kimya ve Toksikoloji) Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 2006, Ankara.
- Freeman, BA., Crapo, Cj., 1982. Biology of disease, free radicals and tissue injury. *Lab. Inv.* 47 (5): 412-23.
- Carrole, CE., Halliwell, B., 1987. Oxygen radicals and human disease. *Annals of Int. Med.* 107: 526-45.
- Aksoy, Y., 2002. Antioksidan Mekanizmada Glutasyonun Rolü. *T Klin J Med Sci*, 22: 442-448.
- Pascual, P., Martinez-Lara E., 1992. Barcelona A et al. Direct assay of glutathione peroxidase activity using high-performance capillary electrophoresis. *J Chromatog*, 581: 49-56.
- Arrick, B.A., Nathan, C.F., 1984. Glutathione metabolism as a determinant of the therapeutic efficacy. *Cancer Res*, 44: 4224-32.
- Ahmed Amar SA, Eryilmaz R, Demir H, Aykan S, Demir C. Determination of oxidative stress levels and some antioxidant enzyme activities in prostate cancer. *Aging Male*. 2018 Oct 15:1-9. doi: 10.1080/13685538.2018.1488955.
- Bozan N, Demir H, Gürsoy T, Özkan H, Düzenli U, Sarıkaya E, Turan M, Kiroglu AF, Çankaya H. Alterations in oxidative stress markers in laryngeal carcinoma patients. *Bozan N,*

- Demir H, Gürsoy T, Özkan H, Düzenli U, Sarıkaya E, Turan M, Kiroglu AF, Çankaya H. *J ChinMedAssoc.* 2018 Sep;81(9):811-815.
21. Demir CY, Kocak OF, Bozan N, Ersoz ME, Demir H. Is There a Role for Oxidative Stress in Temporomandibular Joint Disorders? *J Oral Maxillofac Surg.* 2018 Mar;76(3):515-520. doi: 10.1016/j.joms.2017.11.004.
22. Asker S, Asker M, Sarıkaya E, Sunnetcioglu A, Aslan M, Demir H. Oxidative stress parameters and their correlation with clinical, metabolic and polysomnographic parameters in severe obstructive sleep apnea syndrome. *Int J Clin Exp Med.* 2015 Jul 15;8(7):11449-55.
23. Gecit I, Meral I, Aslan M, Kocuyigit A, Celik H, Taskın A, Kaba M, Pirincci N, Gunes M, Taken K, Demir H, Uykulu M, Ceylan K. Peripheral mononuclear leukocyte DNA damage, plasma prolidase activity, and oxidative status in patients with benign prostatic hyperplasia. *Redox Rep.* 2015 Jul;20(4):163-9. doi: 10.1179/1351000214Y.0000000121.
24. Sehitogulları A, Aslan M, Sayır F, Kahraman A, Demir H. Serum paraoxonase-1 enzyme activities and oxidative stress levels in patients with esophageal squamous cell carcinoma. *Redox Rep.* 2014 Sep;19(5):199-205. doi: 10.1179/1351000214Y.0000000091.
25. Gonullu H, Aslan M, Karadas S, Kati C, Duran L, Milanlioglu A, Aydın MN, Demir H. Serum prolidase enzyme activity and oxidative stress levels in patients with acute hemorrhagic stroke. *Scand J Clin Lab Invest.* 2014 Apr;74(3):199-205. doi: 10.3109/00365513.2013.873949.
26. Sayın R, Aslan M, Kucukoglu ME, Luleci A, Atmaca M, Esen R, Demir H. Serum prolidase enzyme activity and oxidative stress levels in patients with diabetic neuropathy. *Endocrine.* 2014 Sep;47(1):146-51. doi: 10.1007/s12020-013-0136-3.
27. Pirinççi N, Kaba M, Geçit İ, Güneş M, Yüksel MB, Tanık S, Arslan A, Demir H. Serum prolidase activity, oxidative stress, and antioxidant enzyme levels in patients with renal cell carcinoma. *Toxicol Ind Health.* 2016 Feb;32(2):193-9. doi: 10.1177/0748233713498924.
28. Arslan M, Melek M, Demir H, Esegölu M, Gudu BO, Demir I, Cetin C. Relationship of antioxidant enzyme activities with myelomeningocele. *Turk Neurosurg.* 2012;22(3):300-4. doi: 10.5137/1019-5149.
29. Gecit I, Aslan M, Gunes M, Pirincci N, Esen R, Demir H, Ceylan K. Serum prolidase activity, oxidative stress, and nitric oxide levels in patients with bladder cancer. *J Cancer Res Clin Oncol.* 2012 May;138(5):739-43. doi: 10.1007/s00432-011-1136-4.
30. Bozan N, Kocak ÖF, Demir CY, Dinc ME, Avcı K, Demir H, Kiroglu AF. Serum levels of oxidative stress indicators and antioxidant enzymes in Bell palsy. *Ear Nose Throat J.* 2018 Oct-Nov;97(10-11):E11-E14.

ÜLSERATİF KOLİT HASTALIĞI İLE PROLİDAZ ENZİMİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Halit DEMİR¹
Nihat AKA²
Canan DEMİR³

ÖZET

Ülseratif kolit, bağırsakta meydana gelen bir hastalıktır. Kronik sindirim sistem hastalığı olan ülseratif kolit, sessiz ve aktif dönemlerle seyreden hastalıktır. Bu hastalığın sebepleri arasında genetik yatkınlık, immün sistemin regülasyonunda bozukluk ve çevresel faktörler başlıca etkenlerdir. Prolidaz enzimi kollajen metabolizmasında prolin ve hidroksprolin içeren iminodipeptitlerin hidrolizinden sorumludur. Hidroloz grubunda bir enzimdir. Başlıca klinik semptomları arasında yara iyileşmesinin bozulmasına bağlı cilt ülserleri, hematolojik problemler, hepatosplenomegali, dismorfik yüz görünümü ve kronik enfeksiyonlardır. Bu enzimin yokluğunda prolin ve hidroksprolinin düzeyi atılımı yükselmektedir. Bunun sonucunda ve kollajen sentezi dejenere olur. Prolidaz enzimin vücuda eksikse zihinsel gerilik, tekrarlayan enfeksiyonlar, splenomegali ve deri lezyonları görülmektedir. Yapılan çalışmalarda bu enzimin eksikliğinde otozomal resesif geçişli birçok hastalık oluşmaktadır. Yapılan literatür çalışmalarında kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA), bronşial astım, kardiyomiyopati, pankreatit gibi hastalıklarda prolidaz enzim aktivitesinin düştüğü saptanmıştır.

Sonuç olarak, prolidaz enzimin ülseratif kolit hastalığında biyobelirteç olup olmadığı üzerinde düşünülmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Prolidaz, Ülseratif Kolit, Biyokimyasal Parametre

GİRİŞ

İnflamatuvar bağırsak hastalıkları, sebebi bilinmeyen ve kronik bir bağırsak hastalığıdır. Bu hastalıkların klinik olarak, endoskopik ve histolojik özellikleri saptanabilir. Ülseratif kolit (ÜK) genel olarak kolonu tutmaktadır, mukoza ve submukozaya sınırlı kalır ve ihtiyaç duyduğunda cerrahi olarak tedavisi mümkündür (Burke ve Patrick, 1994; Tuzcu, 2000; İliçin, 2003; Sands, 2004; Tanrısever, 2009). Ülseratif kolit hastalığının görülme sıklığı dünyada değişiklik göstermektedir.

Kuzey Avrupa ve Kuzey Amerika'da etnik köken olarak Yahudilerde, ırk olarak beyaz ırklarda daha yaygın bir şekilde görülmektedir. Her iki hastalık için insidans 5/100.000 ve prevalans 50/100.000 aralığında değişmektedir (İliçin, 2003; Loftus, 2004; Vermeire ve Rutgeerts, 2005; Tanrısever, 2009). Bu hastalığın etiyoloji ve patogenezi henüz tam olarak açıklanamamıştır (Ardizzone ve Bianchi, 2002).

İnflamatuvar bağırsak hastalığında bağırsakların dışında septomların oluşması, hastalığa katılan mukozada gözlenen belirgin lenfosit infiltrasyonu, sitotoksik T hücrelerin ve kolon epitel hücrelerine karşı oluşan antikor oluşumunun bulunması, bağırsak bozulması immünolojik etken olabileceğini düşündürmektedir. Yapılan çalışmalarda immün düzenleyici aktivitelerin etkili olduğu bildirilmiştir (Ökten, 2001).

Yapılan literatür çalışmalarında, sigara, margarin, appendektomi, oral kontraseptifler, rafine şeker bu hastalıkların potogenezinde suçlanan faktörlerdir. Sigara içilmesi muhtemelen ülseratif kolit'in gelişiminde en önemli çevresel risk faktörü önemli hale gelmiştir. Ayrıca, sigara kullanan kişilerde hastalığın prognozu giderek ağırlaşmaktadır, buna rağmen sigara ülseratif kolit için bazen koruyucu

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Biyokimya Anabilim Dalı, 65100, Van-Türkiye

² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Biyokimya Anabilim Dalı, 65100, Van-Türkiye

³ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, 65100, Van-Türkiye.

bir faktör olarak gözükmemektedir ve sigara kullanmayan/bırakanlarda daha fazla olduğu bildirilmiştir. Ülseratif kolitte en çok etkilenen bölge kolon bölgesi dirve organ kolondur(Sutherland, 1990).Sadece rektum tutulumu gerçekleşiyorsa ülseratif proktit yada hemorajik prokti olarak adlandırılmaktadır. Yalnızca rektum ve sigmoid kolon tutulumu gerçekleşiyorsa distaltutulumlu ülseratif kolit meydana gelir(Özkan, 1997).Yapılan çalışmalarda, inflamatuvar bağırsak hastalıklarının patogeneziindeki araştırmalara göre geliştirilen immunomodülör ajanlar, tedavide yeni umutlar olarak gözükmemektedir,fakat henüz tam olarak sonuçlanmamıştır (Joan, 2007).

Prolidaz enzimi kollajen metabolizmasında prolin ve hidroksiprolin içeren iminodipeptitlerin hidrolizinden sorumludur. Hidroloz grubunda bir enzimdir(Lupi ve ark., 2006).Başlıca klinik semptomları yara iyileşmesinin bozulmasına bağlı cilt ülserleri, hematolojik problemler, hepatosplenomegali, dismorfik yüz görünümü ve kronik enfeksiyonlardır. Bu enzimin yokluğunda prolin ve hidroksiprolinin düzeyi atılımı yükselmektedir bunun sonucunda ve kollajen sentezi dejenere olur. Prolidaz enzimin vücuta eksikse zihinsel gerilik, tekrarlayan enfeksiyonlar, splenomegali ve deri lezyonları görülmektedir. Yapılan çalışmalarda bu enzimin eksikliğinde otozomal resesif geçişli birçok hastalık oluşmaktadır. Yapılan literatür çalışmalarında kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA), bronşial astım, kardiyomiyopati, pankreatit gibi hastalıklarda prolidaz enzim aktivitesinin düştüğü saptanmıştır, buna karşılık infertilite ve erektilis fonksiyon hastalığında ve böbrek renalkarsinomlu hastalarda ise prolidaz enzimi aktivitesi sağlıklı kontrol grubu bireylere göre anlamlı olarak yüksek olduğu bildirilmiştir (Royce, 2002; Palkave ark., 2002; Lupi ve ark., 2008;Phang ve ark., 2010;Kitchener ve Grunden, 2012; Çevik ve ark., 2012; Ekin ve ark., 2016; Güneş ve ark., 2016; Gecitve ark., 2017; Pirinççi ve ark., 2018).

SONUÇ

Yapılan başka bir çalışmada ise gastrik kanserinde prolidaz enzim aktivitesi yüksek bulunmuştur (Celik ve ark., 2017). Benign prostatik hiperplazi hastalarında prolidaz enzim aktivitesi sağlıklı kontrol gruplarına göre yüksek saptanmıştır (Gecit ve ark., 2015). Yapılan başka bir çalışmada ise akut hemorojik inme hastalığında prolidaz enzim aktivitesi hasta grubunda yüksek bulunmuştur (Gonullu ve ark., 2015). Literatürde yapılan başka bir çalışmada ise diyabetik nöropati hastalarında yüksek prolidaz aktivitesi saptanmıştır (Sayın ve ark., 2014).Renal cell karsinomlu hastalar üzerinde yapılan diğer bir çalışmada prolidaz enzim aktivitesi hasta grubunda yüksek bulunmuştur (Pirinççi ve ark., 2016).

Sonuç olarak, prolidaz enzimin ülseratif kolit hastalığında biyobelirteç olup olmadığı üzerinde düşünülmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Tanrısever MB. 2009. Ülseratif Kolit ve Crohn Hastalarında Yaşam Kalitesi, Anksiyete ve Depresyon.T.C. Sağlık Bakanlığı Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Uzmanlık Tezi, İstanbul.
2. İliçin, G., Biberoglu, Kadir; Süleymanlar, Gültekin; Ünal, İç .Hastalıkları;. Güneş Kitapevi, Ankara, 2003, 2nci Baskı, Cilt- 1, s1577- 1590.
3. Tuzcu, M (Ed.), Cecil Essentials of Medicine, Nobel Tıp Kitabevi, 4.ncü baskı, 2000, s299- 303.
4. Sands, A FromSymptomsToDiagnosis: ClinicalDistinctionsAmongVariousForms Of İntestinalİnflammation. Gastroenterology. 2004, 126, 1518- 1512.
5. Burke, M Patrick, Correlates of Depression in New OnsetPediatric IBD, Child Psychiatryand Human Development Vol:24, Yaz, 1994, 275- 282.
6. Loftus E,V Jr(2004) Clinicalepidemiology of inflammatoryboweldisease: Incidence, prevalenceandenvironmentalinfluences. Gastroenterology. 126, s1504- 1517.

7. Vermeire, S; Rutgeerts, P. Currentstatus of geneticsresearch in IBD, *GenesandImmunity*, 2005, 6, 637- 645.
8. Ardizzone S, Bianchi P, G. Inflammatoryboweldisease, newinsightsintopathogenesisandtreatments, *Journal of InternalMedicine*. 2002, 252, s475- 496.
9. Ökten A, (Ed.); *Gastroenterohepatoloji*, Nobel Tıp Kitabevi, 2001, s189- 211.
10. Sutherland L,R ve Ark.,Effect of cigarettesmoking on recurrence of crohn'sdisease. *Gastroenterology*. 1990, 98, s1123- 1128.
11. Özkan, T ve ark.,Ülseratifkolitli bir olguda akciğer tutulumu: Olgu sunumu, *Bursa Devlet Hastanesi Bülteni*, 1997,13(2):113- 116.
12. Joan, E. Doesmypatient hava UC orCrohn'sdisease? *Nursing* 2007.Vol:37 N:3 s.30.
13. Lupi A, Rossi A, Campari E ve ark. Molecularcharacterisation of sixpatientswithprolidasedeficiency: identification of thefirstsmallduplication in theprolidase gene and of a mutationgeneratingsymptomaticandasymptomaticoutcomeswithinthesamefamily. *J MedGenet* 2006; 43: 58.
14. Lupi A, Tenni R, Rossi A, Cetta G, ForlinoA.Humanprolidaseandprolidasedeficiency: an overview on thecharacterization of theenzymeinvolved in prolinerecyclingand on theeffects of itsmutations. *Amino Acids* 2008; 35: 739-752.
15. Phang JM, Liu W, ZabirnykO.Prolinemetabolismandmicroenvironmentalstress. *AnnuRevNutr* 2010; 30: 441-463.
16. Palka J, Surazynski A, Karna E ve ark. Prolidaseactivitydisregulation in chronicpancreatitisandpancreaticcancer. *Hepatogastroenterology* 2002; 49: 1699-1703.
17. Kitchener RL, Grunden AM. Prolidasefunction in prolinemetabolismanditsmedicalandbiotechnologicalapplications. *J ApplMicrobiol* 2012; 113: 233-247.
18. Royce PM. ProlidasedeficiencyinConnectivetissueanditsheritabledisorders.In: Royce PM, Steinman B, (eds.). *New York, Wiley-Liss* 2002; 727-743.
19. Ekin, S., Arısoy, A., Gunbatar, H., Sertogullarından, B., Sunnetcioglu, A., Sezen, H., Asker, S., Yıldız, H.. 2016. Therelationshipsamongthelevels of oxidativeandantioxidativeparameters, fev1 andprolidaseactivity in copd. *RedoxRep.*, 15: 1-4.
20. Güneş, M., Bulut, M., Demir, S., İbiloğlu, A.O., Kaya, M.C., Atlı, A., Kaplan, İ., Camkurt, M.A., Sir, A., 2016. Diagnosticperformance of increasedprolidaseactivity in schizophrenia. *NeurosciLett.*, 613:36-40.
21. Çevik, M. U., Yücel, Y., Arıkanoğlu, A., Varol, S., Akıl, E., Yüksel, H., Aluçlu., 2012. Multipl Sklerozlu Hastalarda Serum Prolidaz Ve İskemiModifiye Albümin Düzeyleri. *Journal of ClinicalandExperimentalInvestigations*, 3 (4): 518- 520.
22. Pirinççi N, Yildirim S, Taş A, Kuşcu Y, Ozan T, Fırdolaş F, Demir H, Karakeci A. Evaluation of Prolidase Activity, OxidativeStress, andAntioxidantEnzymeLevels in TesticularandPenileTissuesafter Human ChorionicGonadotropinTreatment in RatsbyPredictingInfertilityandErectileDysfunction. *MedPrincPract*. 2018;27(3):217-221.
23. Gecit İ, Eryılmaz R, Kavak S, Meral İ, Demir H, Pirinççi N, Güneş M, Taken K. TheProlidase Activity, OxidativeStress, andNitricOxideLevels of BladderTissueswithorWithoutTumor in PatientswithBladderCancer. *J MembrBiol*. 2017 Oct;250(5):455-459.
24. Celik S, Kızıltan R, Yılmaz EM, Yılmaz Ö, Demir H.Potentialdiagnosticandprognosticsignificance of plasmaproolidaseactivity in gastriccancer. *BiomarkMed*. 2017 Apr;11(4):319-327.
25. Gecit I, Meral I, Aslan M, Kocyigit A, Celik H, Taskın A, Kaba M, Pirincci N, Gunes M, Taken K, Demir H, Uyuklu M, Ceylan K.Peripheralmononuclearleukocyte DNA damage, plasmaproolidaseactivity, andoxidativestatus in patientswithbenignprostatichyperplasia..*RedoxRep*. 2015 Jul;20(4):163-9.

26. Gonullu H, Aslan M, Karadas S, Kati C, Duran L, Milanlioglu A, Aydin MN, Demir H. Serum prolidaseenzymeactivityandoxidativestresslevels in patientswithacutemorrhagicstroke. Scand J ClinLabInvest. 2014 Apr;74(3):199-205.
27. Sayın R, Aslan M, Kucukoglu ME, Luleci A, Atmaca M, Esen R, Demir H. Serum prolidaseenzymeactivityandoxidativestresslevels in patientswithdiabeticneuropathy. Endocrine. 2014 Sep;47(1):146-51.
28. Pirinççi N, Kaba M, Geçit İ, Güneş M, Yüksel MB, Tanık S, Arslan A, Demir H. Serum prolidaseactivity, oxidativestress, andantioxidantenzymelevels in patientswithrenalcellcarcinoma. ToxicolIndHealth. 2016 Feb;32(2):193-9

THE EFFECTS OF THE ASPECT RATIO AND THICKNESS/SPAN RATIO AT THE FREE VIBRATION BEHAVIOUR OF THICK PLATES ON ELASTIC FOUNDATION WITH FIRST ORDER FINITE ELEMENT

Assoc. Prof. Y. I. Özdemir¹

ABSTRACT

The purpose of this paper is to study free vibration analysis of thick plates resting on Winkler foundation using Mindlin's theory with first order finite element, to determine the effects of the thickness/span ratio, the aspect ratio, subgrade reaction modulus and the boundary conditions on the frequency parameters of thick plates subjected to free vibration. In the analysis, finite element method is used for spatial integration. Finite element formulation of the equations of the thick plate theory is derived by using first order displacement shape functions. A computer program using finite element method is coded in C++ to analyze the plates simply supported along all four edges. In the analysis, 4-noded finite element is used. Graphs are presented that should help engineers in the design of thick plates subjected to earthquake excitations. It is concluded that 4-noded finite element can be effectively used in the free vibration analysis of thick plates. It is also concluded that, in general, the changes in the thickness/span ratio are more effective on the maximum responses considered in this study than the changes in the aspect ratio.

Keywords: Parametric Free Vibration Analysis; Thick Plate, Mindlin's Theory; First Order Finite Element; Winkler foundation.

1. Introduction

Plates are structural elements which are commonly used in the building industry. A plate is considered to be a thin plate if the ratio of the plate thickness to the smaller span length is less than 1/20; it is considered to be a thick plate if this ratio is larger than 1/20 (Ugural, 1981).

The dynamic behavior of thin plates has been investigated by many researchers (Ayvaz and Durmuş, 1995; Lok and Cheng, 2001; Grice and Pinnington, 2002; Si *et al.*, 2005). There are also many references on the behavior of the thick plates subjected to different loads. The studies made on the behavior of the thick plates are based on the Reissner-Mindlin plate theory [Reissner, 1950; Mindlin, 1951]. This theory requires only C^0 continuity for the finite elements in the analysis of thin and thick plates. Therefore, it appears as an alternative to the thin plate theory which also requires C^1 continuity. This requirement in the thin plate theory is solved easily if Mindlin theory is used in the analysis of thin plates. Despite the simple formulation of this theory, discretization of the plate by means of the finite element comes out to be an important parameter. In many cases, numerical solution can have lack of convergence, which is known as "shear-locking". Shear locking can be avoided by increasing the mesh size, i.e. using finer mesh, but if the thickness/span ratio is "too small", convergence may not be achieved even if the finer mesh is used for the low order displacement shape functions.

In order to avoid shear locking problem, the different methods and techniques, such as reduced and selective reduced integration, the substitute shear strain method, etc., are used by several researchers (Zienkiewicz *et al.*, 1971; Ozkul and Ture, 2004). The same problem can also be prevented by using higher order displacement shape function (Özdemir *et al.*, 2007). Wanji and Cheung (Wanji and Cheung, 2000) proposed a new quadrilateral thin/thick plate element based on the Mindlin-Reissner theory. Soh *et al.* (2001) improved a new element ARS-Q12 which is a simple quadrilateral 12 DOF plate bending element based on Reissner-Mindlin theory for analysis of thick

¹ Civil Eng., Department of Civil Engineering, Karadeniz Technical University, 61080 Trabzon, Turkey.
yozdemir@ktu.edu.tr

and thin plates. Brezzi and Marini (2003) developed a locking free nonconforming element for the Reissner-Mindlin plate using discontinuous Galarkin techniques. Belouinar and Guenfound (2005) improved a new rectangular finite element based on the strain approach and the Reissner-Mindlin theory is presented for the analysis of plates in bending either thick or thin. Vibration analysis made by Raju and Hinton [1980], they presented natural frequencies and modes of rhombic Mindlin plates. Si *et al.* (2005) studied vibration analysis of rectangular plates with one or more guided edges via bicubic B-spline method, Cen *et al.* (2006) developed a new high performance quadrilateral element for analysis of thick and thin plates. This distinguishing character of the new element is that all formulations are expressed in the quadrilateral area co-ordinate system. Shen *et al.* (2001) studied free and forced vibration of Reissner-Mindlin plates with free edges resting on elastic foundations. Woo *et al.* (2003) found accurate natural frequencies and mode shapes of skew plates with and without cutouts by p-version finite element method using integrals of Legendre polynomial for $p=1-14$. Qian *et al.* (2003) studied free and forced vibrations of thick rectangular plates using higher-order shear and normal deformable plate theory and meshless Petrov-Galarkin method. Özdemir and Ayvaz (2009) studied shear locking free earthquake analysis of thick and thin plates using Mindlin's theory. GuangPeng *et al.* (2012) studied free vibration analysis of plates on Winkler elastic foundation by boundary element method. Fallah *et al.* (2013) analyzed free vibration of moderately thick rectangular FG plates on elastic foundation with various combinations of simply supported and clamped boundary conditions. Governing equations of motion were obtained based on the Mindlin plate theory. Jahromi *et al.* (2013) analyzed free vibration analysis of Mindlin plates partially resting on Pasternak foundation.

The purpose of this paper is to study free vibration analysis of thick plates resting on Winkler foundation using Mindlin's theory with first order finite element, to determine the effects of the thickness/span ratio, the aspect ratio, subgrade reaction modulus and the boundary conditions on the frequency parameters of thick plates subjected to free vibration. A computer program using finite element method is coded in C++ to analyze the plates free, clamped or simply supported along all four edges. In the program, the finite element method is used for spatial integration. Finite element formulation of the equations of the thick plate theory is derived by using first order displacement shape functions. In the analysis, 4-noded finite element is used to construct the stiffness and mass matrices (Özdemir *et al.*, 2007).

2. Mathematical model

The governing equation for a flexural plate (Fig. 1) subjected to free vibration without damping can be given as

$$[M]\{\ddot{w}\} + [K]\{w\} = 0 \quad (1)$$

where $[K]$ and $[M]$ are the stiffness matrix and the mass matrix of the plate, respectively, w and \ddot{w} are the lateral displacement and the second derivative of the lateral displacement of the plate with respect to time, respectively.,

The total strain energy of plate-soil-structure system (see Fig. 1) can be written as;

$$\Pi = \Pi_p + \Pi_s + V \quad (2)$$

where Π_p is the strain energy in the plate,

$$\begin{aligned} \Pi_p = \frac{1}{2} \int_A \left(-\frac{\partial \varphi_x}{\partial x} \quad \frac{\partial \varphi_y}{\partial y} \quad -\frac{\partial \varphi_x}{\partial y} + \frac{\partial \varphi_y}{\partial x} \right)^T E_\kappa \left(-\frac{\partial \varphi_x}{\partial x} \quad \frac{\partial \varphi_y}{\partial y} \quad -\frac{\partial \varphi_x}{\partial y} + \frac{\partial \varphi_y}{\partial x} \right) d_A \quad + \\ \frac{k}{2} \int_A \left(-\varphi_x + \frac{\partial w}{\partial x} \quad \varphi_y + \frac{\partial w}{\partial y} \right)^T E_\gamma \left(-\varphi_x + \frac{\partial w}{\partial x} \quad \varphi_y + \frac{\partial w}{\partial y} \right) d_A \quad (3) \end{aligned}$$

where Π_s is the strain energy stored in the soil,

$$\Pi_s = \frac{1}{2} \int_0^H \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \sigma_{ij} \varepsilon_{ij} \quad (4)$$

and V is the potential energy of the external loading;

$$V = - \int_A \bar{q} w d_A \quad (5)$$

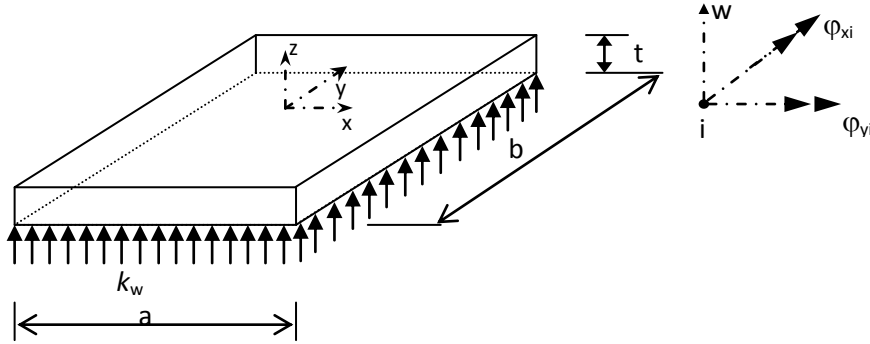


Fig. 1 The sample plate used in this study

In this equation E_κ and E_γ are the elasticity matrix and these matrices are given below at Eq. (17), \bar{q} shows applied distributed load.

2.1. Evaluation of the stiffness matrix

The total strain energy of the plate-soil system according to Eq. (2) is;

$$U_e = \frac{1}{2} \int_A \begin{pmatrix} -\frac{\partial \varphi_x}{\partial x} & \frac{\partial \varphi_y}{\partial y} & -\frac{\partial \varphi_x}{\partial y} + \frac{\partial \varphi_y}{\partial x} \end{pmatrix}^T E_\kappa \begin{pmatrix} -\frac{\partial \varphi_x}{\partial x} & \frac{\partial \varphi_y}{\partial y} & -\frac{\partial \varphi_x}{\partial y} + \frac{\partial \varphi_y}{\partial x} \end{pmatrix} d_A + \frac{k}{2} \int_A \begin{pmatrix} -\varphi_x + \frac{\partial w}{\partial x} & \varphi_y + \frac{\partial w}{\partial y} \end{pmatrix}^T E_\gamma \begin{pmatrix} -\varphi_x + \frac{\partial w}{\partial x} & \varphi_y + \frac{\partial w}{\partial y} \end{pmatrix} d_A + \frac{1}{2} \int_A (w_{x,y})^T K (w_{x,y}) d_A \quad (6)$$

At this equation the first and second part gives the conventional element stiffness matrix of the plate, $[k_p^e]$, differentiation of the third integral with respect to the nodal parameters yields a matrix, $[k_w^e]$, which accounts for the axial strain effect in the soil. Thus the total energy of the plate-soil system can be written as;

$$U_e = \frac{1}{2} \{w_e\}^T \left([k_p^e] + [k_w^e] \right) \{w_e\} d_A \quad (7)$$

where

$$\{w_e\} = [w_1 \quad \varphi_{x1} \quad \varphi_{y1} \quad \dots \quad w_n \quad \varphi_{xn} \quad \varphi_{yn}]^T \quad (8)$$

Assuming that in the plate of Fig. 1 u and v are proportional to z and that w is the independent of z (Mindlin, 1951), one can write the plate displacement at an arbitrary x, y, z in terms of the two slopes and a displacement as follows;

$$\{w, u, v\} = \{w, z\varphi_x, -z\varphi_y\} = \left\{ w, z \frac{\partial \varphi_x}{\partial x}, -z \frac{\partial \varphi_y}{\partial y} \right\} \quad (9)$$

where w_0 is average displacement of the plate, and ϕ_x and ϕ_y are the bending slopes in the x and y directions, respectively.

The nodal displacements for 4-noded quadrilateral serendipity element (MT4) (Fig. 2) can be written as follows;

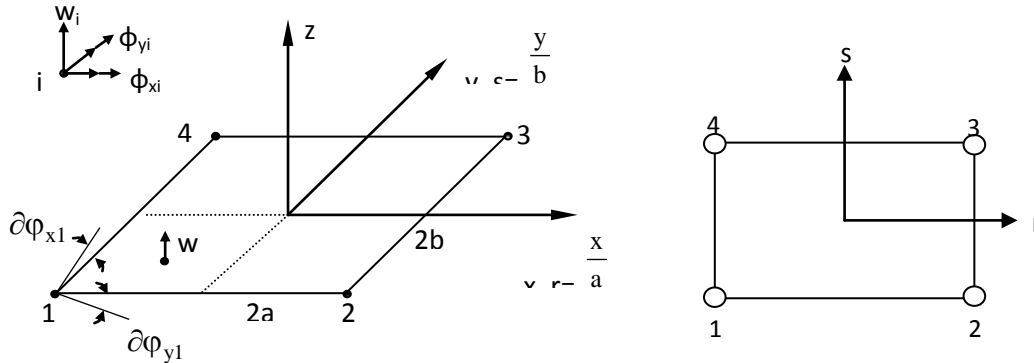


Fig. 2 4-noded (first order) quadrilateral finite element used in this study (Weaver, Johnston, 1984).

$$w = \sum h_{i1} w_i \quad u = z\phi_x = z \sum_1^4 h_{i2} \phi_{xi} \quad v = -z\phi_y = -z \sum_1^4 h_{i3} \phi_{yi}, \quad (i=1, 2, 3, 4) \quad (10)$$

Nodal actions corresponding to the displacements in equation (10) are;

$$p_i = \{p_{i1}, p_{i2}, p_{i3}\} = \{p_{zi}, M_{xi}, M_{yi}\} \quad (i=1, 2, 3, 4) \quad (11)$$

The symbols p_{zi} denotes a force in the z direction, but M_{xi} and M_{yi} are moments in the x and y directions. Note that these fictitious moments at the nodes are not the same as the distributed moments in the vector M of generalized stresses (Weaver, Johnston, 1984).

The displacement function chosen for this element is;

$$w = c_1 + c_2 r + c_3 s + c_4 rs \quad (12)$$

which is a complete linear of four terms. From this assumption, it is possible to derive the displacement shape function to be;

$$h_i = [h_1, h_2, h_3, h_4] \quad (13)$$

where

$$\begin{aligned} h_1 &= (0.25) * (1+r) * (1+s), & h_2 &= (0.25) * (1-r) * (1+s), \\ h_3 &= (0.25) * (1-r) * (1-s), & h_4 &= (0.25) * (1+r) * (1-s), \end{aligned} \quad (14)$$

The 3x3 Jacobian matrix required in this formulation is;

$$J = \begin{bmatrix} 0 & x_r & y_r \\ 0 & x_s & y_s \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (15)$$

where

$$\begin{aligned}
 x_r &= \sum_{i=1}^4 (h_{i,r} x_i) \dots \dots \dots y_r = \sum_{i=1}^4 (h_{i,r} y_i) \\
 x_s &= \sum_{i=1}^4 (h_{i,s} x_i) \dots \dots \dots y_s = \sum_{i=1}^4 (h_{i,s} y_i)
 \end{aligned}
 \tag{16}$$

The inverse of J becomes

$$J^{-1} = \begin{bmatrix} 0 & r_x & s_x \\ 0 & r_y & s_y \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}
 \tag{17}$$

We need certain derivatives with respect to local coordinates, which are placed into a 3x3 matrix;

$$\begin{bmatrix} w_r & u_r & v_r \\ w_s & u_s & v_s \\ w_z & u_z & v_z \end{bmatrix} = \sum_{i=1}^4 \begin{bmatrix} f_{i,r} w_i & z f_{i,r} \varphi_{xi} & -z f_{i,r} \varphi_{yi} \\ f_{i,s} w_i & z f_{i,s} \varphi_{xi} & -z f_{i,s} \varphi_{yi} \\ 0 & f_i \varphi_{xi} & -f_i \varphi_{yi} \end{bmatrix}
 \tag{18}$$

Transformation of these derivatives to global coordinates is accomplished using the inverse of the Jacobian matrix, as follows;

$$\begin{bmatrix} w_x & u_x & v_x \\ w_y & u_y & v_y \\ w_z & u_z & v_z \end{bmatrix} = J^{-1} \begin{bmatrix} w_r & u_r & v_r \\ w_s & u_s & v_s \\ w_z & u_z & v_z \end{bmatrix}
 \tag{19}$$

The five types of nonzero strains to be considered for this element are;

$$\varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \\ \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_x \\ v_y \\ u_y + v_x \\ u_z + w_x \\ v_z + w_y \end{bmatrix}
 \tag{20}$$

As a preliminary matter before formulating element stiffness matrix, matrix B partitioned and z factored from the upper part, as follows (Cook *et al.*, 1989).;

$$B = \begin{bmatrix} B_k \\ B_\gamma \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z \bar{B}_k \\ B_\gamma \end{bmatrix}
 \tag{21}$$

where B_k has three rows and B_γ has two rows, then the stiffness matrix for this element is written as;

$$K = \int_V B^T E B dV = \int_V \begin{bmatrix} z \bar{B}_k^T & B_\gamma^T \\ 0 & E_\gamma \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_k & 0 \\ 0 & E_\gamma \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z \bar{B}_k^T \\ B_\gamma^T \end{bmatrix} dV$$

$$K = \int_V \left(z^2 \bar{B}_k^T E_k \bar{B}_k \right) + \left(\bar{B}_\gamma^T E_\gamma \bar{B}_\gamma \right) dV \quad (22)$$

Integration through the thickness yields;

$$K = \int_A \left(\bar{B}_k^T \bar{E}_k \bar{B}_k + \bar{B}_\gamma^T \bar{E}_\gamma \bar{B}_\gamma \right) dA \quad (23)$$

Thus,

$$K = \int_A \bar{B}^T \bar{E} \bar{B} dA = \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 \bar{B}^T \bar{E} \bar{B} |J| dr ds \quad (24)$$

which must be evaluated numerically (Hughes *et al.*, 1977).

In this equation, $[E_k]$ is of size 3x3 and $[E_\gamma]$ is of size 2x2. $[E_k]$, and $[E_\gamma]$ can be written as follows (Bathe, 1996; Weaver and Johnston, 1984):

$$[E_k] = \frac{t^3}{12} \begin{bmatrix} \frac{E}{(1-\nu^2)} & \frac{\nu E}{(1-\nu^2)} & 0 \\ \frac{\nu E}{(1-\nu^2)} & \frac{E}{(1-\nu^2)} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{E}{2(1-\nu)} \end{bmatrix}; [E_\gamma] = k t \begin{bmatrix} \frac{E}{2.4(1+\nu)} & 0 \\ 0 & \frac{E}{2.4(1+\nu)} \end{bmatrix} \quad (25)$$

where E , ν , and t are modulus of the elasticity, Poisson's ratio, and the thickness of the plate, respectively, k is a constant to account for the actual non-uniformity of the shearing stresses. By assembling the element stiffness matrices obtained, the system stiffness matrix is obtained.

2.2. Evaluation of the mass matrix

The formula for the consistent mass matrix of the plate may be written as

$$M = \int_{\Omega} H_i^T \mu H_i d\Omega \quad (26)$$

In this equation, μ is the mass density matrix of the form (Tedesco *et al.*, 1999)

$$\mu = \begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 \end{bmatrix}, \quad (27)$$

where $m_1 = \rho_p t$, $m_2 = m_3 = \frac{1}{12} (\rho_p t^3)$, and ρ_p is the mass densities of the plate. and H_i can be written as follows,

$$H_i = [dh_i / dx \quad dh_i / dy \quad h_i] \quad i = 1 \dots 17. \quad (28)$$

It should be noted that the rotation inertia terms are not taken into account. By assembling the element mass matrices obtained, the system mass matrix is obtained.

2.3. Evaluation of frequency of plate

The formulation of lateral displacement, w , can be given as motion is sinusoidal;

$$w = W \sin \omega t \quad (29)$$

Here ω is the circular frequency. Substitution of Eq. (29) and its second derivation into Eq. (1) gives expression as;

$$[K - \omega^2 M] \{W\} = 0 \quad (30)$$

Eq. (30) is obtained to calculate the circular frequency, ω , of the plate. Then natural frequency can be calculated with the formulation below;

$$f = \omega / 2\pi \quad (31)$$

3. Numerical examples

3.1. Data for numerical examples

In the light of the results given in references (Özdemir et al., 2007; Özdemir, 2012), the aspect ratios, b/a , of the plate are taken to be 1, 1.5, and 2.0. The thickness/span ratios, t/a , are taken as 0.05, 0.1, and 0.2 for each aspect ratio. The shorter span length of the plate is kept constant to be 10 m. The mass density, Poisson's ratio, and the modulus of elasticity of the plate are taken to be $2.5 \text{ kN s}^2/\text{m}^2$, 0.2, and $2.7 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$. Shear factor k is taken to be $5/6$. The subgrade reaction modulus of the Winkler-type foundation is taken to be 500 and 5000 kN/m^3 .

For the sake of accuracy in the results, rather than starting with a set of a finite element mesh size, the mesh size required to obtain the desired accuracy were determined before presenting any results. This analysis was performed separately for the mesh size. It was concluded that the results have acceptable error when equally spaced 20×20 mesh size for 4-noded elements are used for a $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ plate. Length of the elements in the x and y directions are kept constant for different aspect ratios as in the case of square plate.

In order to illustrate that the mesh density used in this paper is enough to obtain correct results, the first six frequency parameters of the thick plate with $b/a=1$ and $t/a=0.05$ is presented in Table 1 by comparing with the result obtained SAP2000 program and the results Özgan and Daloğlu (2015). In this study Özgan and Daloğlu used 4-noded and 8-noded quadrilateral finite element with 10×10 and 5×5 mesh size. It should be noted that the results presented for MT4 element are obtained by using equally spaced 20×20 mesh size.

Table 1 Effects of aspect ratio and thickness/span ratio on the first six frequency parameters of the thick simply supported plates resting on elastic foundation.

a) Subgrade reaction modulus $k=500$

k	b/a	t/a	$\lambda = \omega^2$					
			λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6
500	1.0	0.05	10650	67392	67392	158056	275585	275741
		0.10	33305	201224	201224	459368	747039	749410
		0.20	102264	540479	540479	1108578	1692078	1709798
	1.5	0.05	5955	20410	56221	67588	86424	158808
		0.10	18269	64108	167508	202661	259146	464357
		0.20	58550	190887	463883	546538	675897	1125083

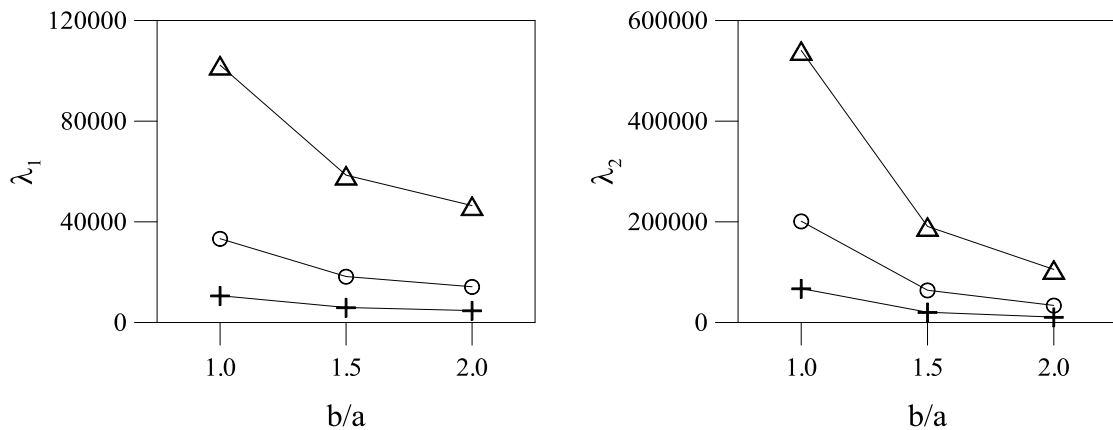
	0.05	4734	10727	28094	52680	67686	67687
2.0	0.10	14197	33924	87767	156468	203380	298996
	0.20	46446	105423	256348	438380	548586	549571

b) Subgrade reaction modulus $k=5000$

k	b/a	t/a	$\lambda = \omega^2$					
			λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6
1.0	0.05		14284	71005	71005	161650	279167	279323
	0.10		35102	202989	202989	461108	748768	751139
	0.20		103133	541318	541318	1109399	1692902	1710625
5000	1.5	0.05	9593	24038	59837	71201	90032	162402
	0.10	20073	65895	169279	204426	260904	466097	
	0.20	59429	191745	464729	547378	676731	1125906	
2.0	0.05	8373	14360	31719	56298	71298	71300	
	0.10	16004	35721	89550	158241	205116	205145	
	0.20	47328	106292	257202	439229	549427	550411	

3.2. Results

The first six frequency parameters of thick plates resting on Winkler foundation considered for different aspect ratio, b/a , thickness/smaller span ratio, t/a , are presented in Table 1 for the with simply supported plates. In order to see the effects of the changes in these parameters better on the first six frequency parameters, they are also presented in Figs 3-4 for the thick simply supported plates.



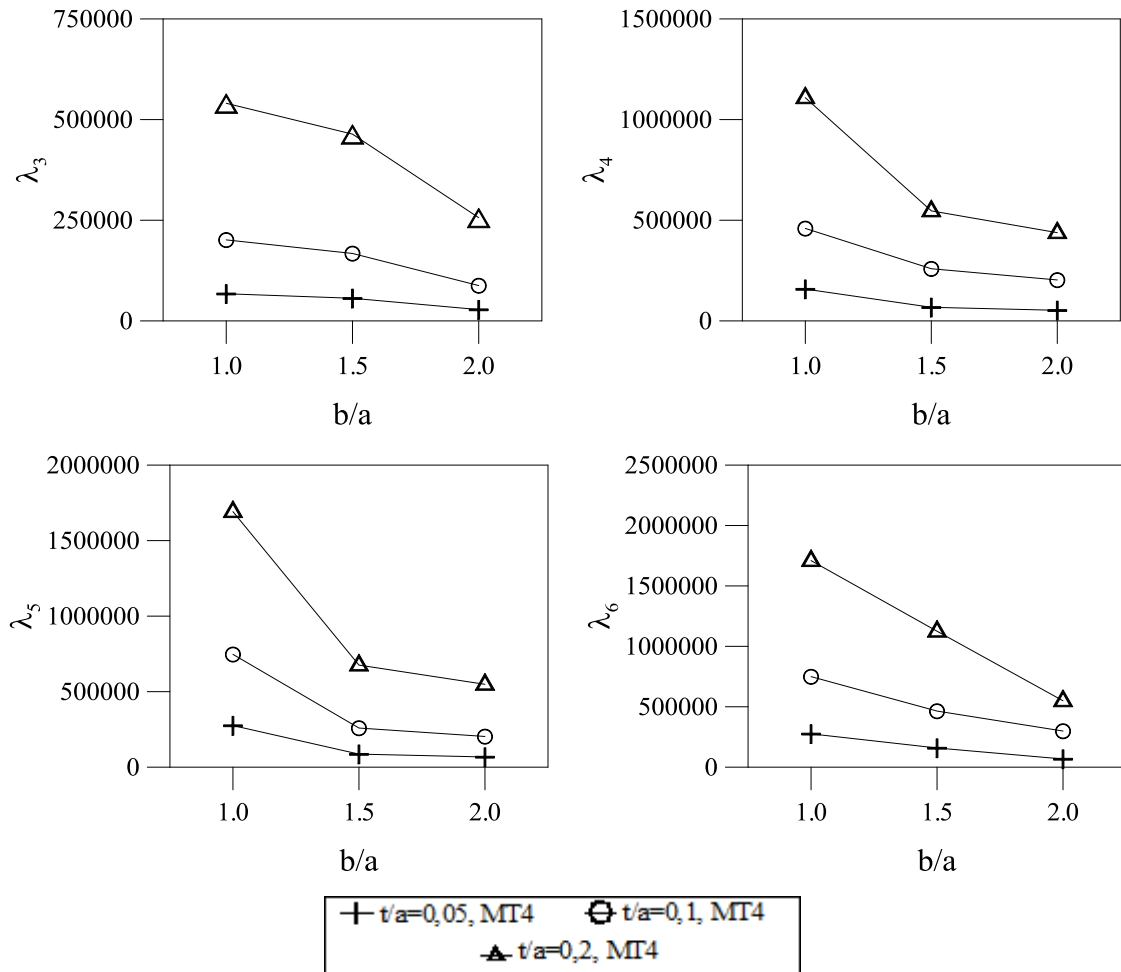
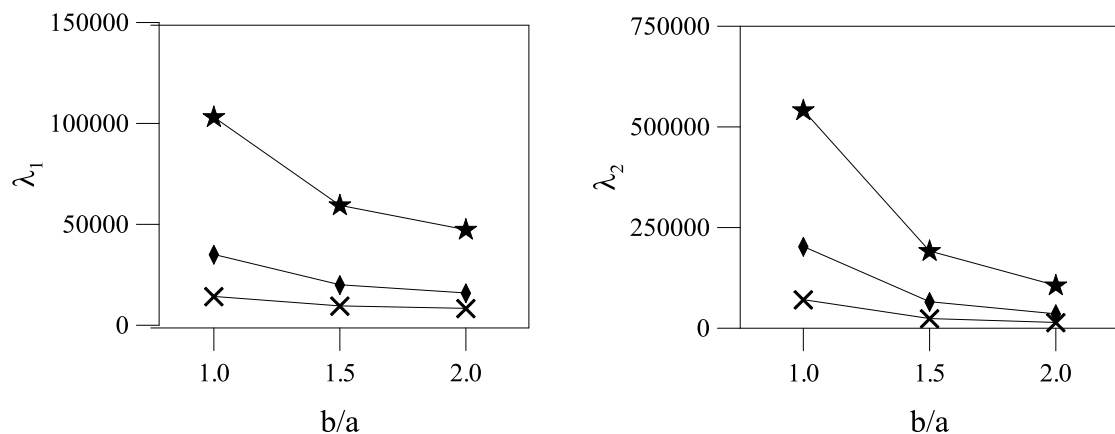


Fig. 3 Effects of aspect ratio and thickness/span ratio on the first six frequency parameters of the thick simply supported plates with subgrade reaction modulus $k=500$.

As seen from Tables 1, and Figs. 3, and 4, the values of the frequency parameters for a constant value of t/a decrease as the aspect ratio, b/a , increases. This behavior is understandable in that a thick plate with a larger aspect ratio becomes more flexible and has smaller frequency parameters. The decreases in the frequency parameters with increasing value of b/a ratio gets less for a constant value of t/a .



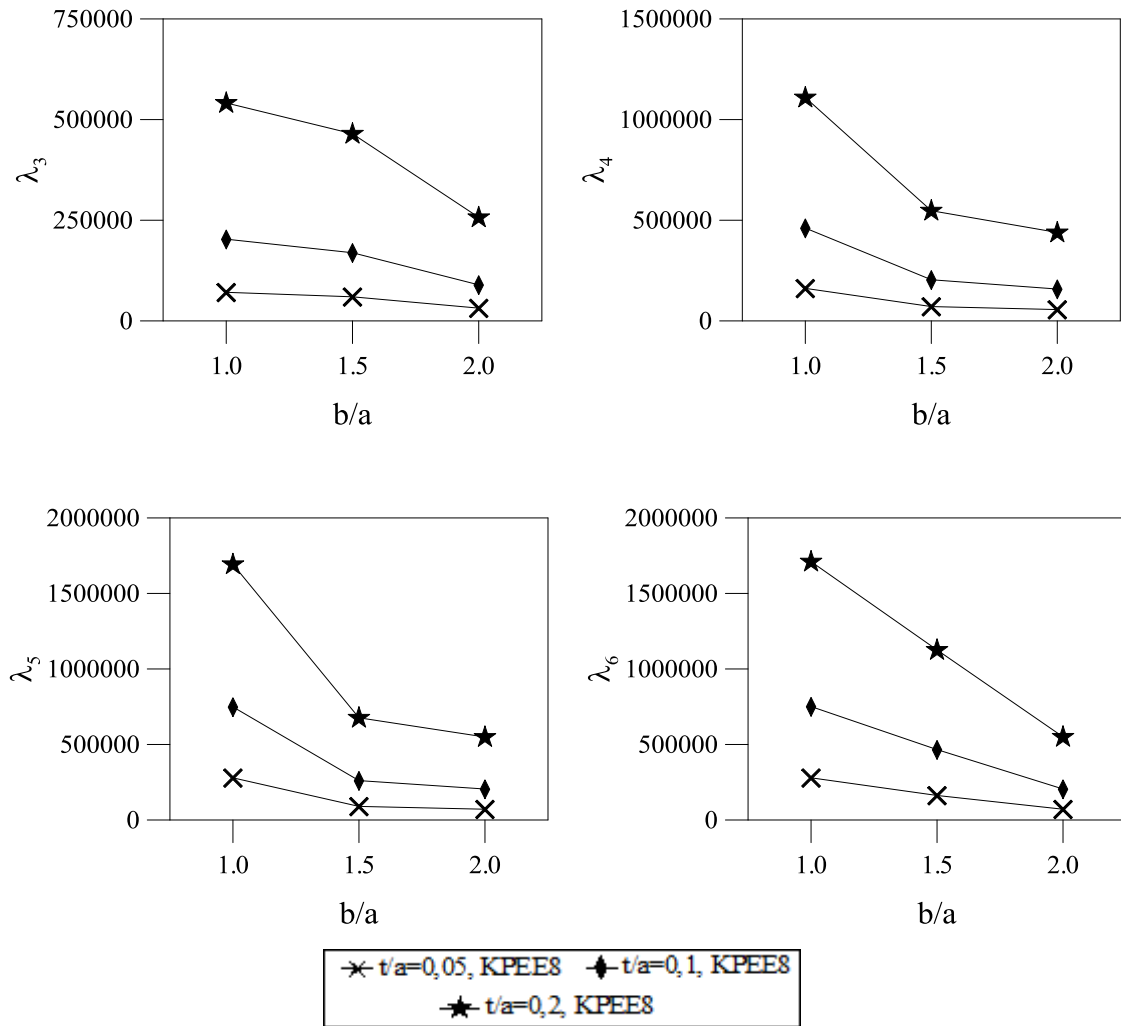


Fig. 4 Effects of aspect ratio and thickness/span ratio on the first six frequency parameters of the thick simply supported plates with subgrade reaction modulus $k=5000$.

As seen from Tables 1, and Figs. 3, and 4, the values of the frequency parameters for a constant value of b/a increase as the thickness/span ratio, t/a , increases. This behavior is also understandable in that a thick plate with a larger thickness/span ratio becomes more rigid and has larger frequency parameters. The increases in the frequency parameters with increasing value of t/a ratio gets larger for a constant value of b/a .

It should be noted that the increase in the frequency parameters with increasing t/a ratios for a constant value of b/a ratio gets larger for larger values of the frequency parameters.

These observations indicate that the effects of the change in the t/a ratio on the frequency parameter of the thick plates simply supported along all four edges are always larger than those of the change in the aspect ratio.

As also seen from Figs. 3 and 4, the curves for a constant value of the aspect ratio, b/a are fairly getting closer to each other as the value of t/a decreases. This shows that the curves of the frequency parameters will almost coincide with each other when the value of the thickness/span ratio, t/a , decreases more. In other words, the decrease in the thickness/span ratio will not affect the frequency parameters after a determined value of b/a .

4. Conclusions

The purpose of this paper was to study parametric free vibration analysis of thick plates using first order finite elements with Mindlin's theory and to determine the effects of the thickness/span ratio, the aspect ratio and the boundary conditions on the linear responses of thick plates subjected to vibration. As a result, free vibration analyze of the thick plates were done by using first order serendipity element, and the coded program on the purpose is effectively used. In addition, the following conclusions can also be drawn from the results obtained in this study.

The frequency parameters increases with increasing b/a ratio for a constant value of t/a up to the 3rd frequency parameters, but after that the frequency parameters decreases with increasing b/a ratio for a constant value of t/a .

The frequency parameters decreases with increasing t/a ratio for a constant value of b/a up to the 3rd frequency parameters, but after that the frequency parameters increases with increasing t/a ratio for a constant value of b/a .

The effects of the change in the t/a ratio on the frequency parameter of the thick plate are generally larger than those of the change in the b/a ratios considered in this study.

References

- 1) Ayvaz Y., Durmuş A. (1995), "Earthquake analysis of simply supported reinforced concrete slabs", *Journal of Sound & Vibration*, 187(3), 531-539.
- 2) Bathe KJ. (1996), *Finite Element Procedures*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- 3) Belouar L. (2005), Guenfound M., "A new rectangular finite element based on the strain approach for plate bending", *Thin-Wall. Structure*, 43, 47-63.
- 4) Brezzi F., Marini L. D. (2003), "A nonconforming element for the Reissner-Mindlin plate", *Computer & Structure*, 81, 515-522.
- 5) Cen S., Long Y.Q., Yao Z.H., Chiew S.P. (2006), "Application of the quadrilateral area coordinate method: A new element for Mindlin-Reissner plate", *International Journal of Numerical Methods in Engineering*, 66, 1-45.
- 6) Cook R.D., Malkus D. S., Michael E. P. (1989), *Concepts and Applications of Finite Element Analysis*, John Wiley & Sons, Inc., Canada.
- 7) Fallah A., Aghdam M. M. and Kargarnovin M.H. (2013), "Free vibration analysis of moderately thick functionally graded plates on elastic foundation using the extended Kantorovich method", *Archive of Applied Mechanics*, 83(2), 177-191.
- 8) Grice R. M., Pinnington R. J. (2002), "Analysis of the flexural vibration of a thin-plate box using a combination of finite element analysis and analytical impedances", *Journal of Sound & Vibration*, 249(3), 499-527.
- 9) Gunagpeng Z., Tianxia Z., Yaohui S. (2012), "Free vibration analysis of plates on Winkler elastic foundation by boundary element method", *Optical and Electronics Materials Applicat II*, 529, 246-251.
- 10) Jahromi H. N., Aghdam M. M., Fallah A. (2013), "Free vibration analysis of Mindlin plates partially resting on Pasternak foundation", *International Journal of Mechanics and Sciences*, 75, 1-7.
- 11) Lok T. S., Cheng Q. H. (2001), "Free and forced vibration of simply supported, orthotropic sandwich panel", *Computur & Structure*, 79(3), 301-312.
- 12) Mindlin RD. (1951), "Influence of rotatory inertia and shear on flexural motions of isotropic, elastic plates", *J. Appl. Mech.*, 18(1), 31-38.
- 13) Özdemir Y. I., Bekiroğlu S., Ayvaz Y. (2007), "Shear locking-free analysis of thick plates using Mindlin's theory", *Structural Engineering & Mechanics*, 27(3), 311-331.
- 14) Özdemir Y. I., Ayvaz Y. (2009), "Shear locking-free earthquake analysis of thick and thin plates using Mindlin's theory", *Structural Engineering & Mechanics*, 33(3), 373-385.

- 15) Özdemir Y. I., (2012), “Development of a higher order finite element on a Winkler foundation”, *Finite Element Analysis and Design* 48, 1400-1408.
- 16) Özkul T. A., Türe U. (2004), “The transition from thin plates to moderately thick plates by using finite element analysis and the shear locking problem”, *Thin-Walled Structure*, 42, 1405-1430.
- 17) Raju K.K., Hinton E. (1980), “Natural frequencies and modes of rhombic Mindlin plates”, *Earthquake Engineering Structural Dynamics*, 8 55-62.
- 18) Reissner, E. (1950), “On a Variational Theorem in Elasticity”, *Journal of Mathematics and Physics*, 29, 90-95.
- 19) Si W.J., Lam K. Y., Gang S. W. (2005), “Vibration analysis of rectangular plates with one or more guided edges via bicubic B-spline method”, *Shock & Vibration*, 12(5).
- 20) Shen H. S., Yang J., Zhang L. (2001), “Free and forced vibration of Reissner-Mindlin plates with free edges resting on elastic foundation”, *Journal of Sound & Vibration*, 244(2), 299-320.
- 21) Soh A. K., Cen S., Long Y., Long Z. (2001), “A new twelve DOF quadrilateral element for analysis of thick and thin plates”, *European Journal Mechanics; A/Solids*, 20, 299-326.
- 22) Qian, R.C. Batra, L.M. Chen (2003), “Free and forced vibration of thick rectangular plates using higher-order shear and normal deformable plate theory and meshless Petrov-Galerkin (MLPG) method”, *Computer Modeling Eng. & Sciences*, 4(5), 519-534.
- 23) Tedesco J. W., McDougal W. G., Ross C.A. (1999), *Structural Dynamics*, Addison Wesley Longman Inc., California.
- 24) Wanji C., Cheung Y. K. (2000), “Refined quadrilateral element based on Mindlin/Reissner plate theory”, *International Journal of Numerical Methods in Engineering*, 47, 605-627.
- 25) Weaver W., Johnston PR. (1984), *Finite Elements for Structural Analysis*, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- 26) Woo K.S., Hong C.H., Basu P.K. and Seo C.G. (2003), “Free vibration of skew Mindlin plates by p-version of F.E.M.”, *Journal of Sound & Vibration*, 268, 637-656.
- 27) Ugural A.C. (1981), *Stresses in Plates and Shells*, McGraw-Hill., New York.
- 28) Zienkiewicz OC. (1971), Taylor RL., Too JM., “Reduced integration technique in general analysis of plates and shells”, *International Journal of Numerical Methods in Engineering*, 3, 275-290.

FORCED VIBRATION ANALYSIS OF MINDLIN PLATES RESTING ON WINKLER FOUNDATION

Assoc. Prof. Y. I. Özdemir¹

ABSTRACT

The purpose of this paper is to study shear locking-free parametric earthquake analysis of thick and thin plates resting on Winkler foundation using Mindlin's theory, to determine the effects of the thickness/span ratio, the aspect ratio and the boundary conditions on the linear responses of thick and thin plates subjected to earthquake excitations. In the analysis, finite element method is used for spatial integration and the Newmark- β method is used for the time integration. Finite element formulation of the equations of the thick plate theory is derived by using higher order displacement shape functions. A computer program using finite element method is coded in C++ to analyze the plates clamped or simply supported along all four edges. In the analysis, 8-noded finite element is used. Graphs are presented that should help engineers in the design of thick plates subjected to earthquake excitations. It is concluded that 8-noded finite element can be effectively used in the earthquake analysis of thick plates. It is also concluded that, in general, the changes in the thickness/span ratio are more effective on the maximum responses considered in this study than the changes in the aspect ratio.

Keywords: Earthquake Analysis; Thick Plate, Mindlin's Theory; 8-Noded Finite Element; Winkler Foundation.

1. Introduction

The plates resting on elastic foundation is one of the most popular topics for the last decade in many engineering application. Winkler model, Pasternak model, Hetenyi model, Vlasov and Leont'ev model are the models used by the researchers to calculate the soil effects on the plate.

Winkler model is used as a set of uncorrelated elastic springs attached to each node of the plate (Winkler, 1867). In this method, the deflections are only related with the load on the plate. The deflection of neighbouring points of the foundation is independent of each other. Hetenyi (1950) proposed a two-parameter model, Pasternak model takes in to account the effects of shear interaction among joining points in the foundation (Pasternak, 1957). Vlasov and Leont'ev (1989) related the solution with a γ parameter which is calculated with soil material and thickness of the soil.

The dynamic behavior of thick elastic plates has been investigated by many researchers [Timoshenko and Krieger, 1959; Leissa, 1973; Ugural, 1981; Providakis and Beskos, 1989; Qiu and Feng, 2000; Grice and Pinnington, 2002; Lok and Cheng, 2001; Si *et al.*, 2005; Wu, 2012; Kutlu *et al.*, 2012; Sheikholeslami and Saidi, 2013; Tahouneh 2014 Benferhat *et al.*, 2016; Zamani *et al.*, 2017; Senjanovic *et al.*, 2017]. Ayvaz et all. (1998) derived the equations of motions for thick orthotropic elastic plates using Hamilton's principle, but did not present any results. Omurtag and Kadioğlu (1998) are studied free vibration analysis of orthotropic plates resting on Pasternak foundation by mixed finite element formulation, Ayvaz Y. and Oguzhan C.B. (2008) are analysis free vibration of thick plates resting on Vlasov elastic foundation. Ozgan and Daloğlu (2012) are analysis free vibration of thick plates resting on Winkler elastic foundation. All these studies are use 4- and 8- noded finite element which are second and third ordered mathematically. These elements are known having shear locking problem. Thick plates have a shear locking problem (Zienkiewicz and Taylor, 2000) while the thickness becomes smaller. This means that the bending energy, which

¹ Civil Eng., Department of Civil Engineering, Karadeniz Technical University, 61080 Trabzon, Turkey.
yozdemir@ktu.edu.tr

should dominate the shear terms, will be incorrectly estimated to be zero in thin plate problems. Shear locking can be avoided by increasing the mesh size, i.e. using finer mesh, but if the thickness/span ratio is “too small”, convergence may not be achieved even if the finer mesh is used for the first and second order displacement shape functions. Either refining the finite-element mesh or increasing the order of the shape functions can improve the accuracy of finite-element solutions. The former is called h-version and the latter p-version. It is well known that p convergence is more rapid than h convergence using the same number of degrees of freedom (DOFs) (Zienkiewicz and Taylor, 1989). These problems can be prevented with using true shape function while built up the mathematical model.

The purpose of this paper is to study parametric earthquake analysis of thick plates resting on Winkler foundation, to determine the effects of the thickness/span ratio, the aspect ratio and the boundary conditions on the linear responses of the thick plates subjected to earthquake excitations. A computer program using finite element method is coded in C++ to analyse the plates clamped or simply supported along all four edges. In the program, the finite element method is used for spatial integration and the Newmark- β method is used for the time integration. Finite element formulation of the equations of the thick plate theory is derived by using second order displacement shape functions. In the analysis, 8-noded finite element is used to construct the stiffness and mass matrices.

2. Mathematical model

The governing equation for a flexural plate (Fig. 1) subjected to an earthquake excitation without damping can be given as [Ayvaz et al., 1998; Tedesco et al., 1999]

$$[M]\{\ddot{w}\} + [K]\{w\} = [F] = -[M]\{\ddot{u}_g\} \quad (1)$$

where $[K]$ and $[M]$ are the stiffness matrix and the mass matrix of the plate, respectively, w and \ddot{w} are the lateral displacement and the second derivative of the lateral displacement of the plate with respect to time, respectively, \ddot{u}_g is the earthquake acceleration.

In order to do forced vibration analysis of a plate, the stiffness, $[K]$, mass matrices, $[M]$, and equivalent nodal loads vector, $[F]$, of the plate should be constructed. The evaluation of these matrices is given in the following sections.

The total strain energy of plate-soil-structure system (see Fig. 1) can be written as;

$$\Pi = \Pi_p + \Pi_s + V \quad (2)$$

where Π_p is the strain energy in the plate,

$$\begin{aligned} \Pi_p = \frac{1}{2} \int_A \left(-\frac{\partial \varphi_x}{\partial x} \quad \frac{\partial \varphi_y}{\partial y} \quad -\frac{\partial \varphi_x}{\partial y} + \frac{\partial \varphi_y}{\partial x} \right)^T E_k \left(-\frac{\partial \varphi_x}{\partial x} \quad \frac{\partial \varphi_y}{\partial y} \quad -\frac{\partial \varphi_x}{\partial y} + \frac{\partial \varphi_y}{\partial x} \right) d_A + \\ \frac{k}{2} \int_A \left(-\varphi_x + \frac{\partial w}{\partial x} \quad \varphi_y + \frac{\partial w}{\partial y} \right)^T E_\gamma \left(-\varphi_x + \frac{\partial w}{\partial x} \quad \varphi_y + \frac{\partial w}{\partial y} \right) d_A - \end{aligned} \quad (3)$$

where Π_s is the strain energy stored in the soil,

$$\Pi_s = \frac{1}{2} \int_0^H \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \sigma_{ij} \varepsilon_{ij} \quad (4)$$

and V is the potential energy of the earthquake loading;

$$V = - \int_A \bar{q} w d_A \quad (5)$$

In this equation E_{κ} and E_{γ} are the elasticity matrix and these matrices are given below at Eq. (14), \bar{q} shows earthquake loading.

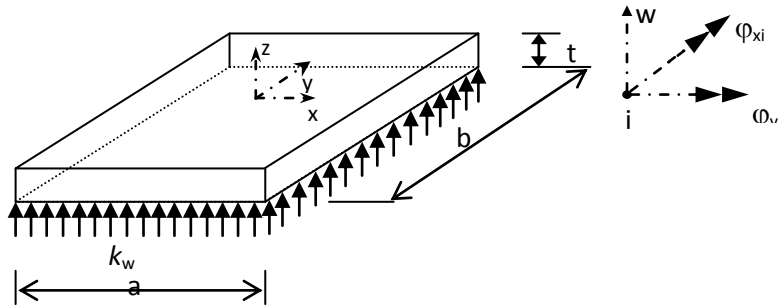


Fig. 1. The sample plate used in this study

2.1. Evaluation of the Stiffness Matrix

The total strain energy of the plate-soil system according to Eq. (2) is;

$$U_e = \frac{1}{2} \int_A \left(-\frac{\partial \varphi_x}{\partial x} \quad \frac{\partial \varphi_y}{\partial y} \quad -\frac{\partial \varphi_x}{\partial y} + \frac{\partial \varphi_y}{\partial x} \right)^T E_{\kappa} \left(-\frac{\partial \varphi_x}{\partial x} \quad \frac{\partial \varphi_y}{\partial y} \quad -\frac{\partial \varphi_x}{\partial y} + \frac{\partial \varphi_y}{\partial x} \right) d_A + \frac{k}{2} \int_A \left(-\varphi_x + \frac{\partial w}{\partial x} \quad \varphi_y + \frac{\partial w}{\partial y} \right)^T E_{\gamma} \left(-\varphi_x + \frac{\partial w}{\partial x} \quad \varphi_y + \frac{\partial w}{\partial y} \right) d_A + \frac{1}{2} \int_A (w_{x,y})^T K (w_{x,y}) d_A \quad (6)$$

At this equation the first and second part gives the conventional element stiffness matrix of the plate, $[k_p^e]$, differentiation of the third integral with respect to the nodal parameters yields a matrix, $[k_w^e]$, which accounts for the axial strain effect in the soil. Thus the total energy of the plate-soil system can be written as;

$$U_e = \frac{1}{2} \{w_e\}^T \left([k_p^e] + [k_w^e] \right) \{w_e\} d_A \quad (7)$$

where

$$\{w_e\} = [w_1 \quad \varphi_{y1} \quad \varphi_{x1} \quad \dots \quad w_n \quad \varphi_{yn} \quad \varphi_{xn}]^T \quad (8)$$

Assuming that in the plate of Fig. 1 u and v are proportional to z and that w is the independent of z (Mindlin, 1951), one can write the plate displacement at an arbitrary x, y, z in terms of the two slopes and a displacement as follows;

$$\{w, v, u\} = \{w_0(x,y,t), z\varphi_y(x,y,t), -z\varphi_x(x,y,t)\} \quad (9)$$

where w_0 is average displacement of the plate, and φ_x and φ_y are the bending slopes in the x and y directions, respectively.

The nodal displacements for 8-noded quadrilateral serendipity element (MT8) (Fig. 2) can be written as follows;

$$u = z\varphi_x = -z \sum_{i=1}^8 h_i \varphi_{xi}, \quad v = z\varphi_y = z \sum_{i=1}^8 h_i \varphi_{yi}, \quad w = \sum_{i=1}^8 h_i w_i \quad (10)$$

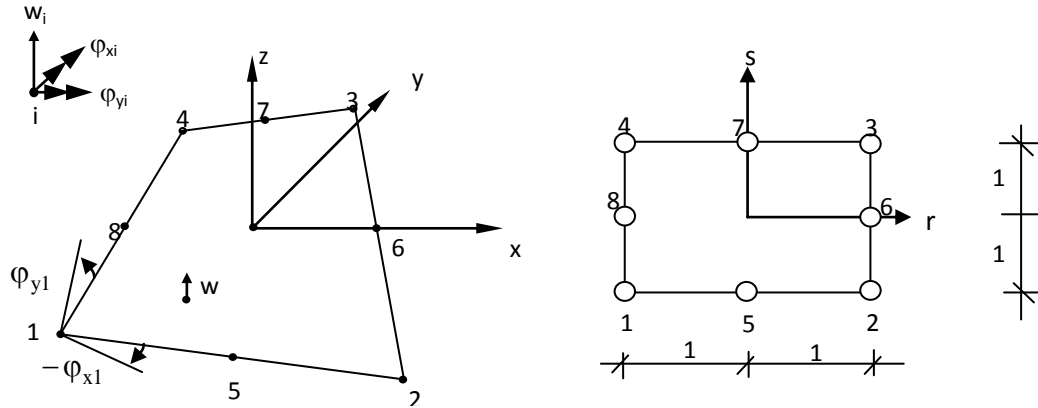


Fig. 2. 8-noded quadrilateral finite element used in this study [Bathe, 1996]

The displacement function chosen for this element is;

$$w = c_1 + c_2 r + c_3 s + c_4 r^2 + c_5 r s + c_6 s^2 + c_7 r^2 s + c_8 r s^2 \quad (11)$$

From this assumption, it is possible to derive the displacement shape function to be;

$$h = [h_1, h_2, h_3, h_4, h_5, h_6, h_7, h_8]. \quad (12)$$

Then, the strain-displacement matrix [B] for this element can be written as follows Cook et al., 1989:

$$[B] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -\frac{\partial h_i}{\partial x} & \dots \\ 0 & \frac{\partial h_i}{\partial y} & 0 & \dots \\ 0 & \frac{\partial h_i}{\partial x} & -\frac{\partial h_i}{\partial y} & \dots \\ \frac{\partial h_i}{\partial x} & 0 & -h_i & \dots \\ \frac{\partial h_i}{\partial y} & h_i & 0 & \dots \end{bmatrix}_{5 \times 24} \quad i = 1, \dots, 8 \text{ for 8-noded element} \quad (13)$$

The stiffness matrix for MT8 element can be obtained by the following equation [Cook *et al.*, 1989].

$$k_p = \int_V \mathbf{B}^T \mathbf{E} \mathbf{B} dV = \int_V \begin{bmatrix} z \bar{\mathbf{B}}_k^T & \bar{\mathbf{B}}_\gamma^T \\ 0 & \mathbf{E}_\gamma \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{E}_k & 0 \\ 0 & \mathbf{E}_\gamma \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z \bar{\mathbf{B}}_k \\ \bar{\mathbf{B}}_\gamma \end{bmatrix} dV \quad (14)$$

$$k_p = \int_V (z^2 \bar{\mathbf{B}}_k^T \mathbf{E}_k \bar{\mathbf{B}}_k) + (\bar{\mathbf{B}}_\gamma^T \mathbf{E}_\gamma \bar{\mathbf{B}}_\gamma) dV.$$

Integration of Equation (14) through the thickness yields;

$$k_p = \int_A (\bar{\mathbf{B}}_k^T \bar{\mathbf{E}}_k \bar{\mathbf{B}}_k + \bar{\mathbf{B}}_\gamma^T \bar{\mathbf{E}}_\gamma \bar{\mathbf{B}}_\gamma) dA \quad (15)$$

where the first term concerns with the bending and the second term concerns with the shear effects of the thick plate. Thus,

$$k_p = \int_A \bar{B}^T \bar{E} \bar{B} dA = \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 \bar{B}^T \bar{E} \bar{B} |J| dr ds \quad (16)$$

which must be evaluated numerically [Bathe, 1996].

2.2. Foundation formulation

As explained before, Winkler model is the simplest model for the plates resting on elastic foundation. In this model, all the deflections on the plate are due to the load on it. The foundation is represented with a set of uncorrelated elastic springs. So in the analysis, the stiffness of these springs are calculated and are added to the element stiffness matrix. The stiffness matrices for the Winkler foundation can be derived by;

$$k_w = k \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 [h]^T [h] |J| dr ds. \quad (17)$$

where k is the elastic foundation modulus.

After calculating all element stiffness matrices, global stiffness matrix can be assembled as;

$$[K] = \sum_{i=1}^{p_e} ([k_p] + [k_w]) \quad (18)$$

where p_e is the node number.

2.3. Evaluation of the mass matrix

The formula for the consistent mass matrix of the plate may be written as

$$M = \int_{\Omega} H_i^T \mu H_i d\Omega. \quad (19)$$

In this equation, μ is the mass density matrix of the form [Tedesco et al., 1999]

$$\mu = \begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 \end{bmatrix}, \quad (20)$$

where $m_1 = \rho_p t$, $m_2 = m_3 = \frac{1}{12} (\rho_p t^3)$, and ρ_p is the mass densities of the plate. and H_i can be written as follows,

$$H_i = [dh_i / dx \quad dh_i / dy \quad h_i] \quad i = 1 \dots 8. \quad (21)$$

It should be noted that the rotation inertia terms are not taken into account. By assembling the element mass matrices obtained, the system mass matrix is obtained.

2.4. Evaluation of equivalent nodal loads vector

Equivalent nodal loads, $[F]$, can be obtained by the following equation.

$$[F] = \int_{\Omega} H_i^T \bar{q} d\Omega. \quad (22)$$

In this equation, H_i can be obtained by Equation (21), and \bar{q} denotes

$$-[M]\{\ddot{u}_g\} \quad (23)$$

It should be noted that, in this study, the program, MATLAB, is used for the eigenvalue solution of Equation (1). It should also be noted that, the Newmark- β method is used for the time integration of Equation (2) by using the average acceleration method.

3. Numerical examples

3.1. Data for numerical examples

In the light of the results given in references [Özdemir *et al.*, 2007; Özdemir, 2007], the aspect ratios, b/a , of the plate are taken to be 1, 2.0, and 3.0. The thickness/span ratios, t/a , are taken as 0.05, 0.1, 0.2, and 0.3 for each aspect ratio. The shorter span length of the plate is kept constant to be 3 m. The mass density, Poisson's ratio, and the modulus of elasticity of the plate are taken to be $2.5 \text{ kN s}^2/\text{m}^2$, 0.2, and $2.7 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$. Shear factor k is taken to be $5/6$. The subgrade reaction modulus of the Winkler-type foundation is taken to be 5000 kN/m^3 .

In the time history analysis to obtain the response of each plate the first 20 s of YPT330 component of the August 17, 1999 Kocaeli earthquake in Turkey is used. The earthquake -induced ground motion is applied at the vertical direction of the plate. Duration of this earthquake is 35 s, but the peak value of the record occurred in the first 20 s of the earthquake (Fig. 3).

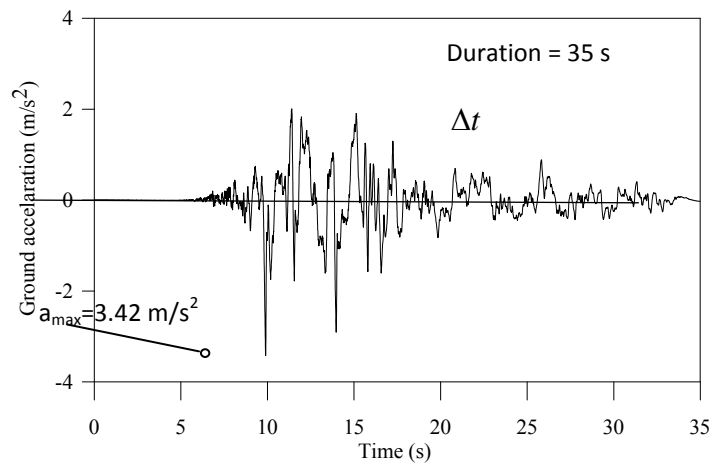


Fig. 3. YPT330 component of the August 17, 1999 Kocaeli earthquake in Turkey

As seen from Figs. 4(a), and 4(b), the center displacements of the thick simply supported plates for $b/a = 1$, and $t/a = 0.2$, and for $b/a = 2$, and $t/a = 0.2$, reached their absolute maximum values of 0.054076 mm at 9.9 s , and of 0.148776 mm at 9.9 s , respectively. These absolute maximum values are different even with the same occurring time as the dynamic characteristics of the thick plates affect the response. It is also understandable that the system becomes more flexible as the aspect ratio increases.

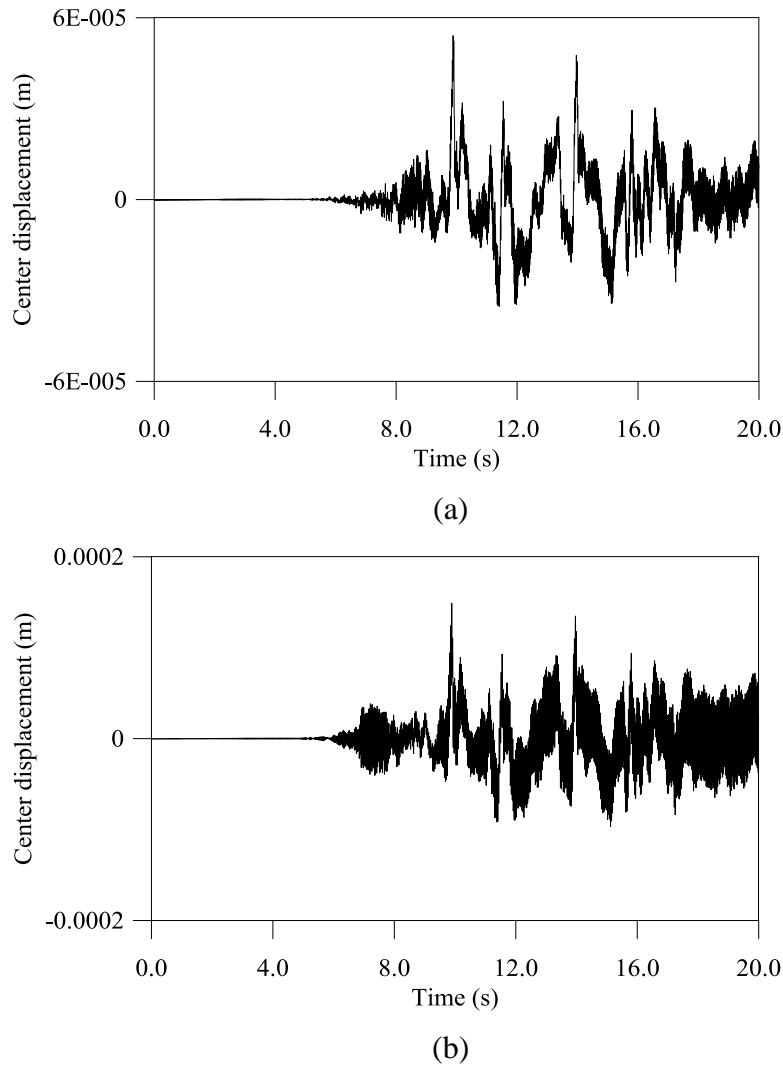


Fig. 4. The time history of the center displacement of the thick simply supported plate resting on Winkler foundation for (a) $b/a=1.0$ and $t/a=0.2$, and (b) $b/a=2.0$ and $t/a=0.2$.

For the sake of accuracy in the results, rather than starting with a set of a finite element mesh size and time increment, the mesh size and time increment required to obtain the desired accuracy were determined before presenting any results. This analysis was performed separately for the mesh size and time increment. It was concluded that the results have acceptable error when equally spaced 8×8 mesh sizes are used for a $3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ plate even if it is a thin plate, if the 0.005 s time increment is used. Length of the elements in the x and y directions are kept constant for different aspect ratios as in the case of square plate.

3.2. Results

One of the purposes of this paper was to determine the time histories of the displacements and the bending moments at different points of the thick plates subjected to earthquake excitations, but presentation of all of the time histories would take up excessive space. Hence, only the absolute maximum displacements and bending moments for different thickness/span ratio and aspect ratio are presented after two time histories are given. This simplification of presenting only the maximum responses is supported by the fact that the maximum values of these quantities are the most important ones for design. These results are presented in graphical rather than in tabular form.

The time histories of the center displacements of the thick simply supported plates resting on elastic foundation with the subgrade reaction modulus of the Winkler-type foundation 5000 kN/m³ for $b/a= 1.0$, and 2.0 when $t/a=0.2$ are given in Figs. 4(a), and 4(b), respectively.

The absolute maximum displacements of the thick plates for different aspect ratios, and thickness/span ratios are given in Fig. 5 for the thick plates simply supported along all four edges .

As seen from Fig. 5, the absolute maximum displacements of the thick plates increase with increasing aspect ratio for a constant t/a ratio. The same displacements decrease with increasing t/a ratio for a constant b/a ratio. As also seen from these figures, the decrease in the absolute maximum displacement for a constant b/a ratio increases with increasing b/a ratio. The curves for a constant value of the aspect ratio, b/a are fairly getting closer to each other as the value of t/a increases. This shows that the curves of the absolute maximum displacements will almost coincide with each other when the value of the thickness/span ratio, t/a , increases more. In other words, the increase in the thickness/span ratio will not affect the absolute maximum displacements after a determined value of t/a .

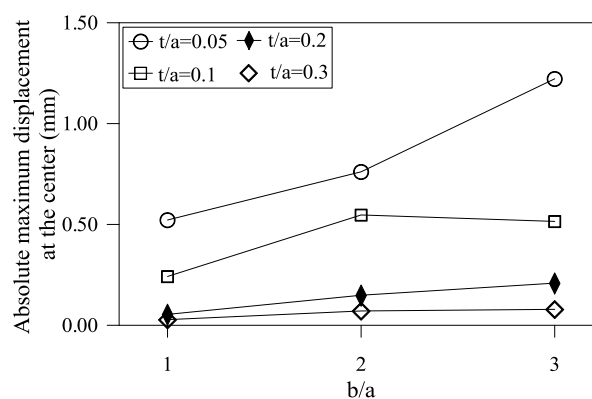


Fig. 5. Absolute maximum displacement of the thick simply supported plates resting on Winkler foundation for different aspect ratios and thickness/span ratios.

In general, the effects of the changes in the thickness/span ratios on the absolute maximum displacement are larger than the changes in the aspect ratios.

The absolute maximum bending moments M_x at the center of the thick plates for different aspect ratios and thickness/span ratios are given in Fig. 6 for the thick simply supported plates.

As seen from Fig. 6, the absolute maximum bending moment, M_x , at the center of the thick simply supported plates increases with increasing aspect ratio and thickness/span ratio. The increases in the absolute maximum bending moment, M_x , increase with increasing aspect and thickness/span ratios. This is understandable that increasing the aspect ratio makes the plate stiffer in the short span, the x axis, direction. As also seen from this figure, in general, the effects of the changes in the aspect ratios on the absolute maximum bending moment, M_x , are larger than the changes in the thickness/span ratios.

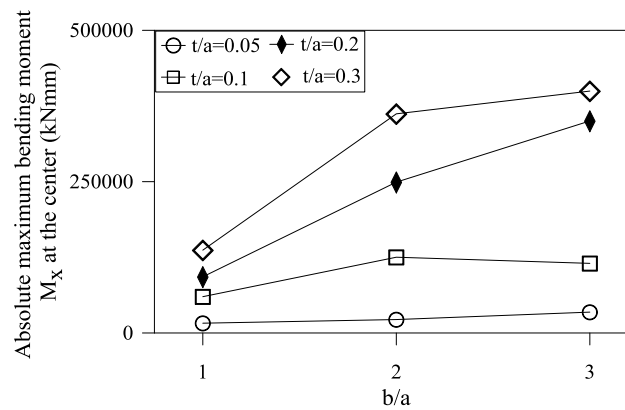


Fig. 6. Absolute maximum bending moment M_x at the center of the thick simply supported plates resting on Winkler foundation for different aspect ratios and thickness/span ratios.

The increases in the absolute maximum bending moment, M_x , increase with increasing aspect and thickness/span ratios. This is also understandable that increasing the aspect ratio makes the plate stiffer in the short span, the x axis, direction. As also seen from this figure, in general, the effects of the changes in the aspect ratios on the absolute maximum bending moment, M_x , are larger than the changes in the thickness/span ratios.

The absolute maximum bending moments M_y at the center of the thick plates for different aspect ratios and thickness/span ratios are given in Fig. 7 for the thick simply supported plates.

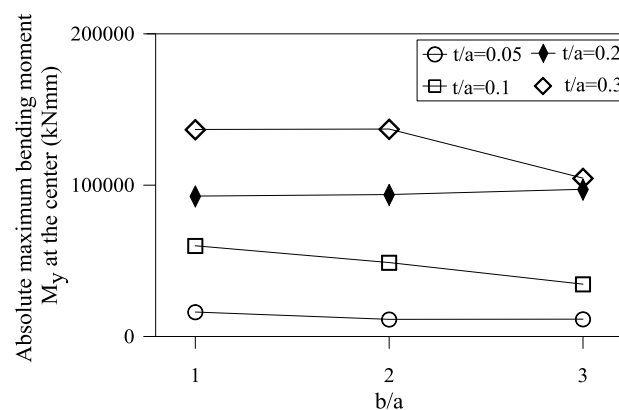


Fig. 7. Absolute maximum bending moment M_y at the center of the thick simply supported plates resting on Winkler foundation for different aspect ratios and thickness/span ratios.

As seen from Fig. 7, the absolute maximum bending moment, M_y , at the center of the thick simply supported plates decreases with increasing aspect ratio and increases with increasing thickness/span ratio. The decrease in the absolute maximum bending moment, M_y , increase with increasing aspect ratio. The increase in the absolute maximum bending moment, M_y , increases with increasing thickness/span ratios. This is understandable that increasing the aspect ratio makes the thick plates more flexible in the long span, the y axis, direction. As also seen from this figure, in general, the effects of the changes in the thickness/span ratios on the absolute maximum bending moment, M_y , are larger than the changes in the aspect ratios.

The decrease in the absolute maximum bending moment, M_y , increase with increasing aspect ratio. The increase in the absolute maximum bending moment, M_y , increases with increasing thickness/span ratios. This is also understandable that increasing the aspect ratio makes the thick plates more flexible in the long span, the y axis, direction. As also seen from this figure, in general, the effects of the changes in the thickness/span ratios on the absolute maximum bending moment, M_y , are larger than the changes in the aspect ratios.

4. Conclusions

The purpose of this paper is to study shear locking-free parametric earthquake analysis of thick plates resting on Winkler foundation, to determine the effects of the thickness/span ratio, the aspect ratio and the boundary conditions on the linear responses of the thick plates resting on Winkler foundation subjected to earthquake excitations.. It is concluded that 8-noded finite element can be effectively used in the earthquake analysis of thick plates resting on elastic foundation. The coded program can be effectively used in the earthquake analyses of any thick plates resting on elastic foundation. It is also concluded that, in general, the changes in the thickness/span ratio are more effective on the maximum responses considered in this study than the changes in the aspect ratio.

For a thick plates resting on Winkler foundation subjected to the earthquake excitations, it is somewhat difficult to interpret the effects of the thickness/span ratio, the aspect ratio, and the boundary conditions on the responses because both the frequency content of the earthquake excitation and the exact natural frequency of the particular thick plates resting on Winkler foundation can make a difference to its response. In order to generalize the results obtained in this study, the responses of the different thick plates resting on Winkler foundation subjected to different earthquake excitations should be evaluated all together. Therefore, the curves presented herein can help the designer to anticipate the effects of the thickness/span ratio, the aspect ratio, and the boundary conditions on the earthquake response of a thick plate resting on Winkler foundation.

The following conclusions can also be drawn from the results obtained in this study.

The absolute maximum displacements of the thick plates increase as the aspect ratio increases for a constant t/a ratio. The same displacements decrease as the t/a ratio increases for a constant b/a ratio.

The changes in the aspect ratios are generally less effective on the absolute maximum displacement than the changes in the thickness/span ratios.

The absolute maximum bending moment, M_x , at the center of the thick simply supported plates resting on Winkler foundation increases as the aspect ratio and thickness/span ratio increase.

The changes in the aspect ratios are generally more effective on the absolute maximum bending moment, M_x , of the thick simply supported plates than the changes in the thickness/span ratios.

The absolute maximum bending moment, M_y , at the center of the thick simply supported plates resting on Winkler foundation decreases as the aspect ratio increases and increases as the thickness/span ratio increases.

The changes in the thickness/span ratios are generally more effective on the absolute maximum bending moment, M_y , of the thick simply supported plates resting on Winkler foundation larger than the changes in the aspect ratios.

In general, degrees of decreases and increases depend on the changes in the aspect and thickness/span ratios, and the changes in the thickness/span ratio are more effective on the maximum responses considered in this study than the changes in the aspect ratio.

REFERENCES

- 1) Ayvaz Y. and Oguzhan C.B. (2008) "Free vibration analysis of plates resting on elastic foundations using modified Vlasov model.," *Structural Engineering Mechanics.*, 28(6), 635-658.
- 2) Ayvaz Y., Daloğlu A. and Doğangün A. (1998) "Application of a modified Vlasov model to earthquake analysis of the plates resting on elastic foundations," *Journal of Sound & Vibration.*, 212(3), 499-509.
- 3) Bathe, K.J. (1996), *Finite Element Procedures*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

- 4) Benferhat R., Daouadji T.H., Mansour M.S and Hadji L. (2016), “Effect of porosity on the bending and free vibration response of functionally graded plates resting on Winkler-Pasternak foundations,” *Earthquakes. & Structures*, 10(6), 1429-1449.
- 5) Cook, R.D. and Malkus, D.S. and Michael, E.P. (1989), *Concepts and Applications of Finite Element Analysis*. John Wiley & Sons, Inc., Canada.
- 6) Grice R. M. and Pinnington R. J. (2002), “Analysis of the flexural vibration of a thin-plate box using a combination of finite element analysis and analytical impedances,” *Journal of Sound & Vibration*, 249(3), 499-527.
- 7) Hetenyi, M. (1950), “A general solution for the bending of beams on an elastic foundation of arbitrary continuity.” *Journal of Applied Physics*. 21, 55-58.
- 8) Kutlu A., Uğurlu B., Omurtag M.H. (2012), “Dynamic response of Mindlin plates resting on arbitrarily orthotropic Pasternak foundation and partially in contact with fluid”, *Ocean Engineering*. 42, 112-125.
- 9) Leissa A. W. (1973), “The free vibration of rectangular plates,” *Journal of Sound & Vibration*, 31(3), 257-294.
- 10) Lok T. S. and Cheng Q. H. (2001), “Free and forced vibration of simply supported, orthotropic sandwich panel,” *Comput. Struct.*, 79(3), 301-312.
- 11) Mindlin, R.D. (1951), “Influence of rotatory inertia and shear on flexural motions of isotropic, elastic plates”, *Journal of Applied Mechanics*; 18, 31-38.
- 12) Omurtag, M.H., and Kadioğlu, F. (1998), “Free vibration analysis of orthotropic plates resting on Pasternak foundation by mixed finite element formulation,” *Computers & Structures*, 67, 253-265.
- 13) Özdemir Y. I., Bekiroğlu S. and Ayvaz Y. (2007), “Shear locking-free analysis of thick plates using Mindlin’s theory,” *Structural Engineering Mechanics*., 27(3), 311-331.
- 14) Özdemir Y. I. (2007), “*Parametric Analysis of Thick Plates Subjected to Earthquake Excitations by Using Mindlin’s Theory*”, Ph. D. Thesis, Karadeniz Technical University, Trabzon.
- 15) Özdemir Y. I., (2012), “Development of a higher order finite element on a Winkler foundation”, *Finite Element. Analysis and Design*., 48, 1400-1408.
- 16) Özgan K., Daloglu A. T. (2012), “Free vibration analysis of thick plates on elastic foundations using modified Vlasov model with higher order finite elements”, *International Journal of Engineering. Materials Sciences*., 19, 279-291.
- 17) Pasternak, PL. (1954) “New method of calculation for flexible substructures on two-parameter elastic foundation”. Gasudarstvennoe Izdatelstoo. Literaturny po Stroitelstvu I Architekture, 1-56, Moskau.
- 18) Providakis C. P. and Beskos D. E. (1989), “Free and forced vibrations of plates by boundary elements,” *Computer Method Applied Mechanics*, 74, 231-250.
- 19) Providakis C. P. and Beskos D. E. (1989), “Free and forced vibrations of plates by boundary and interior elements,” *International Journal of Numerical Methods in Engineering*, 28, 1977-1994.
- 20) Qiu J. and Feng Z. C. (2000), “Parameter dependence of the impact dynamics of thin plates,” *Computers & Structures*, 75(5), 491-506.
- 21) Senjanovic I.; Tomic M., Hadzic N., Vladimir N. (2017), “Dynamic finite element formulations for moderately thick plate vibrations based on the modified Mindlin theory,” *Engineering. Structures*, 136, 100-113.
- 22) Sheikholeslami S.A., Saidi A.R. (2013), “Vibration analysis of functionally graded rectangular plates resting on elastic foundation using higher-order shear and normal deformable plate theory,” *Computers & Structures*, 106, 350-361.
- 23) Si W.J., Lam K. Y. and Gang S. W. (2005), “Vibration analysis of rectangular plates with one or more guided edges via bicubic B-spline method,” *Shock & Vibration*, 12(5).

- 24) Tahouneh V. (2014), “Free vibration analysis of thick CGFR annular sector plates resting on elastic foundations,” *Structural Engineering Mechanics.*, 50(6), 773-796.
- 25) Tedesco J. W., McDougal W. G., Ross C.A. (1999), *Structural Dynamics*, Addison Wesley Longman Inc., California.
- 26) Timoshenko, S. and Woinowsky-Krieger, S. (1959), *Theory of Plates and Shells. Second edition*, McGraw-Hill., New York.
- 27) Ugural A.C. (1981), *Stresses in Plates and Shells*, McGraw-Hill., New York.
- 28) Weaver W. and Johnston P. R. (1984), *Finite Elements for Structural Analysis*, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- 29) Winkler, E. (1867), *Theory of Elasticity and Strength*, Dominicus Pague, Czechoslovakia.
- 30) Wu L.H. (2012), “Free vibration of arbitrary quadrilateral thick plates with internal columns and uniform elastic edge supports by pb-2 Ritz method,” *Structural Engineering Mechanics.*, 44(3), 267-288.
- 31) Vlasov, VZ., Leont’ev, NN. (1989) *Beam, plates and shells on elastic foundations*. GIFML, Moskau.
- 32) Zamani H.A., Aghdam M.M., Sadighi M. (2017), “Free vibration analysis of thick viscoelastic composite plates on visco-Pasternak foundation using higher-order theory,” *Computers & Structures.*, 182, 25-35.
- 33) Zienkiewich O.C., Taylor RL. and Too JM. (1971), “Reduced integration technique in general analysis of plates and shells,” *International Journal of Numerical Methods in Engineering.*, 3, 275-290.
- 34) Zienkiewich O.C., Taylor RL. and Too JM. (1989), *The Finite Element Method*, fourth ed., McGraw-Hill, New York.

TARİHİ YAPILARIN DOĞRU AYDINLATILMASININ ÖNEMİ

THE IMPORTANCE OF ACCURATE ILLUMINATION OF HISTORICAL STRUCTURES

Dr. Öğr.Üyesi Süleyman ADAK¹
Dr. Öğrencisi Hasan CANGİ²
Prof.Dr. Ahmet Serdar YILMAZ³

ÖZET

Mardin’de sembolleşmiş tarihi yapıların doğru aydınlatma tasarımı ile yeniden aydınlatılması gerekir. Hassasiyet ve duyarlılıkla tasarlanmış incelikli bir dış aydınlatma sonucunda bu tarihi yapıların kentin sosyal ve kültürel hayatına yeniden katılmaları sağlanabilir. Bu yolla kentlerin tarihi ve kültürel kimlikleri daha belirginleşecektir. Tarihi önem taşıyan yapıların doğru aydınlatılması ile ruhlarını geri kazanarak, buldukları kentin tarihsel kimliğini vurgulamaya yardımcı olacaklardır. Özellikle Mardin gibi tarihsel açıdan hayli zengin kentlerimizdeki bu kültürel mirasın nitelikli bir biçimde aydınlatılarak ortaya çıkartılması gerekmektedir. Tarihi yapıların aydınlatmasında yapının ait olduğu dönem ile bu dönemin mimari niteliklerinin çok iyi analiz edilmelidir. Kentsel kaygılarla tasarlanmamış uygulamalar, yapının asla görülmesini istemeyeceğimiz kusurlarını görünür kılarak olumsuz sonuçlar verebileceği gibi çevresindeki yapılardaki yaşam için de rahatsız edici olabilir. Bu bağlamda bir yapı aydınlatılırken çevrenin de büyük bir özenle analiz edilmesi gerekir. Aydınlatmanın çevrede olumsuz etkiler oluşturmaması için önlem alınması gerekir. Bütün ışıklar göze çarpmaması için aydınlatma armatürlerinin uygun bir şekilde yönlendirilmesi gerekir. Doğru aydınlatma aygıtlarının seçimiyle gerçekleştirilen aydınlatma tasarımı ile ışık kirliliği gibi çevresel etkiler minimuma indirilmelidir. Tarihi bir yapıda yapılacak çalışmada bina yüzeyinde sabitlenmesi gereken dış aydınlatma ekipmanlarının yapının tarihi dokusunu tahrip etmemesi gerekir. Yaz-kış koşullarına ve belirli özel günlere göre değişen sistemler oluşturularak hem görsel açıdan daha etkin durumlar oluşturulabilir.

Anahtar Kelimeler: Tarihi Binalar, Cephe Aydınlatması, Doğru Aydınlatma, Tarihi Bina Detayları.

ABSTRACT

In Mardin, symbolized historical buildings must be re-illuminated with the correct lighting design. As a result of a sophisticated exterior lighting designed with precision and sensitivity

these historical buildings can be reintegrated into the social and cultural life of the city. In this way, the historical and cultural identities of cities will become more evident. By reclaiming the souls with the correct illumination of historical buildings, they will help to emphasize the historical identity of their city. This cultural heritage in our cities, which are quite rich in historically such as Mardin, should be illuminated in a qualified way. In the illumination of historical buildings, the period when the structure belongs and the architectural qualities of this period should be analyzed very well. Applications that are not designed with urban concerns can give negative results by making visible the flaws that we will not want the structure to be seen. It can also be uncomfortable for life in surrounding structures. In this context, a building should be analyzed with great care while illuminating a building. Precaution should be taken to ensure that lighting does not adversely affect the environment. The lighting fixtures must be properly guided to ensure that not all lights are visible. The environmental design, such as light pollution, should be minimized by the lighting design by selecting the right lighting devices. In the study to be carried out in a historical building,

¹ Mardin Artuklu Üniversitesi, suleymanadak@yahoo.com

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, hasancangi@yahoo.com

³ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, asyilmaz@ksu.edu.tr

outdoor lighting equipment which must be fixed on the building surface should not destroy the historical texture of the structure. Systems that are changing according to summer-winter conditions and specific special days can be created and more visually effective situations can be created.

Keywords: Historical Buildings, Facade Lighting, Correct Lighting, Historical Building Details.

1. GİRİŞ

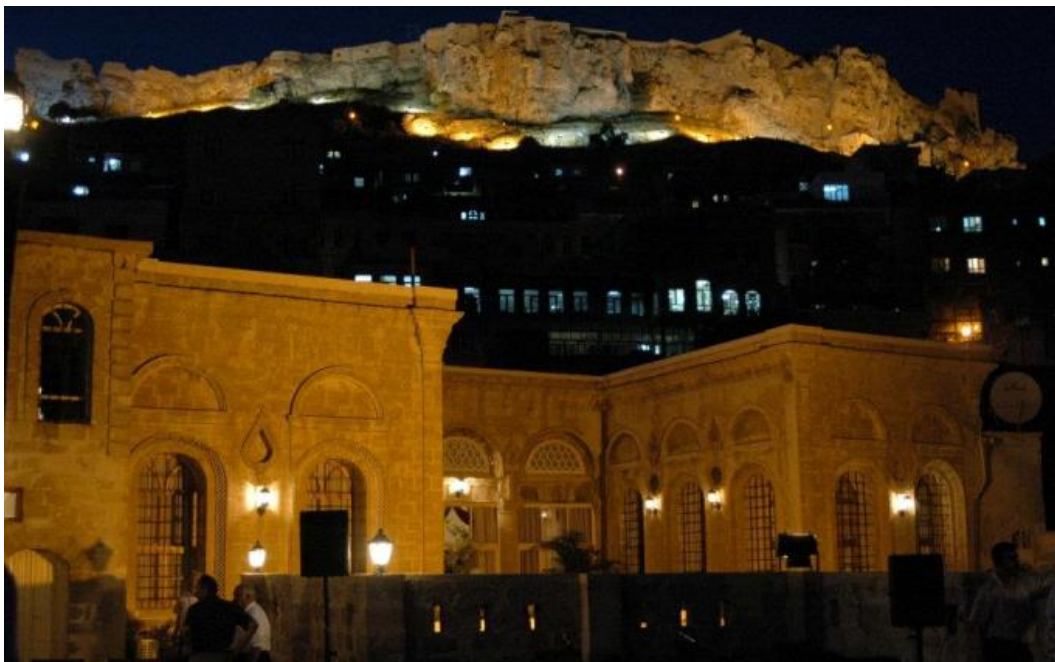
Aydınlatma projelerinin tasarımı ve uygulanması hem bir sanat hem de bir bilimdir. Bilimdir; çünkü ihtiyaç duyulan aydınlatma lüksü ve aydınlatmanın kalitesini belirleyen parametreler aritmetiksel olarak bulunur. Sanattır; çünkü ışık ancak duyu organları yardımıyla hissedilir. İnsanları aktif, rahatlamış, üretken, yaşam dolu yapma yönünde motive ederek olumlu bir etki yaratan aydınlatma, mekanın görünürlüğünü, karakterini ve atmosferini belirlerken beraber kullanıldığı ortamla da uyumlu bir ilişki kurmalıdır. Aydınlatma tasarım tekniklerinde ışık, bir yüzeye çarpana ve ortamı şekillendirene kadar görünmezler, hissedilmezler. Herhangi bir alanı ışıklandırmak için düşünülmesi gereken faktörler şunlardır:

- Mekânın özellik ve fonksiyonu (yaşam alanı veya kültürler bir alan olduğu),
- Kullanıcıların o mekanda ne yapacağı,
- Kullanılacak armatürler ile ışığın niteliği ve niceliği,
- Mimari ve dekorun özellikleri,
- Yan mekanlarla olan ilişkileri önemli faktörlerdir.

Aydınlatma tasarımı, algılama ve teknoloji gibi birbirinden bağımsız iki farklı etkeni benzeri olmayacak şekilde bir araya getirip bütünleştirme işlemidir. Yılın hangi günü veya günün hangi zamanı olduğu, gözlemcinin/kullanıcının yaşı ve psikolojik durumu, mekanın yeri ve kullanım durumu, aydınlatma tasarımcısının karar verirken düşünmesi gereken faktörler arasındadır. Bu kadar çok sayıda faktörün olması, daha önce uygulanmış örneklere benzemeyen çevresel deneyimler ortaya çıkmasına neden olur [1-3].

2. TARİHİ MARDİN EVLERİ

Mardin evlerinde kullanılan malzeme taştır. Ancak kullanılan bu taş normal taştan farklı olarak adlandırılan açık renkli sarımsı yapıdadır. Bu taşların en büyük özelliği kesilebilmesinden dolayı rahat bir şekilde işlenebilir özellikte olması zengin süsleme elde edilmesini sağlamıştır.



Şekil 1 Tarihi bir evin dıştan görünüşü

Kolay işlenen ve ocaktan çıkartılan bir süre sonra sertleşen bu kireçli oluşum Mardin yapılarının her devrinde aynı rahatlıkla halen kullanılmaktadır. Bu evlerde herhangi bir sıva malzemesi kullanılmaz. Belirli zamanda taşların temizlenmesi amacıyla, taş kırıntıları kum haline getirilerek ve bu kum ile duvar temizlenir. Duvarların örülme işleminde ise kireç ile karıştırılan bu kumdan harç elde edilir [2-4]. Bu harç ile duvar örülür.

Evlerde iç ve dış cephe düzeni çok farklıdır. Sokak cepheleri, zemin katta yüksek ve sağır bir duvardan ibarettir. Zemin kattaki tek açıklık, evlerin görkemli yapılmış, kemerli giriş kapıları, bazen kapıların üstünde yer alan küçük pencereler ve üst kattaki çardak denilen çıkmalardaki pencerelerdir.

Oturma ve misafir ağırlanan odalar genellikle ince uzun dikdörtgenler şeklindedir. Diğer odalar ise dikdörtgen veya kareye yakın formlardadır. Oda boyutları incelendiğinde, kısa kenarın 3,00-4,00 m, uzun kenar ise 4,00-5,00 m. arasında değiştiği görülmektedir. Tavan yüksekliği zemin katlarda alçak olup, birinci ve ikinci katlarda yüksek tutulmuştur. Birinci katta tavan yükseklikleri, yaygın olarak 4,00- 5,00 m arasında değişmekte olup, az sayıda 3,00- 4,00m arasında yükseklikler tespit edilmiştir. Büyük ve zengin evlerinde ölçüler daha büyürken, küçük ve basit, az süslemeli evlerde boyutların daha da küçüldüğü görülmektedir [5, 6].



Şekil 2 Tarihi evlerde uygulanan süsleme (nakış)

Mardin evleri kalenin eteklerinden ovaya doğru birbiri üzerine yükselen teraslar halinde, tepenin güney yamacına yerleşmişlerdir. Yeri volkanik bir bölgedir. Tarihsel geleneği günümüzde sürdüren yapılaşma özgün bir mimari gelişmiştir. Pencereler genellikle kemerli nişlerin içine oturmuştur. Bu nişler, üç dilimli kemer, beş dilimli kemer, dilimli kemer, yarım daire kemer, atnalı kemer, sivri kemer ve üçgen alınlıkla değişik formlarda yapılmıştır. Nişlerinin bazılarının kenarlarında sütünceler yapılmıştır [7-9]. Bu nişlerin içerisinde yer alan pencereler, dikdörtgen, yarım daire kemer ve basık kemer formundadır. Bazı pencereler duvarla düz bitmiştir. Pencerelerin üstünde sağır kemerler bulunur. Pencere mimarisinde gün ışığından en üst düzeyde yararlanma hedeflenmiştir.



Şekil 3 Tarihi evlerde geometrik motiflere sıkça rastlanır.

Bu tarihi yapıtlarda yapılacak aydınlatmada ışığın yüzeye nasıl ulaştığı, açısı, niteliği, yoğunluğu gibi özelliklerinin tümü, objelerin farklı şekillerde görünmesi için bir araya gelir. Tarihi yapıtların aydınlatma projelerinde dikkat edilmesi gereken husus mimarlarla paralel hareket edilmesi gerektiğidir [8-10]. Aydınlatması yapılacak yapıtın mimarisi en iyi şekilde yansıtılmalı ve aydınlatma mimarinin bir branşmanı olarak ele alınmalıdır. Aydınlatma görsel algılamayı olanaklı kılar. Aydınlatma tekniği konusu elektrik mühendisleri ile mimarların ortak çalışmasını gerekli kılan bir alandır. Tarihi binaların güvenliği de son derece önemli bir konudur. Dolayısıyla iyi bir aydınlatmada,

- Aydınlik düzeyi,
- Eş düzeyde aydınlatma,
- Işık yönü ile gölge etkisi,
- Işık dağılımı,
- Işıktan yararlanma,
- Göz kamaşmasının sınırlandırılması,
- Işığın rengi ve renksel geri verim endeksine dikkat edilmelidir.

Gözde kamaşma ve yorgunluk oluşturan ve uygun olmayan aydınlatma görme problemleri oluşturmakta ve iş kayıplarına sebep olmaktadır. Görme kalitesi üzerinde ışık kaynaklarının önemli bir etkisi vardır. Eylemler ve renk arasındaki ilişkilerin doğru kurulması sonucu görsel konforun sağlanması kolaylaşacaktır. Bununla beraber kişilerin eylemleri daha kolay ve istekle yerine getirmeleri sağlanacaktır. Bu etkilerin sağlanabilmesi için uygun aydınlatma düzeneklerinin ve uygun ışık kaynaklarının seçilmesi gerekmektedir. Aydınlatma gereçleri, ışıktan en fazla faydalanacak şekilde yerleştirilmelidir. Gün ışığından mümkün mertebe faydalanılmalıdır. Binaları dekore ederken, duvar ve tavan renginin açık renk olması, açık renkli mobilyalar, halılar ve perdeler tercih edilmesi, ışığın daha iyi yansımını sağlar. Bu sayede daha az aydınlatmaya ihtiyaç duyulur. Şekil 1' tarihi evin değişik kısımlarının aydınlatılması.



Şekil 1 Tarihi Mardin evlerinin aydınlatılması (erdoba evleri)

Ortamlar için gerekli minimum ışık akıları standartlaştırılmış olup, ortam için belirtilen ışık akısı kadar aydınlık sağlayan armatürlerin kullanılması gerekir. Bu durumda, ortamın kullanım amacına uygun ışık kaynakları kullanılarak, enerjinin etkin kullanımı yönünde bir aşama kaydedilmiş olur. Direkt aydınlatmada, aygıttan çıkan toplam ışık akısının %90-100'ü eylem alanına gönderildiğinden, herhangi bir yüzeyden yansıyarak yutulma kaybına uğramamaktadır.

2.1. Tarihi Mardin Evlerinin Günümüz Teknolojisi İle Aydınlatılması

Tarihi yapıların aydınlatılması ile ilgili en önemli noktalardan birisi de yapının özgünlüğünü bozmadan, aydınlatma sisteminin korumayı destekleyen bir unsur haline getirilerek yapının yapılan aydınlatma uygulamaları neticesinde hiçbir şekilde zarar görmemesini sağlamaktır. Aydınlatma, eğitim ve öğretimde ve öğrenme sürecinin sağlıklı bir süreç içinde gerçekleşmesini sağlayan en önemli parametrelerden biridir. Kaliteli bir aydınlatma, kaliteli bir yaşam ortamını sağlar. Işık, insanların bedensel, fizyolojik ve psikolojik sağlıkları ve özellikle çalışma alanlarında insan performansı üzerinde derin etkileri bulunmaktadır. Bu etkiler dikkate alınarak uygun aydınlatma şartlarını oluşturmak için aydınlatma parametreleri, kaliteli aydınlatma, aydınlatma dizaynı, gün ışığı ve aydınlatmanın birlikte kullanımı kavramlarının ele alınması gerekir.

Tarihi binanın fonksiyonel, sürdürülebilir ve estetik bir aydınlatmaya sahip olması ideal ve en uygun çözümler ile mümkün. İç mekânlardan açık alanlara kadar kişiselleştirilmiş ve tarihi yapıya özel ince ayrıntılarla düşünülmüş bina aydınlatma projeleri gerekmektedir. Aydınlatma tasarımları binanın girişinden en son katına kadar uzanan bu aydınlatma uğraşında öncelik kullanıcının rahatlığıdır. Tarihi binaların aydınlatılması tasarlanırken enerjinin etkin kullanımı için bir takım değişkenler dikkate alınmalıdır. Bu değişkenleri şöyle sıralayabiliriz:

- Aydınlatma türünün seçimi.
- Lamba, aygıt ve yardımcı araçların seçimi.
- Aygıtların yerden yerleştirilme yükseklikleri,
- Hesaplamalardaki doğruluk payı, kullanılan programlar,
- Bakım faktörüdür.

Aydınlatma sisteminin tesis edileceği ortamın kullanım amacına göre, uygun ışık kaynakları kullanılmalıdır. Ortamın kullanım amacı, yapay aydınlatma sisteminin türünün seçiminde etkin rol oynar. Kentin mirasını oluşturan önemli tarihi yapıların restore edilerek günümüzde de, aynı ya da yeni işlevi ile kullanılması öncelik verilmesi gereken bir mimari yaklaşımdır. Tarihi yapılar restorasyon ile tekrar kente kazandırılırken, yapının ziyaretçiler tarafından algılanabilmesi ve kullanılabilmesi için görsel ihtiyaçları karşılayacak doğru bir aydınlatma tasarımı gerekmektedir. Yapılan aydınlatma tasarımında, mimari yapıya mümkün olduğu kadar az müdahale edilmelidir.

2.2 Ön Cephenin Aydınlatması

Aydınlık düzeyi ölçümlerini yalnızca sergileme alanları ile sınırlamak hatalı bir yaklaşımdır. Sirkülasyon aksının merdiven ve ön cephede yeterli aydınlık düzeyinin homojen olarak sağlanması gerekmektedir. Burada seçilecek ışık renginin taş rengini desteklemesi gerekir. Yapılan aydınlatma tasarımının uygulanacağı yapının tarihi bir yapı olduğu durumda, yapının beraberinde getirdiği kısıtlamalara uygun, yapının orijinaline minimum müdahalede bulunacak çözümlerin geliştirilmesine ayrıca gayret gösterilmelidir. Tarihi evlerin cephe aydınlatılması Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2 Tarihi evlerin ön cephesinin aydınlatılması

Doğru aydınlatılmış ortam, çok ışık alan bir aydınlatma ortamı değil, ne kadar ışığa gereksinim varsa o kadar ışığın kullanıldığı ortamdır. Önemli olan mekanın büyüklüğüne göre doğru ışığın doğru yerde kullanılmasını sağlamaktır. Doğru lambanın seçimi, lambanın ne amaçla ve nerede kullanılacağına bağlıdır. Lamba seçiminde aydınlık düzeyi, açık kalma süresi ve değiştirilme kolaylığı gibi faktörlerin yanı sıra aşağıdaki hususlar da göz önüne alınmalıdır.

2.3 Salon Aydınlatması

Evlerin en geniş ve en çok kullanılan bölümlerinden olan salonlar, tasarımcıların en şık aydınlatma ürünlerinin kullanılabileceği iç mekânlardandır. İçi aydınlatmada farklı odalar için, bu odaların ne için kullanıldığı hesaba katılarak en uygun aydınlatma biçimi düşünülmelidir. Örneğin, güçlü ışık veren bir masa lambası, çalışma odalarında iyi sonuç verebilecekken, yatak odası gibi daha yumuşak bir aydınlatmayı tercih edeceğiniz odalarda kullanışlı olmayabilir. Yine yatak odalarında tercih edilen loş ışık, bu kez de dolap içlerinin aydınlatılmasını gerektirir.



Şekil 3 Tarihi evde, salonun aydınlatılması

Bu salonda kullandığımız tablo, sanat eseri, dekorasyon objeleri gibi özel parçalar için, sadece bu nesnelere aydınlatacak şekilde spot ışıklar veya avizeler düşünebiliriz. Nesnenin boyuna göre ışığın çatısını seçmeliyiz. Vurgu aydınlatması belirli bir objeyi vurgulamak veya geniş bir alan içindeki bir bölgeye dikkat çekmek için kullanılan doğrusal ışık ile oluşturulur. Bir tasarım elemanında veya herhangi bir temayı güçlendirecek bir detayda uygun vurguyu sağlamak için mimarın kullandığı önemli bir aydınlatma türüdür. Küçük bir alana ait yüksek aydınlık düzeyi sağlar; fakat bu alanların etrafındaki yüzeyler aydınlatılmadığı sürece, bu ışık çok parlak ve rahatsız edici olabilir.

2.4. Oturma Odası Aydınlatması

Oturma odası dinlenme fonksiyonunu yerine getiren yaşam alanlarımızdan biridir. Aydınlatmasında da dinlendirici yumuşak ışık kaynaklarına yönelmeli, bölümlerine göre farklı aydınlatma modellerini bir arada kullanmalıyız. Yaşam alanlarımızın tümünde olduğu gibi oturma odalarında da tek bir ışık kaynağı ile yeterli aydınlık sağlanamaz. Oturma odasında klasik bir tarz hâkimse genel aydınlatmada hem güçlü hem de şık bir alternatif olan sarkıt ya da avizeler tercih edilebilir. Bu modellerin tüm ihtişamını eksiksiz yansıtabilmesi için sarı ya da sıcak beyaz renkte ampuller ile kullanılmalıdır. Oturma odası aydınlatması Şekil 4’te verilmiştir.



Şekil 4 Oturma odasının aydınlatılması

Dinlenme işlevinde kullanılan koltuklu bölümde ise genel aydınlatma kullanılmak istenmediği zamanlarda yan aydınlatma sağlayan okuma lambası olarak da kullanılabilir lambader ya da aplikler gözü yormaması açısından idealdir. Dekoratif aydınlatmanın en çok kullanılacağı kısımlardan olan oturma odasında, aksesuar ya da tablolarla aplik ya da alttan aydınlatmalar ile vurgulayıcı aydınlatma uygulanabilir. Güneş ışığı ile aydınlatmada ışığın yaygın veya doğrultulu oluşu ve yönü de önemlidir. Doğrultulu ışık, keskin gölge düşürdüğünden, formun ve dokunun ortaya çıkartılması istendiğinde kullanılır. Yaygın ışık dinlendirici etki yapar. Güneş ışığı saydam cam kullanılarak yapı içine doğrultulu olarak alınabileceği gibi, yarı saydam cam kullanılarak veya çeşitli mat yüzeylerden yansıtılarak yaygın olarak da alınabilir.

2.5. Yatak Odası Aydınlatması

Günün yorgunluğunu attığınız yaşam alanları, aydınlatması ile de dinlendirici olmalıdır. Yatak odalarında gözü kamaştırıcı bir aydınlatma sisteminden kaçınmalıyız. Yatak odası armatürlerinde genelde ışığın parlaklığından kurtulmasını sağlayan perdeleme sistemli modeller tercih edilmelidir. Yatak odası genel aydınlatmasından en fazla verimi almak için tavan beyaz renk olmalı, duvar renkleri de ışığı doğru yansıtabilen açık renklerden seçilmelidir.

Yapılan araştırmalar, ışığın, insanların bedensel, fizyolojik ve psikolojik sağlıkları ve özellikle çalışma alanlarında insan performansı üzerinde derin etkileri olduğunu göstermiştir. Çalışma alanındaki aydınlatmayı düşündüğümüzde, üzerimizde oluşturduğu fiziksel etki ilk akla gelendir. Örneğin, uygun olmayan aydınlatmada göz yorgunluğu ortaya çıkar ve çalışma alanlarında ciddi yaralanmalara sebep olur. Şekil 5'te tarihi evin yatak odasının aydınlatması verilmiştir.



Şekil 5 Yatak odasının aydınlatılması

Yatak odasındaki aksesuarlar için alttan yapılan ışıklandırma ve genel aydınlatma destekçisi görevinde kullanılan tuvalet masası aydınlatmaları hem işlevseldir hem de odaya karakteristik hava katar. Tuvalet masası aydınlatmasında yüzde gölge oluşumunu engellemek için aynanın her iki tarafına eşit yükseklikte spotlar yerleştirilmelidir. Yatak odası dekoratif aydınlatmalarının en dikkat çekicilerinden olan tavanda gökyüzünden, çiçek tarlalarına her zevke uygun kompozisyonu olan gece aydınlatmaları oluşturabilir.

İster yapay ister doğal olsun, aydınlatma tasarımında yalnız ışık değil, yüzeylerin renkleri ve ışık yansıtıcılıkları da kullanılır. Duvarda, tavanda ve döşemede, ışıklı ve gölgeli kompozisyonlarla insanlar üzerinde çeşitli duygular oluşturulur. Aydınlatmada dekoratif lambalar ve abajurlar tercih edilmesi halinde dış yüzeyi açık renkli olan aydınlatmaların tercih edilmesi, ışıktan daha fazla faydalanılmasını sağlamaktadır. Işığın bir mekânda yatay yönde yayılmasıyla, düşey yönde yayılması da insan üzerinde farklı duygular oluşturur. Günışığı kompozisyonu yalnız planda değil, düşey kesitte de ele alınmalıdır. Dolayısı ile aydınlatılacak mekanda bireyler üzerinde uygun etkileri yaratacak olan renklerin seçimi son derece önemlidir. Renklerin algılanması ışık kaynaklarına bağlı olduğundan, seçilen ışık kaynaklarının renkleri ve renk geri verim endeksleri tasarımın önemli kriteridirler. Şekil 6'da yatak odası aydınlatması verilmiştir.



Şekil 6 Değişik mimaride yatak odasının aydınlatılması

Avize veya sarkıtlar gibi gösterişli aydınlatma modellerinin tarihsel yapıtın sadece salon, yatak odası gibi kısımlarında değil koridor veya merdivenlerinde de kullanılabilceği unutulmamalıdır. Fonksiyonellikle estetiği bir arada sunan aydınlatma tasarımlarını , tarihsel yapıtın her bölümünde özgürce kullanabileceğiniz aydınlatma seçenekleridir.

Kaliteli aydınlatma, yüksek aydınlık düzeyi demek değildir. Aydınlatma düzeyinin yeterli olduğu ortamlarda bile ortamda bulunan kişilerin, kamaşmadan ve ortam içindeki farklı parlaklı seviyelerinden kaynaklanan baş ağrısı ve göz şikayetlerinde buldukları görülmüştür. İyi yapılmış bir yapay aydınlatma ile rahat görme koşullarının sağlanması yanında, kişilerin duygusal ve psikolojik ihtiyaçlarına cevap vererek çalışma verimini de arttırmalıdır. İnsanın çalışma performansı ve sağlığı üzerine aydınlatmanın büyük bir etkisi vardır.

2.6. Mutfak aydınlatması

Mutfak aydınlığında güvenlik ve fonksiyonellik kadar şıklığında önemi büyüktür. Genelde bayanların zaman geçirdiği mutfaklarda zarif ve pratik bir aydınlatma sistemi oluşturmak kullanıcılarına büyük kolaylık yaratır. Çalışma, genel ve vurgulama amaçlı olmak üzere üç farklı aydınlatma tipiyle mutfağınızda eksiksiz aydınlığı sağlayabilirsiniz. Tüm zamanını burada geçirenler için öncelikle gözü yormayan, bir ışık kaynağı dilediğiniz tüm armatür modelleri ile kullanılabilir.

Mutfakların oturma odası olarak da kullanıldığı evlerde yemek masası üzerinde kullanılan sarkıt ya da avizeler akşam yemeklerinizi daha şık hale getirirken; masa yüksekliğine göre ayarlanabilmeleri sayesinde masada gölgesiz bir aydınlanma sağlar. Aydınlık düzeyleri, aydınlatılan yüzeyin kaynağa olan uzaklığının karesi ile ters orantılı olarak değişir. Tavandan aydınlatılan bir mekanda, çalışma düzlemi ile aygıt arasındaki uzaklık ne kadar fazla ise, aygıtların vermesi gereken toplam ışık akısı o miktarda artacak, dolayısıyla enerji tüketimi de buna bağlı olarak artacaktır. Bu nedenle, kamaşma kontrolü yapılmak koşulu ile çalışma düzlemi ile aygıtlar arasındaki yükseklik izin verilebilen en az

değere indirilmeli, tavan yüksekliğinin fazla olması durumunda, aygıtlar askılarla sarkıtılarak yerleştirilmelidir. Şekil 7’de tarihi evin mutfağının aydınlatması verilmiştir.



Şekil 7 Tarihi bir yapıtın mutfağı

Çalışma aydınlatması için dolap, tezgâh üstleri ve tavan gibi birçok farklı alana spot aydınlatma uygulaması yapılabilir. Mutfağınızda kullanacağınız aydınlatmanın rengi yemekleri doğal renginden farklı göstermemeli ve gözleriniz kamaştırarak kadar parlak olmamalıdır. Hayatımızın tam merkezinde konumlandığımız tarihsel yapıtlar bir başka kişiselleştirilmiş yaşam alanıyla, ofislerle, birleşiyor. Doğru ve profesyonel düşünülmüş aydınlatma göz yorgunluğu, baş ağrısı, enerji düşüklüğü gibi iş hayatının akışını yavaşlatacak olumsuz etkileri belirgin biçimde azaltır. Tarihsel yapıtın bütün konforunun ortamının ciddiyetiyle oluşturduğu harmoni, psikolojik olarak da iş ortamıyla olası motivasyon düşüklüklerine neden olur.

2.7 Banyo Aydınlatması

Aydınlatmada güvenliğin ve kalitenin en ihtiyaç duyulduğu bölümlerden olan banyo, nemli ortamlara göre tasarlanmış sistemlerle aydınlatılmalıdır. Fonksiyonel olması bakımından banyo aydınlatmasında yumuşak ve yaygın ışıklar tercih edilmelidir. Banyoda, genel aydınlatmanın yanı sıra kullanılması gereken aydınlatmalardan biri de lavabo aydınlatmasıdır. Lavabo aydınlatması yüzde gölge oluşturmayacak şekilde, göz hizasında ve aynanın iki kenarına eşit yüksekliklerde monte edilmelidir. Lamba, aygıt ve yardımcı araçların seçimi, enerjinin etkin kullanımı açısından üzerinde en çok durulması gereken konudur. Genel aydınlatma ile dekoru elde etmek için yararlanılır. Çoğu düzenek birçok yöne ayarlanabilen spotlar kullanılarak yaratılır. Böylece ışığın tam olarak gerekli olan yere gönderilmesi amaçlanır. Parlaklık değerlerindeki fark ya da yüzey üzerindeki rengin derinliği amaçlanan vurgu olabilir. Bu, aynı zamanda, çok küçük bir ışık oyunu ve çok güzel bir objenin formunu açığa çıkartmaya yardım edecek bir gölge de olabilir. Başka bir şekilde ise, ışık kaynağının aydınlatılacak obje veya yüzeye çok yakın bir noktaya yerleştirilmesiyle yaratılır. Duvar ışıkları ve perde ışıklar bu tür aydınlatma armatürleri için tipik örneklerdir. Şekil 8’de tarihi evde banyo aydınlatması verilmiştir.



Şekil 8 Tarihi bir yapının banyosu

Duvara monte edebileceğiniz yumuşak ışıklı aplik modelleri hem gece lambası işlevinde hem de dekoratif aydınlatma unsurları olarak kullanılabilir. Mekanın belirli bir bölümünü vurgulamak için kullanılan ışık, bazı durumlarda vurgulanan mimari elemanlardan biri olur. Aydınlatılan obje yerine ışığın kendisi ilgi odağıdır. Bunun dışında, etkileyici ve ilginç armatürler veya lambalar seçilerek dekoratif aydınlatmadan; mekanın mimarisini açığa vuran ve onunla bir bütünlük oluşturacak şekilde tasarlanan mimari aydınlatmadan da bahsedilir. Aydınlatma, şehir yaşantısının hava karardıktan sonra da rahatlıkla sürdürülmesi, şehir kimliğinin ortaya çıkartılması, güzelliğinin sergilenmesi açısından önemlidir.

Gün boyu ya da geceleri sürekli veya uzun süreli kullanılan tesislerde, renksel özellikleri açısından istenen niteliğe sahip lambalar içinden, verimi en yüksek olanının seçimi, aydınlatma enerjisinin etkin kullanımı açısından son derece önemlidir. Aygıtların yerleştirilme yükseklikleri, özellikle tavandan yapılan aydınlatma düzenlerinde, aygıtlardan beklenen toplam ışık akısının büyüklüğünü doğrudan etkileyen bir değişkendir.

2.8 Avlu ve Hollerin Aydınlatılması

Hol ve koridorlar yaşam alanlarıyla ilgili ilk izlenimlerin kazanıldığı mekânlardır. Tarihsel yapının genel tarzı ne yönde ise bu geçiş alanlarında da aynı tarz devam ettirilmelidir. Koridorların uzun ince yapısını, endirekt aydınlatma ile olduğundan geniş göstermek mümkündür. Koridorlarda bulunan aksesuar ve tablolara vurgulayıcı aydınlatma yaparak dekoratif aydınlatmayı hollere taşıyabilirsiniz. Tarihsel yapının ara bölmelerini aydınlatabileceğiniz duvara monte aplikler ile hem dekoratif hol aydınlatması hem de evinizde minimal bir aydınlık sağlamak mümkündür.

Renkler içerdikleri düşük ya da yüksek titreşimli enerjileriyle insan psikolojisi üzerinde etkili olmaktadır. İnsanın duygusal, zihinsel ve fiziksel dünyasını derinden etkileme gücüne sahiptirler. Renkler psikososyal gereksinimlerin sağlanmasında da etkili olmaktadır. Bu nedenle renkleri yapısal olarak incelemek kadar psikoloji açısından da incelemek gerekmektedir. Bazı renkler, iç daraltıcı, sıkıcı bulunduğu gibi bazı renkler ise insan üzerinde bir ferahlık, genişlik

duygusu yaratmaktadır. Bu özellikleriyle renkler, uyarıcı oldukları kadar çökkünlük yaratıcı, yapıcı oldukları kadar da yıkıcı, itici ya da çekici olabilmektedirler. Ayrıca renkler sayesinde bir nesne daha yakın durduğu gibi olduğundan daha uzakta algılanabilmektedir. Şekil 9’da avlu aydınlatması verilmiştir.



Şekil 9 Tarihi bir yapının avlusu

Hol ya da koridor aydınlatması sadece ihtiyaç anında açılacağından sensörlü aydınlatmalar ve açıldığı anda gerçek ışığı veren ampuller (halojen, LED, standart ampuller) kullanılmalıdır. Sürekli açık bırakılacak koridor lambalarında ise enerji verimliliği sağlayan ürünler kullanmak daha ideal bir çözüm olacaktır. Tarihsel yapının genelinde ferah ve parlak bir ışık hâkimse koridorlarda da parlak beyaz ışık kullanılabilir.

Armatür seçiminde, ışığı yansıtması (aydınlatma yüzeyi) daha fazla olan armatürler seçilmelidir. Ayrıca armatür seçiminde kullanılacak olan mekanında önemi vardır. İç mekan veya dış mekan ayrımı yapılarak armatür seçilmelidir. Uzmanlarınca tasarlanmayan bir aydınlatma sonucunda ışık akısı, aydınlık ve elektrik enerjisinin bir bölümü boşa gitmekte, gerek yapı içi, gerekse kent aydınlatmalarda ışık kirliliği sorunları da yaşanmaktadır.

3. SONUÇLAR

Tarihi yapıların aydınlatma tasarım ve uygulama aşamalarında, aydınlatmanın niteliğinin, niceliğinin doğru yapılmasının yanında tarihi ve estetik özelliklerin ön planda olması oldukça önemlidir. Tarihi yapıtlarda, iyi bir aydınlatma projesinin tasarımıyla, çalışanların göz sağlığı, yüksek düzeyde iş becerisi, optimal verimlilik ve çalışanların kendilerini rahat hissedecekleri aydınlatma düzeyi sağlamalıdır. Bu durumda, tasarımlarda uygulanacak olan aydınlatma sistemleri, mekanın kurgusuna ve mimari özelliklerine göre etüt edilmelidir. İşlevsel ve yapısal özellikler incelenmeli, ortamın aydınlık düzeyi gereksinimi belirlenmeli ve buna bağlı armatürler seçilmelidir. Tarihi yapılarda aydınlatmanın incelendiği bu çalışmada elde edilen sonuç ve öneriler şu şekilde sıralanabilir:

- Tarihi binaların aydınlatılmasında kullanılan armatürlerin yüzeyleri sık, sık temizlenmelidir. Lamba yüzeyleri ve lamba muhafazaları üzerinde biriken kirli tortular lambanın yüzeyine yapışarak aydınlatma verimini düşürmektedir.
- Çevremizdeki nesnelere görebilmemiz ışığın sayesinde olabilmektedir. Renk ise algılarla ilgili bir kavramdır. Nesnelere gelen renkleri farklı oranlarda yansıtarak farklı renklerde görünürler. Renklerin insan psikolojisi üzerinde etkileri olduğu açıktır. Bu nedenle mekanlarda

eylemlere uygun renklerin seçimi önemli bir konudur. Aynı zamanda seçilen renklerin yansıtma katsayıları dolayısıyla aydınlatma sistemi üzerinde etkileri mevcuttur.

- Işık kaynağı ile gözleri birleştiren çizgi yatay ile 300'den fazla açı yapmalıdır. Büyük mekanlar gibi alanlarda bu durum sağlanamıyorsa aydınlatma elemanları ışığı engelleyici ile donatılmalıdır.
- Tarihi binaların aydınlatmasının amacı, hem bu binalarda sergilenen objelerin üzerinde inceleme, gözlem yapabilmeye hem de onları izlemekten zevk alabilmeye imkan vermesidir. Bu, bazı durumlarda inceleme yapmak için en ince detayları gösteren ve objelerin formunu, rengini ve dokusunu ortaya çıkaran bir aydınlatma düzeneğiyle sağlanır. Bazı durumlarda ise serginin bütün olarak görünümü, objelerin tek, tek görünürlüğünden daha önemli olabilir.
- Kullanılan aydınlatma düzeneğinin çeşidi kadar, lambaların çeşidi de önemlidir. Tarihi binaların ayrıntılarını renklerini en iyi ve doğru şekilde göstermek için yukarı yönde ışık veren düzenek, ışığı doğrudan tavana ve duvarların üst kısımlarına yönelten armatürlerle oluşturulur.

KAYNAKLAR

1. Seven M.S.,(2016), Tarihi Yapılarda Mimari Aydınlatma Tasarımı Süreci [Internet]. Lightworld. <https://www.lightworld.com.tr/tarihi-yapilarda-mimariaydinlatma-tasarimi-sureci/>
2. Hürer, A.,(1990), Elektrik Tesisat Bilgisi, Çilt II, Mesleki ve Teknik Öğretim Kitapları, İstanbul.
3. ÖZKAYA M., Aydınlatma Tekniği, Birsen Yayıncılık, İstanbul, 2000.
4. <http://www.nova-aydinlatma.com/page.php?id=334>.
5. IES Lighting Handbook Application Volume, IES, 1987.
6. Köşkülük. N. , (2001), Şehirselle Değerlerin Aydınlatılması İtalya'dan Uygulama Örnekleri, IV. Ulusal Aydınlatılma Sempozyumu sayı:110, s102, 2001.
7. Mardaljevic, J., (2000), Simulation of annual daylighting profiles for internal illuminance, Lighting Res. Technol., Vol 32, No 3, 2000, pp 111-118.
8. Philips Kataloğu, [erişim; 25 Temmuz 2016]. <http://www.lighting.philips.com.tr/prof>
9. Şerefhanoglu Sözen M., "Aydınlatma Görsel Konfor İç Mimarlık İlişkisi", Arredamento Mimarlık 2001 / 05, İstanbul.
10. Onaygil, S., Tarihi Binaların ve Anıtların Aydınlatılması, Şehirlerin Aydınlatılması Sempozyumu, Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul.

**FOTOVOLTAİK PANELLERDE KISMİ GÖLGELENMENİN ÇIKIŞ GÜCÜ
ÜZERİNDEKİ ETKİSİ****THE EFFECT OF PARTIAL SHADING ON THE OUTPUT POWER OF PHOTOVOLTAIC
PANELS**

Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK¹
Hasan CANGİ²
Prof.Dr. Ahmet Serdar YILMAZ³

ÖZET

Fotovoltaik (PV) paneller üzerinde önemli etkisi olan parçalı gölgelenmenin Matlab/Simulink ortamında modeli çıkartılmış olup çıkış gücü üzerindeki olumsuz etkisi incelenmiştir. Gücü 300 Watt olan PV panelinin benzetimi Matlab/Simulink programı yardımıyla oluşturulmuştur. 4 adet paralel bağlı PV panellerinin kısmi gölgelenmede çeşitli ışımaya değerleri için çıkış gücünün analizi yapılmıştır. PV sistemlerde paneller üzerindeki kirlilik, toz ve kısmi gölgelenmede çıkış enerjisinde kayıplar oluşmaktadır. PV paneller genellikle 24 ile 72 hücreden oluşur. Güneşten gelen ışımaya enerjisi hücre üzerine düştüğünde hücrede yaklaşık 0.58 V indüklenir. Hücrelerde indüklenen gerilim genellikle sabittir. PV hücreler seri-paralel kombinasyonu şeklinde bağlanarak çıkış gerilim ve güç değeri artırılabilir. PV panellere genellikle güneşten gelen ışımaya gün boyunca değişme göstermektedir. PV panellerin üzerinde kısmi gölgelenme olması durumunda panelin ürettiği enerjide azalmalar oluşur. Söz konusu enerji azalmasını önlemek için "By-pass Diyotlar" kullanılır. Gölgeleme durumlarda By-pass diyotları aktif hale geçerek paneldeki enerji azalmasını önler. PV panelinin pozitif ve negatif çıkış uçlarına By-pass diyotları ters yönlü olarak bağlanır. Kısmi gölgelenmede By-pass diyotu kısa devre özelliği göstererek akımın akmasını sağlar. By-pass diyotları sayesinde PV sistemi daha etkin ve kesintisiz bir şekilde çalışmasını sağlar. Bu çalışmada kısmi gölgelenmenin çeşitli halleri için simülasyonlar gerçekleştirilmiş olup PV modüllerinin gerilime bağlı olarak gerilim-akım (V-I) ve gerilim-güç (V-P) eğrileri elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: PV Panel, Gölgeleme, By-Pass Diyot, Simulink

ABSTRACT

In the Matlab/Simulink environment, the effect of fragmented shading, which has a significant effect on photovoltaic (PV) panels, has been modeled and the negative effect on the output power has been investigated. The simulation of the PV panel with a power of 300 Watts was created with the help of the Matlab/ Simulink program. The output power was analyzed for various irradiating values of 4 parallel PV panels. In PV systems there are losses in the energy of the panels, dust and partial shading in the output energy. PV panels usually consist of 24 to 72 cells. When the radiant energy from the sun falls on the cell, the cell is induced to about 0.58 V. The voltage induced in the cells is usually constant. PV cells can be connected in series-parallel combination to increase the output voltage and power value. The radiation from the sun to PV panels generally varies throughout the day. In the case of partial shading on the PV panels, the energy produced by the panel decreases. "By-pass diodes" are used to prevent this energy reduction. In shaded situations, By-pass diodes become active and prevent the energy loss in the panel. By-pass diodes are connected in reverse direction to the positive and negative output ends of the PV panel. In partial shading, the by-pass diode provides short-circuiting and ensures current flow. Thanks to the by-pass diodes, the PV system ensures more efficient and uninterrupted operation. In this study, simulations have been

¹ Mardin Artuklu Üniversitesi, suleymanadak@yahoo.com

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, hasancangi@yahoo.com

³ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, asyilmaz@ksu.edu.tr

realized for various states of partial shading and voltage-current (I-V) and voltage - power (P-V) curves of the PV modules have been obtained.

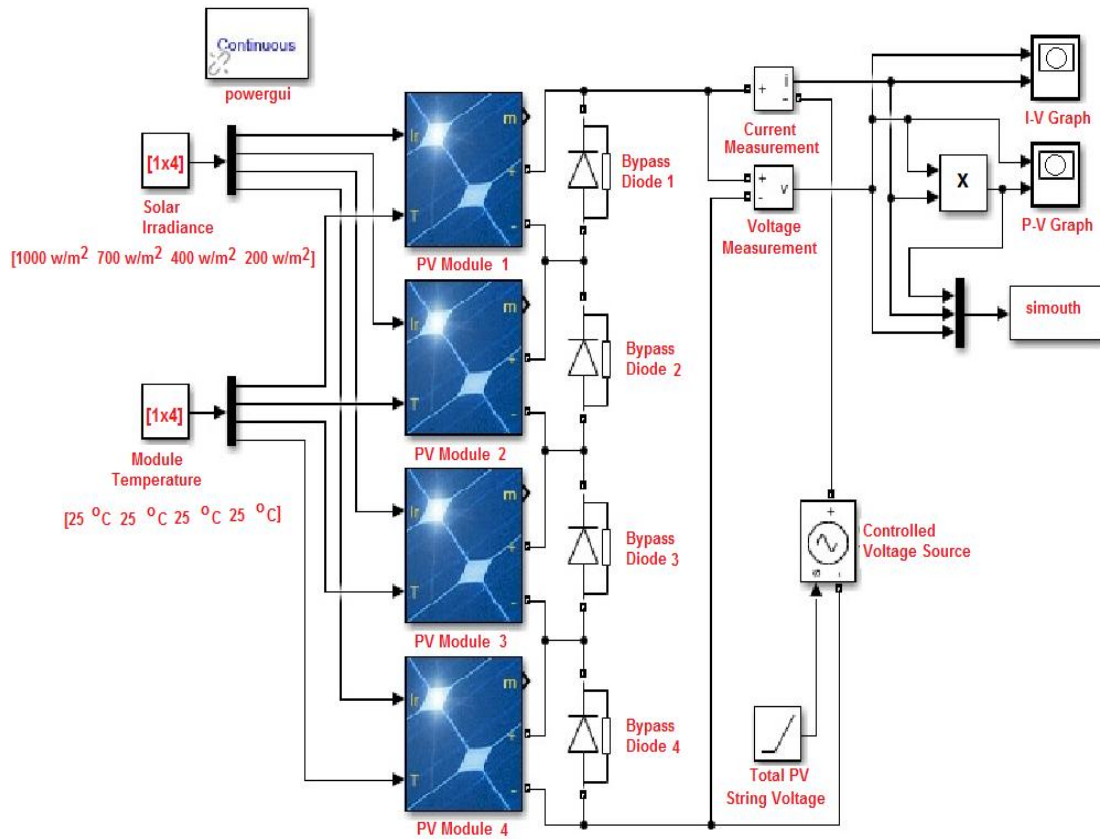
Keywords: PV Panel, Shading, By-pass diode, Simulink

1. Giriş

Elektrik enerjisi üretimi için geleneksel enerji kaynakları hidroelektrik, fosil yakıtlar ve nükleer enerjidir. Dünya çapında sera gazları emisyonunun artması ve fosil yakıtların hızla tükenmesi yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi artırmıştır. Ayrıca, çevrenin korunması, gelecekte insan yaşamı ve çevre dengeleri üzerinde oluşabilecek tehditlerin önlenmesi, ulusal kaynaklardan en üst düzeyde yararlanılarak ülkelerin enerji kaynakları arz güvenliğinin sağlanması, alternatif enerji kaynaklarının geliştirilmesini ve kullanılmasını gerekli hale getirmektedir. Bu kaynaklar arasında güneş enerjisi en önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Fotovoltaik (PV) sistemler ister şebekeye doğrudan bağlı olsun ister şebekeden bağımsız olsun maliyetleri ve kurulum ücretleri göz önüne alındığında maksimum verimde kullanılması gereken sistemlerdir. PV sistemlerde verimliliğini artırmak ve sistemden maksimum gücü elde edebilmek için Maksimum Güç Noktası İzleyicisi (MPPT) kullanmak gereklidir. PV güç sistemlerinin çıkış güç eğrisinde kısmi gölgelenme durumları hariç tek bir maksimum nokta oluşmaktadır. PV sisteme ait simülasyon modeli kullanılarak PV güç sistemindeki gölgeli hücre sayısı, bypass paralel diyotların bağlı olduğu ve olmadığı, bypass diyotlarının farklı bağlantı türlerinin analiz edilmesi gerekir [1-3]. Bu çalışmada 250 W gücünde 4 tane panelin seri bağlı olduğu sistemde, parçalı gölgelenme için analizler yapılmış PV sistemin I-V ve P-V eğrileri elde edilmiştir.

2. GELİŞME

Tablo 1'deki parametre değerleri referans alınarak Matlab/Simulink ortamında PV güç sisteminin matematiksel modeli oluşturulmuştur. PV güç sisteminin simulink modeli Şekil 1'de verildiği gibi 4 panelin seri bağlanması ile PV dizin oluşturuldu. PV dizinde paneller üzerindeki gölgenin ışınım olarak oranı, by-pass paralel diyotların bağlı olduğu durumda PV dizin çıkışındaki güç, gerilim ve akımın değişimi P-V ve I-V eğrileri bulundu. PV panel üzerinde gölgeli durumda üretilen enerji kaybı çok fazla olmaktadır [2-4]. Bu kayıpları önlemek için By-pass diyotları kullanılmaktadır. Şekil 1'de dört adet PV panelin seri bağlanması ve bu panelde kısmi gölgelenmenin incelenmesine ait simulink eşdeğer verilmiştir.



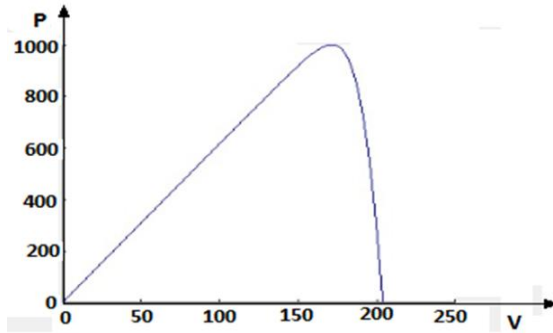
Şekil 1 Kısmi gölgeli seri bağlı PV paneller

By-pass diyotları normal iletim durumunda açık devre gibi davranır. Panel üzerinde gölge oluşması durumunda aktif duruma dönüşür. By-pass diyotları akımının gölgeli veya bozulmuş panelin etrafından dolaşarak akmasını devresini tamamlamasını sağlar. By-pass diyotları fotovoltaik sistemin performansını arttırmakla kalmayıp aynı zamanda hücrelerin eşdeğer devresindeki paralel dirençten akım geçmesinden dolayı oluşacak sıcak noktalar ile gerilim düşümü oluşmasını da engeller [5,6]. Tablo 1’de PV panellerin karakteristik değerleri verilmiştir.

Tablo 1. PV panelin özellikleri (Sunpower-SPR-X20-250-BLK)

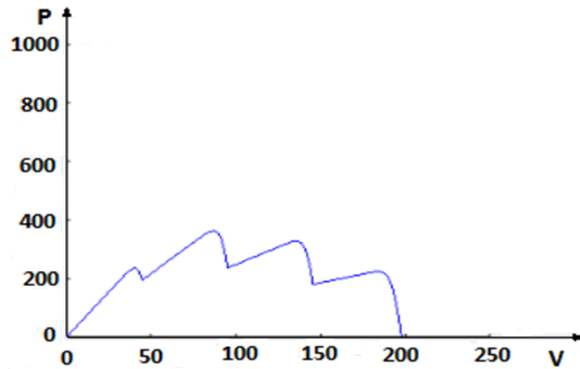
Parmetreler	Birimi	Değeri
Maksimum güç	Watt	249,952
Açık Devre Gerilim	Volt	50,93
Gerilim (maksimum güç noktasındaki)	Volt	42,8
Sıcaklık katsayısı (gerilim için)	(% /deg.C)	0.35602
Modüldeki hücre sayısı	Adet	72
Kısa devre akımı	Amper	5,84
Sıcaklık katsayısı (kısa devre akımı için)	(% /deg.C)	0.07

PV güç sistemi 1000 w/m^2 ışımaya değerinde çalıştığında sistemde tek bir maksimum güç noktası bulunacak ve PV güç sistemimi maksimum güçte çalışacaktır [7-9]. Şekil 2’de PV paneller üzerinde gölgeleme olmaması durumunda P-V eğrisinin değişimi verilmiştir.



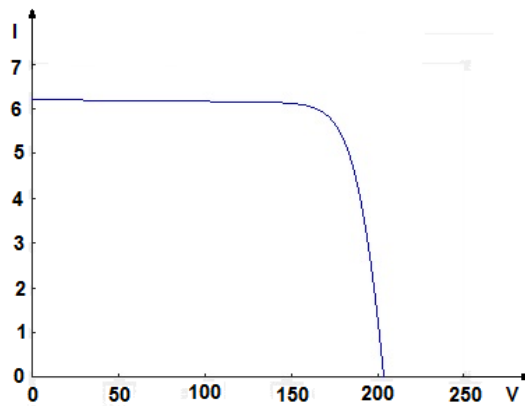
Şekil 2 Gücün gerilime bağlı değişimi (Gölgesiz durum)

Uygulamada tüm solar hücreler aynı güneş ışınmasına maruz kalmazlar. Genellikle solar hücreler homojen olmayan güneş ışınımına maruz kalırlar. Solar panelde küçük bir gölgelenme etkisine maruz kalsa bile PV panelin çıkış gücü oldukça azalır. Ancak gölgeli hücrenin PV güç sistemi üzerinde oluşturabileceği olumsuz etkinin büyük bir kısmı By-pass diyotları ile giderilir [8-10]. Şekil 3'te kısmi gölgelenme durumlarında P-V eğrisinin değişimi verilmiştir.



Şekil 3 Gücün gerilime bağlı değişimi (Gölgeli durum)

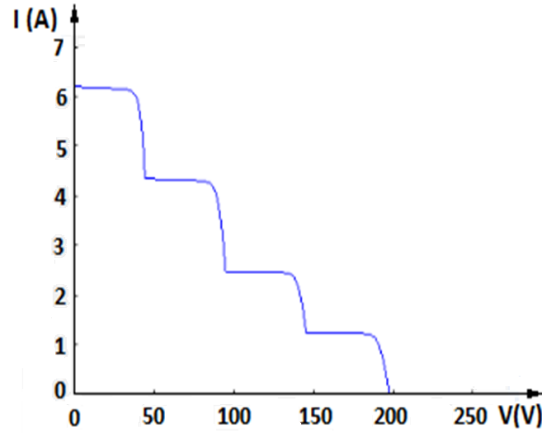
Ancak kısmi gölgeleme durumunda P-V eğrisi önemli ölçüde değişir. Örneğin Şekil-3'te görüldüğü gibi ışınım değerlerinin (1000 W/m^2 , 700 W/m^2 , 400 W/m^2 ve 200 W/m^2) için dört adet maksimum güç noktası oluşur. Geleneksel maksimum güç takip izleyiciler en yüksek gerilimdeki tepiyi izleyeceğinden ve aynı gerilimde çalışmaya devam edeceğinden PV panellerin gücü önemli oranda düşer [11,12]. Şekil 4'te paneller üzerinde kısmi gölgelenme oluşmaması durumunda I-V değişimi verilmiştir



Şekil 4. Akımın gerilime bağlı değişimi (Gölgesiz durum)

PV güç sisteminde panellerde gölge oluşması durumunda akım değeri gerilim değeri artıkcı azalmaktadır. PV sistemlerde kısmi gölgelenme ne kadar farklı panellerde meydana gelirse

maksimum güç noktası sayısı da artmaktadır [13,14]. Bu maksimum güç noktalarında bir tanesi genel diğerleri yereldir. Şekil 5'te paneller üzerinde kısmi gölgeleme oluşması durumunda I-V değişimi verilmiştir.



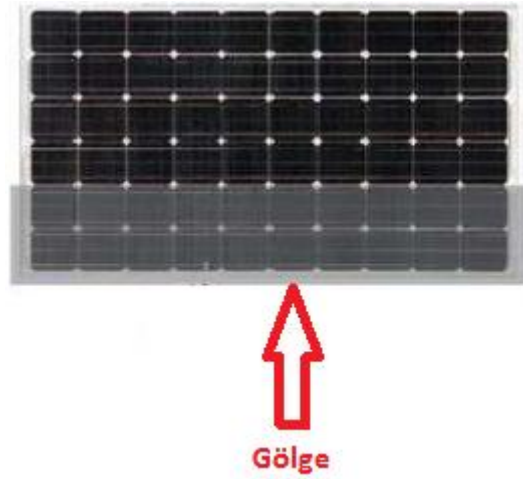
Şekil 5. Akımın gerilime bağlı değişimi (Gölgeli durum)

Eğer PV panelde gölgeleme panelin kısa kenarında oluşmuş ise panel üzerindeki bus barların dikey seri bağlı lehimli olmasından dolayı bu panelin ürettiği enerji neredeyse sıfıra yakındır. Çünkü bütün hücre dizilerinin en alt sırasındaki hücre, gölge etkisine maruz kalmıştır. Yani paneli oluşturan bütün hücre dizilerinin birer hücresi gölgelemiştir. Şekil 6' dikey durumdaki PV panelde gölge etkisi



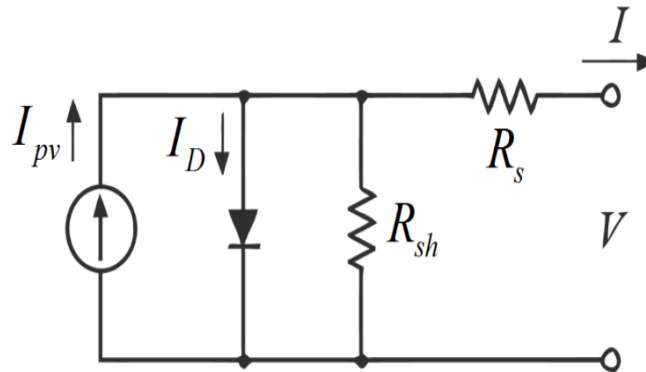
Şekil 6. Dikey yerleştirilmiş PV panelde gölge etkisi

Eğer gölgeleme panelin uzun kenarında oluşmuş ise gölge miktarlarına bağlı olarak aktif hale geçen by-pass diyodu sayısına bağlı olarak enerji üretir. Şekil 7'de yatay yerleştirilmiş PV panelde gölgeleme gösterilmiştir.



Şekil 7. Yatay yerleştirilmiş PV panelde gölge etkisi

Yatay montajlanmış panelde gölge alt uçtan vursa bile hücre dizileri birbirine yatayda bağlı olduğundan, gölge etkisinden PV panel içindeki hücre dizisinin tamamı yerine bir kısmı etkilenmiş olacaktır için dikey montajlanmış panelde olduğu gibi enerji üretim miktarının tamamından değil sadece gölge boyuna bağlı belli bir kısmı etkilenir. PV panellerin dikey yerine yatay şekilde montajlanması sonucu sistem gölge etkisinden en az etkilenir. PV panelde gölgelenme durumunda çıkış geriliminin hesaplanması için PV hücresinin eşdeğer devresinden faydalanılır. Şekil 8'de PV hücrenin eşdeğer devresi verilmiştir.



Şekil 8. PV hücrenin eşdeğer devresi

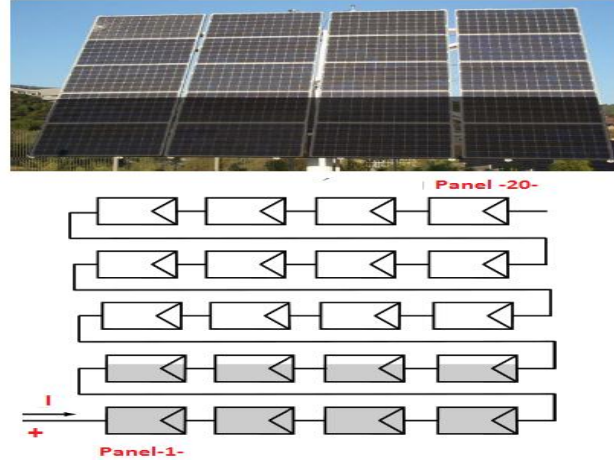
Bir hücrenin gölgeli bir durumunda bir meydana gelen çıkış gerilimi düşümü aşağıdaki formül ile ifade edilir.

$$V_g = V(n - 1) - (R_s + R_{sh})I \quad (1)$$

Gölgeli durumdaki çıkış geriliminin değeri,

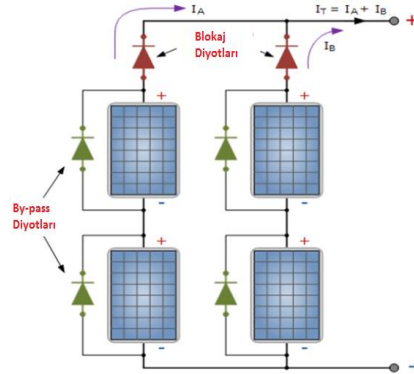
$$V(n - 1) = \left(\frac{n-1}{n}\right) * V \quad (2)$$

Formülü ile bulunur. Burada, R_s solar hücrenin iç direnci, R_{sh} ise paralel kaçak akım direncini n , paneldeki hücre sayısını göstermektedir. Birden fazla panelin gölgelenmesi Şekil 9'da birden fazla panelin gölgelenmesine ait prensip şeması verilmiştir.



Şekil 9. Birden fazla panelin gölgelenmesi

Paneller birden fazla paralel bağlanarak büyük gruplar oluşturulur. Gölge durumunda mevcut panel, diğer panelden akım çeker ve bu panellerde ısınma meydana gelir. Bunun sorun **blokaj diyotlar** kullanılarak giderilir. Blokaj diyotların diğer görevi, akünün deşarj olup panellere gelebilecek ters akıma karşı bir koruma sağlamasıdır. Blokaj diyotlar ve Bypass diyotlar fiziksel olarak aynıdır. Ancak farklı kullanımları mevcuttur. Blokaj diyotlar panellere seri bağlanır. Şekil 10'da by-pass ve blokaj diyotlarının sisteme bağlantı şeması verilmiştir.

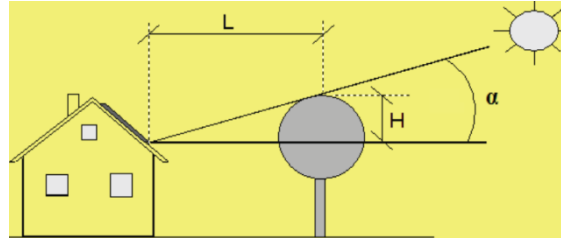


Şekil 10. PV güç sisteminde by-pass ve blokaj diyotlarının kullanımı

PV panelde bir veya birden fazla solar hücrenin pilinin uçlarına bağlanan by-pass diyot; kuş, ağaç dalı, kir gibi etkilerden kaynaklanan panel yüzeyinin gölgelenmesi durumunda veya bazı kısımları tamamen güneşe maruz kalırken diğer kısımlarının gölgelenmesi durumunda, panelin zarar görmesini önler. Buna göre PV panellerini ışınım kazancının maksimum olacak şekilde yerleştirmek, gölgelemeden mutlak surette kaçınmak ve panel inverter uyumunu dikkate almak gerekir. Bunların dışında verimi yüksek PV panel ve solar inverter kullanmak gereklidir.

2.1. PV Panellerin Montajında Gölge Oluşmaması İçin Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

PV sistemin verimli olması ve uzun yıllar arızasız çalışması için PV panellerin yerinin tespitinin doğru seçilmesi gerekir. Engellerden dolayı gölge düşme durumuna, düz yüzeylerde kurulan tesislerde güneş panelleri arasındaki mesafeye dikkat edilmesi gerekir. PV panellerinin üzerine gölge düşmesi o panel grubunun verimini düşürmekte bezende tümüyle devre dışı olmasına neden olmaktadır. PV panellerinin yerleşim planı yapılırken güneş ışınlarının eğik gelme durumu dikkate alınmalıdır. Türkiye'de güneş ışınlarının en eğik geldiği tarih 21 Aralık'tır. Eğim açısı (α) bulunan bölgeye göre değişir. Aynı zamanda yakınlarda bulunan ağaçlar ile yüksek binalar gölge oluşturabilir.



Şekil 11. Paneller üzerine aradaki engellerden dolayı gölge oluşması

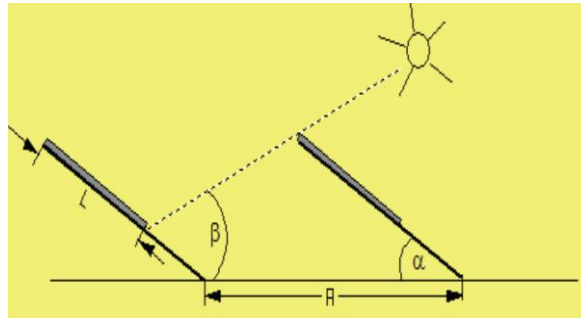
Burada, L engelle panel arasındaki mesafeyi, H engelin yatay eksenden olan uzaklığı, α yatay eksenle güneşten gelen ışın arasındaki açıyı göstermektedir.

$$L > \frac{H}{\tan \alpha} \quad (3)$$

değerinden büyükse engelden dolayı kesinlikle gölge oluşmayacaktır. Düz yüzeyli çatılarda kurulan PV tesislerde paneller arasındaki mesafenin ölçülü olması gerekir. Panellerin yerleştirilmesinde gelen güneş ışınlarının bir önceki panel tarafından kesilmemesi gerekir. Panellerin birbirinin güneş ışınlarını kesmemesi için aralarında bulunması gereken mesafe aşağıdaki formülle bulunur.

$$R = \left[\frac{\sin \alpha}{\tan \beta} + \cos \alpha \right] * L \quad (4)$$

Burada, R iki panel arası uzaklık, L panellerin uzunluğu, α birinci panelin yatayla yaptığı açı, β ikinci panelin yatayla yaptığı açıyı göstermektedir. Paneller arası uzaklık (4) denkleminde uygun olmalıdır. İki panel arasındaki mesafeye ilişkin şema Şekil 12’de verilmiştir.



Şekil 12. İki Panel arasında bulunması gereken mesafe

Paneller güneşe bakacak şekilde yerleştirilmelidir. Ağaç ve binadan dolayı gölgelemeyecek bir alana yerleştirilmelidirler. Güneş panellerinin sağlıklı olarak çalışabilmesi için yönünün güneşe bakması gerekmektedir. Kurulacak olan sistemin hem yazın hem de kışın kullanılması planlanıyor ise panelin eğim açısı o bölgenin enlem açısına eşit olmalıdır. Eğer sistemin sadece yazın kullanılması planlanıyor ise güneş sehpa'sı enlem açısı bölgenin enlem açısından 15° düşük olmalıdır (güneş ışınları yazın dikey geldiğinden).

Eğer sistemin sadece kışın kullanılması planlanıyor ise güneş sehpa'sı enlem açısını bölgenin enlem açısından 15° yüksek olmalıdır (güneş ışınları kışın yatay geldiğinden). Sıcaklık yaz günlerinde ortam sıcaklığının 30°C olması durumunda panel sıcaklığı daha da artacak ve verim %13'ün de altına inecektir. Aynı hesaplama gerili ve akım için de yapılabilir. Aynı durum sıcaklığın düşük olması durumunda ise tam tersi geçerli ve panelde verim artışı olur, tabii ki kışın -10°C sıcaklıkta 1000 W/m^2 güneş radyasyonunun bulunması durumunda. İşte bu nedenden dolayı güneş panelleri güneşli fakat soğuk yere ihtiyaç duyarlar. Panel seçimi yaparken, sıcaklığın panel üzerinde ki etkisi de değerlendirilmeli.

3. SONUÇLAR

PV güç sistemlerin verimleri halen çok düşüktür. Bundan dolayı PV panellerinden en iyi şekilde faydalanmak için PV sistemler maksimum güç noktasında çalıştırılması gerekmektedir. PV panellerin enerji üretiminin etkileyen en önemli problem panelin gölgelenme problemidir. Paneller dört mevsim boyunca tüm çevresel şartlara maruz kalmaktadırlar. Paneller üzerindeki, tozlanma, kar, haşere ya da kuş ölüsü, kuş pisliği, yaprak, yüksek binalar, panel üzerinde gölgelenmeye neden olmaktadır.

Paneller arası mesafe ve açılar gölgelenme üzerinde önemli bir etkisi vardır. Paneller arası mesafe ile panellerin eğim açısının doğru seçilmesi gerekir. Ancak bazı uygulamalarda arazi kısıtlı olabilir ve mümkün olan en çok PV paneli en az araziyi kullanacak şekilde yerleştirmek zorunluluğu doğabilir. Bu durumda arka arkaya ve yan yana olan panel gruplarının birbirlerini gölgeleme etkisini incelemek gereklidir. PV panellerin üzerine düşen gölgenin yüzdesi kadar, gölgenin konumu da önemlidir. PV sisteminin kuruluş aşamasında gölgelenmeler dikkate alınmalı ve ona göre tasarım yapılmalıdır.

PV paneli oluşturan hücreler her zaman aynı koşullarda çalışmayabilir. PV panel üzerine herhangi bir nedenle kısmi gölge uygulandığında gölgeli göze diğer gözeler tarafından ters beslenir ve gölgeli gözler yük gibi davranır. Buda çok tehlikeli sonuçlar meydana getirir. By-pass diyotları olmazsa gölgelenmede panel sıcaklığı 100°C dereceye kadar yükselebilir bu sıcaklık değeri panellerdeki solar hücre bağlantılarını bozar.

KAYNAKLAR

- 1) S. Silvestre, A. Boronat, A. Chouder, Study of bypass diodes configuration on PV Modules. *Applied Energy* 86 , 1632 – 1640, 2009.
- 2) H. Patel, V. Agarwal, MATLAB-based modeling to study the effects of partial shading on PV array characteristics. *IEEE Transactions on Energy Conversion* 23 (1) , 302–310, 2008.
- 3) Y.H. Liu, J.H. Chen and J.W. Huang, A review of maximum power point tracking techniques for use in partially shaded conditions, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 41, pp. 436-453, 2015.
- 4) R. Ramaprabha, B. L.Mathur, Impact of Partial Shading on Solar PV Module Containing Series Connected Cells, *International Journal of Recent Trends in Engineering*, Vol. 2,no. 7, 56-60, 2009.
- 5) H. Patel, and V. Agarwal, MATLAB-Based Modeling to Study the Effects of Partial Shading on PV Array Characteristics, *IEEE Trans. Energy Convers.*, vol. 23, no. 1, 184–190, Mart, 2008.
- 6) http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Yap%C4%B1larda%20G%C3%BCne%C5%9F%20Panel%20Sisteminin%20Kurulmas%C4%B1.pdf
- 7) M. Ünlü, S. Çamur, B. Arifoğlu, Fotovoltaik enerji dönüşüm sistemlerinde parçalı gölgelenme durum analizi, www.emo.org.tr/ekler/bf14b8fc9312719_ek.pdf
- 8) H. Kawamura, K. Naka, N. Yonekura, S. Yamanaka, H. Kawamura, H. Ohno, K. Naito, Simulation of I-V characteristics of a PV module with shady cells. *Solar Energy Materials & Solar Cells* 75 , 613-621, 2003.
- 9) U. Arifoğlu, Matlab 9.1-Simulink ve Mühendislik Uygulamaları, Alfa Yayıncılık, 964p. İstanbul-Turkey, 2016. .
- 10) R. Ramabadran, Matlab based modelling and performance study of series connected SPVA under partial shaded conditions, *Journal of Sustainable Development* 2 (3), 85–94, 2009.
- 11) M. Villalva, J. Gazoli, E. Filho, Comprehensive approach to modeling and simulation of photovoltaic arrays, *IEEE Transactions on Power Electronics* 24 (5), 1198–1208, 2009.

- 12) L. Gao, R. A. Dougal, and S. Liu, Parallel-connected solar PV system to address partial and rapidly fluctuating shadow conditions, *IEEE Trans. Ind. Electron*, vol. 56, no. 5, pp.1548–1556, May, 2009.
- 13) S. Adak, H. Cangi, Analysis and Simulation Total Harmonic Distortion of Output Voltage Three Level Diode Clamped Inverter in Photovoltaic System, *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, ISSN 2147-3129, 2015.
- 14) R.H. Kadri, J.P. Andrei, T. Gaubert, G.C. Ivanovici, P. Andrei, Modeling of the photovoltaic cell circuit parameters for optimum connection model and real-time emulator with partial shadow conditions, In: *Energy. 8th World Energy System Conference*, WESC 2010 42.1, pp. 57–67.

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE INPUT CURRENT HARMONIC DISTORTION OF ASYNCHRONOUS MOTOR AND THE SWITCHING FREQUENCY IN PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEM

Assist. Prof. Dr. Suleyman ADAK¹
Ph.D. Student Hasan CANGI²
Prof.Dr. Ahmet Serdar YILMAZ³

ABSTRACT

This paper deals with the design, modelling, analysis and simulation input current harmonics distortion of induction motor depending on switching frequency (f_{sw}) in off-grid photovoltaic (PV) power system. The proposed solar system is a combination of a boost DC–DC boost converter, DC–AC solar inverter; three-phase squirrel cage induction motor. Harmonic currents generated by power electronics based devices, and cause serious power quality problems in off- grid PV systems. Harmonics are being increased day by day in off-grid PV power systems. As a result, heat losses, power bills, and reduction in the efficiency occur in the system. Harmonic components should be measured and calculated correctly in order to solve the energy quality problems. The relationship between carrier frequency of PWM and total harmonic distortion for current (THD_I) are examined in this article. The analytical expression between f_{sw} and THD_I of induction motor are obtained by using the curve fitting method. It is observed that THD_I value decreases as value of f_{sw} increases. The design, modelling and simulation of this topology are performed using Matlab/Simulink program for range of 200 Hz to 51 kHz switching frequency. This shows the satisfactory performance of harmonic distortion mitigation higher than 0, 70 kHz switching frequency of PWM. It is observed that the PWM carrier frequency is inversely proportional changes with load current total harmonic distortion. Inverse proportionality constant is found by curve fitting method.

Anahtar Kelimeler: Total Harmonic Distortion, Squirrel Cage Induction Motor, Curve Fitting Method, Switching Frequency.

1. INTRODUCTION

As the earth natural resources are decreasing day by day, to meet the increase in the power demand, the power sector is looking at alternate energy resources. It is a scientific fact that the energy of the rapidly increasing demand against available energy resources a very short time will run out. Renewable energy sources such as solar, wind and geothermal energy have gained popularity owing to consuming of conventional sources such as coal, gas and oil. The solar energy is one of the resources renewable energy, clean, plentiful and thanks to today's technologies, easy to get it.

Off-grid Photovoltaic Systems. These are mainly designed to operate independently of the electric utility grid Photovoltaic (PV) array, which converts sunlight to electrical power. The use of photovoltaic systems as clean source of energy from the sun has been quickly increasing. Off-grid PV systems are most popular owing to its significant advantages, such as no fuel, no pollution and no noise [1]. The application of PV power systems can be divided into two main fields. These are off -grid and on-grid. On-grid or grid connected applications. Off-grid PV systems can be used to provide power for remote loads that do not have any access to power grids, and are used to provide energy for local loads.

This paper is regarding the design, modelling and simulation of solar three-phase inverter output current harmonics distortion depending on carrier frequency of Pulse Width Modulation [2-4]. The

¹ Mardin Artuklu University, suleymanadak@yahoo.com

² Kahramanmaraş Sutcu Imam University, hasancangi@yahoo.com

³ Kahramanmaraş Sutcu Imam University, asyilmaz@ksu.edu.tr

proposed solar system is a combination of a boost DC/DC chopper, DC/AC solar inverter and three-phase squirrel cage induction motor as shown in fig.1. The relationship between PWM's carrier frequency and Total Harmonic distortion for current (THD_I). Thus, an inverse relationship is observed between the PWM's carrier frequency and THD_I . The principle scheme of the system is given in fig.1.

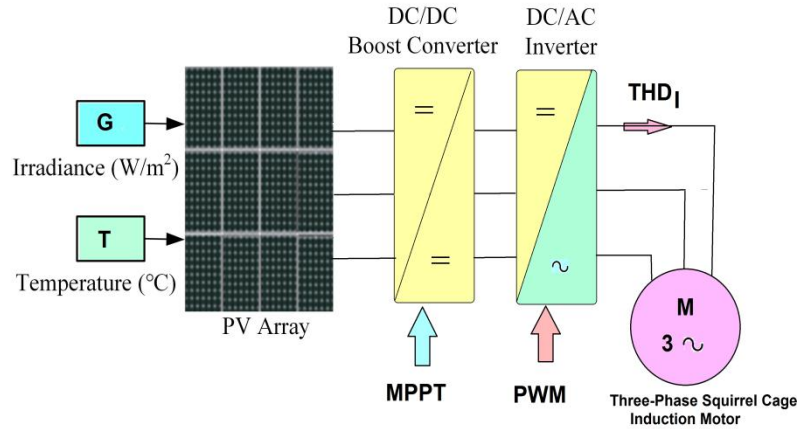


Figure 1. Schematic representation of PV power system

PV array, which converts sunlight to electrical power. The use of photovoltaic systems as clean source of energy from the sun has been quickly increasing. Off-grid PV systems are popular owing to its significant advantages, such as no fuel, no pollution and no noise. The application of PV power systems can be divided into two main fields [3-5]. These are off-grid and on-grid. On-grid or grid connected applications. Off-grid PV systems can be used to provide power for remote loads that do not have any access to power grids, and are used to provide energy for local loads. The system is simulated using Matlab/Simulink and simulation results demonstrate the different effects of PV systems on current waveform of three-phase squirrel cage induction motor, such as warming in engine, vibration and harmonic components. The cells are designed in modules then modules are interconnected as arrays. The modules might have top out point power depending upon the intended application ranging from few watts, to more than 250 Watts. The ordinary arrays can provide the power by the line-up of 100 Watt-kilowatt, while megawatt arrays do exist. Stand-alone PV systems or direct-coupled PV systems are designed and sized to supply DC and/or AC electrical loads [6, 7]. To maximize a PV system's output power, continuously tracking the maximum power point (MPP) of the system is necessary. The Maximum Power Point Tracking (MPPT) be linked irradiance conditions, the panel's temperature and the load connected in PV system [8, 9].

2. Harmonics Distortion in Solar Energy System

Harmonic currents, generated by nonlinear electronic loads, or non-sinusoidal sources. Harmonics increases day by day in power system. As a result of this, heat losses, power bills, and reducing the efficiency of the system are occurred. Inverters, DC/DC boost converter and battery chargers are the most significant harmonic sources in PV power systems [10-12]. Non-linear waveform of inverter output current is given in equation (1), and the variation of the non-linear equation is given in fig.2.

$$i(\omega t) = \sqrt{2}[210\sin(\omega t + 30) + 55\sin(5\omega t - 60) + 40\sin(7\omega t + 40) + 20\sin(11\omega t - 10)] \quad (1)$$

As a result of changing equation (1) is given below in fig. 2.

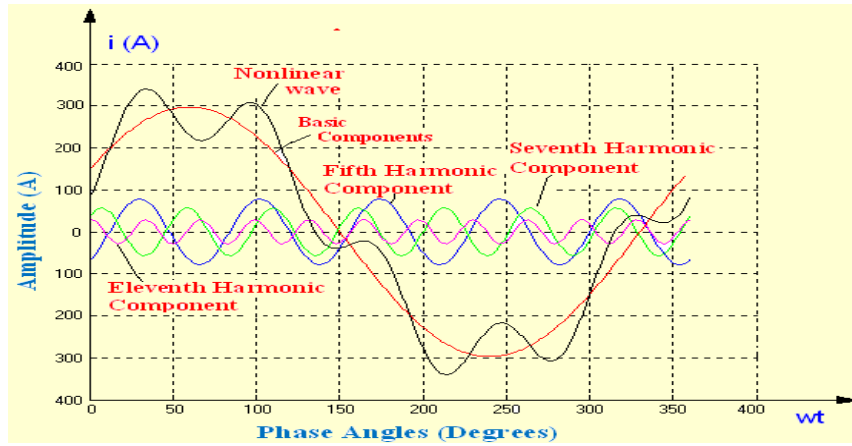


Figure 2.Non-linear current waveform and harmonic components.

Voltage and current harmonics are created by nonlinear loads, and these harmonics cause problems such as increasing power losses, degrading the conductors, and have negative effect on the distribution systems and other electrical segments. Harmonic distortion is generally caused by a non-linear waveform in PV power systems [11-13]. Harmonics in the power PV system will cause in the following damage:

- Overheating of solar PV equipment such as solar cables, converters, battery and PV panels.
- Incorrect operation of MPPT algorithm.
- Increased internal energy losses in connected such as, PV array, DC-DC converter and solar inverter.
- Causing elements failure due to high total harmonic distortion.
- Shortened life span of solar device.
- False triggers at power electronics devices.
- Errors measurements in voltage, current and power.
- Increased voltage drop in PV solar system.
- Changes of power factor in the solar system.

THD_I or Total harmonic distortion for current is a common measurement of the level of harmonic distortion present in electrical power networks. The THD_I term expresses as the root mean square (RMS) value of the total harmonics of the signal, divide by the RMS value of its fundamental of current waveforms. The distortion as a percentage of total harmonic distortion for current is defined as follow:

$$THD_I = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_1} \quad (2)$$

THD_I or Total harmonic distortion for current is a common measurement of the level of harmonic distortion present in electrical power networks. If the harmonics components are equal to the “0”, total harmonic distortion will be equal to the “0” where, I_n , is the RMS voltage of nth harmonic and $n=1$ is voltage of the fundamental frequency. Voltage and current waveform distortion due to harmonics can lead to the electrical system and electrical consumer either damaged or out of order [13, 14].

It is important to note that the suggestions and values given in this standard are purely voluntary. However, keeping low total harmonic distortion values on a system will further ensure proper operation of equipment and a longer equipment life span. The analytical solutions and Matlab/Simulink applications have been observed that fit Harmonics occur in the electrical grid

system, any or both of these sources of non-sinusoidal nonlinear elements in general. The presence of harmonic currents and voltages of the power system means that the degradation of sinusoidal waves [15]. Deteriorated waves called non-sinusoidal waves.

The most important reason for the deterioration of the voltage waveform, the correlation between the terminal voltage and current with non-linear loads are non-sinusoidal sources. Advancement in transistor technology has led to significant changes from large thyristor equipped inverters to smaller and fast switching Insulated Gate Bipolar Transistors (IGBT) equipped converters. These IGBT's increases the power switching frequency in order to extract more energy and fulfil the off-grid connecting standards. Unfortunately, these IGBT based power drivers generate harmonics that are subsequently transmitted into the PV system.

Even if nonlinear loads are low powering solar system, they distort sinusoidal current and voltage waveforms. Harmonics causing serious pollution problem solar system, and they also reduce the quality the energy supplied to the consumer. Sun light irradiance and temperature can affect solar PV cells operating characteristics significantly. Current is proportional to the sun light irradiance, but the impact of sun light changes to operating voltage is very small. However, the operating voltage is affected by temperature. Battery temperature increase will reduce the operating voltage, but has less impact to current. Changing of sun light irradiance also affects the amplitude of the harmonic components.

A lot of the harmonic problem is caused by the 3rd component. Since the 3rd harmonic is the highest amplitude after the fundamental component. There are in the PV system 3rd, 5th, 7th, etc. harmonics component. They will also cause problem in speed detection under no-load. There are many harmonics caused not only by space harmonics, but also by time harmonics as well in both stator and rotor. The harmonics current also flows from neutral and neutral gets overheated. All harmonics decrease the quality of a power PV system and loads connected to it. The harmonic causes problems in power PV systems and in consumer products such as equipment overheating, motor vibration, excessive neutral currents and low power factor.

2.1 Simulink Model of Stand-Alone PV System Feeding Induction Motor

To compute the Total Harmonic Distortion (THD) generated by PV system feeding a three-phase squirrel cage induction motor, and examine the change THD_1 depends on the carrying frequency of PWM. Thus we can analyse the harmonic that will be generated by the PV systems and thus design the circuit in Matlab/Simulink. The photovoltaic array converts the sunlight into electricity. The photovoltaic array consists of parallel and series of photovoltaic modules. The cell is grouped together to form the panels or modules. The model of photovoltaic array is obtained from the photovoltaic cells and depends on how the cells are connected. Many techniques were proposed to reduce the size of the DC-link capacitor while maintaining a good inverter power quality so that a more reliable film type capacitor can be used.

A photovoltaic device is a nonlinear device and the parameters depend essentially on sunlight and temperature. The smallest unit of PV systems is photovoltaic cell. A PV system is solid state semiconductor devices which generates electricity when it is exposed to the light so that PV cell can generates around 2.5 watts at almost 0.48 volt DC and also the cells have to be connected in series and parallel in order to produce high-efficiency in solar energy applications. A complete Simulink model for an off-grid solar energy system with a solar inverter and an three-phase squirrel cage induction motor is presented in fig.3.

Figure 3. ensures that the THD_1 for the inverter output current can be reduced by changes of the switching frequency. Matlab/Simulink model is developed for the proposed work. Simulation results are given to show the overall system performance. In order to study the photovoltaic system in distributed generation network, a modelling and circuit model of the PV array is necessary. Solar

PV systems are usually consists of numerous solar arrays, although the modules are from the same manufactures or from the same materials, the module performance characteristics varies and on the whole the entire system performance is based on the efficiency or the performance of the individual components. The topologic of solar PV system is given in fig. 3, which consists of PV array, a boost DC chopper; solar three-phase inverter connects at three-phase squirrel cage induction motor. An ideal switch is used in DC/DC boost chopper in order to observe the output without any kind of loss across the switch. The principle scheme of the PV system is given in fig.3.

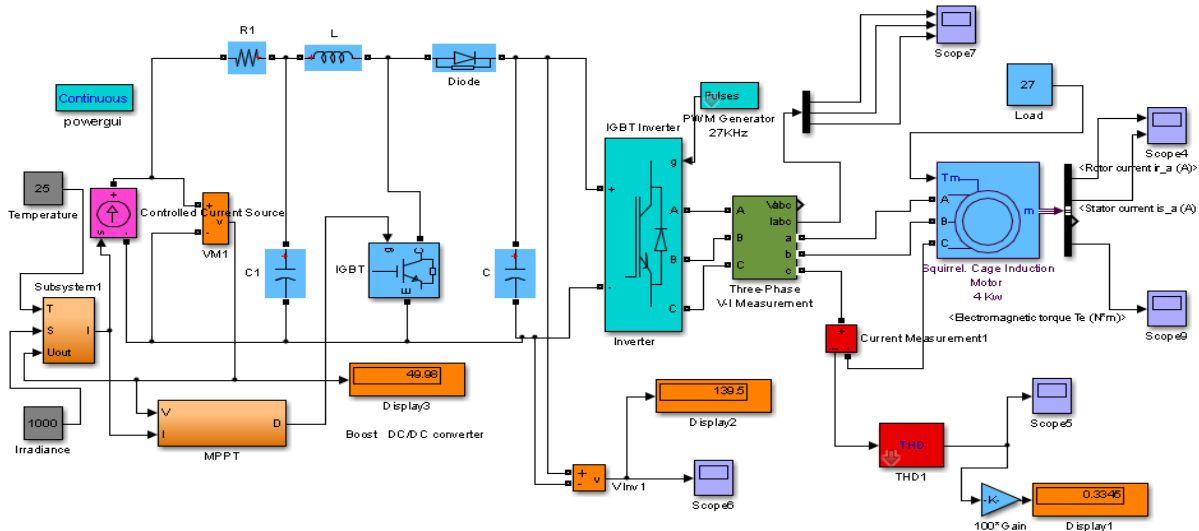


Figure 3. Matlab/Simulink model for three phase off-grid PV system (27 kHz switching frequency)

There are two operational modes in the system according to the different working statuses of PV panels, battery and mains supply. The Matlab/Simulink software package can be advantageously used to simulate solar PV system, and analysis of solar three-phase inverter. DC link in solar system contains pulsation. Large electrolytic capacitors are connected to the DC link so as to absorb this pulsation so that the DC link voltage ripple can be kept small.

Matlab/Simulation has been done for different values PWM's carrier frequency the aim to find optimal output current distortion of solar inverter THD_i. A DC to DC boost converters is used when the voltage required by the inverter. Solar three-phase inverter transfer energy to three-phase squirrel cage induction motor. The purpose of this study is to analyze relationship between PWM's carrier frequency and output current distortion of solar inverter.

Integrated system has PV array as sources of energy. Therefore, the characteristic of energy storage for a PV system will be explained as well as some specification and standards for a off grid connected PV system. The simulation of total solar inverter system is given in fig. 6 Solar cell array and battery is connected with IGBT transistor based three-phase inverter, which further connected to three-phase squirrel cage induction motor. Here ideal switch has been used at DC/DC boost chopper. In practical, there should be a voltage drop across it. As here the ideal switch has been used there is no voltage drop. The purpose of article simulation and analysis of PV based solar three-phase inverter output current distortion depends on PWM's carrier frequency.

Advantage of PWM Techniques are; while practically no current does not flow when the switch is off, as little as negligible voltage drop on the key switch is turned on. In this way, as well as the lack of power loss, PWM technique very much in line with digital control units. The system changes the on-off switching can provide fit that is so much more comfortable. Also in the embodiment relating to communication techniques and PWM duty cycle of the signals used in communication technology often used. Thus, the desired signals on channels with various adjustments can be

obtained. The simulink model of the solar PV system could be used in the future for extended study with different of a boost DC/DC chopper, DC/AC inverter varied topology.

The design, modeling and simulation of this topology are performed by using Matlab/Simulink programming for range of 200 Hz to 51 kHz of PWM's carrier frequency. This shows the satisfactory performance of mitigation harmonic distortion at 0.7 kHz of PWM's carrier frequency. Thus, we present Modeling & Simulation of three-phase solar inverter that feeds three-phase squirrel cage induction motor with Matlab/ Simulink software program. The results of relationship between THD_1 of induction motor and PWM's carrier frequency are obtained in Matlab/Simulink software program.

2.2. Changing Of Output Voltage DC-DC Boost Converter

The DC-DC converter is an electrical circuit that transfers energy from a DC voltage source to a inverter. The energy is first transferred via electronic switches to energy storage devices and then subsequently switched from storage into the load. The switches are transistors and diodes; the storage devices are inductors and capacitors. This process of energy transfer results in an output voltage that is related to the input voltage by the duty ratios of the switches. When the switch is opened, current will be reduced, as the impedance is higher. Therefore, the inductor will oppose change or reduction in current. Thus, the polarity will be reversed. Output voltage is maintained constant by virtue of large C. Therefore, two sources will be in series causing a higher voltage to charge the capacitor through the diode.

There are many types of DC-DC converters such as buck converter, boost converter, and buck-boost converter. Power inverters are electronic device or circuitry that changes direct current to alternating current. Inverter output voltage waveforms not sinusoidal, therefore, they contain harmonics. Output voltage of square wave is acceptable in low and medium power, whereas, in high power applications ask sinusoidal waveforms.

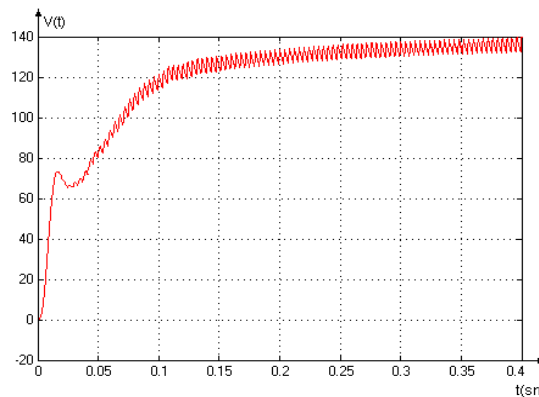


Figure 4.Output voltage of a boost DC-DC converter

They are connected to the DC bus that could be connected to a different energy storage system, or inject the current directly with a DC/AC inverter. Performance of proposed inverter is verified with exhaustive simulation results on Matlab/Simulink. The DC-DC converters have some functions. These are:

- Convert a DC input voltage into at different levels DC output voltage.
- Regulate the DC output voltage against from load variations.
- Reduce the voltage ripple on the DC output voltage in the required level.
- Provide isolation between the input source and the inverter.
- Protect the supplied system and the input source from electromagnetic interference

The system has been simulated with Matlab/Simulink software program. Solar inverter does not

generate excessive noise and harmonics. This study analyzes of inverter output total harmonic distortion change depending on PWM's carrier frequency with power factor correction. The simulation is done in Matlab/Simulink software programs.

3.2. Electrical characteristics of solar inverter

PV systems use inverters to get connected to load that utilize alternative voltage. However, solar inverter is a harmonics source. Universal bridge is implemented as IGBT based inverter with parameters as two arm bridge and four pulses. The results of the different PWM carrier frequency depend on total harmonic distortion for input current of three-phase squirrel cage induction motor. IGBT based bridges are used as the inverter operating voltage is low and are connected in parallel with each other. This inverter converts direct current to alternating current. IGBT is used as switching element in the inverter. PWM generator block is used to produce triggering pulses to IGBT transistor using in three-phase inverter. These pulses are from 0,2 kHz to 51 kHz obtained.

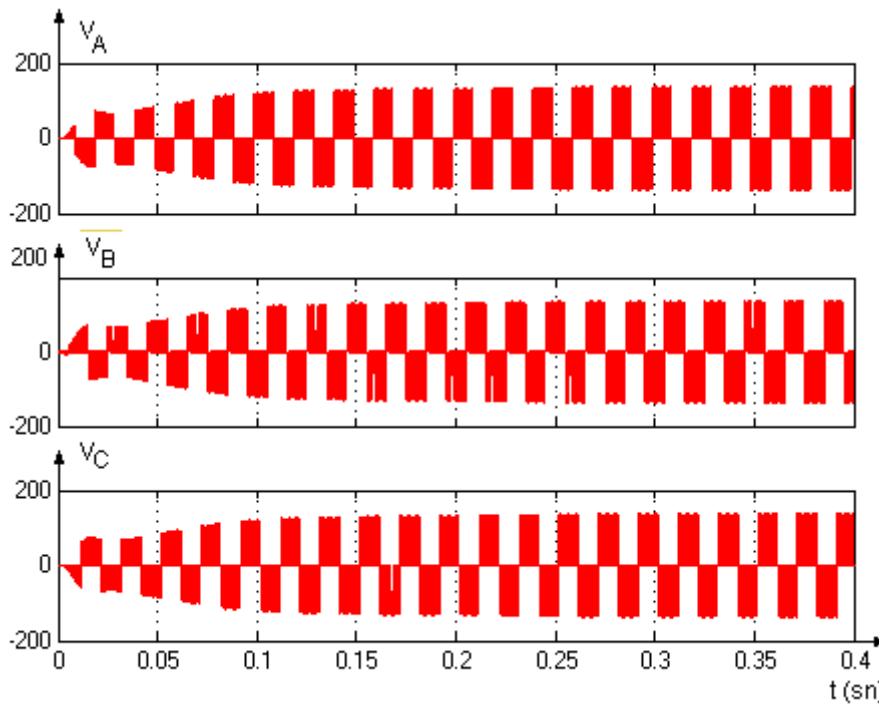


Figure 5.Output voltage of three phase inverter

A solar inverter or PV inverter converts the variable direct current output of a photovoltaic solar panel into a utility frequency alternative current. The inverter outputs square waveform is called square wave inverter. The inverter circuit of these inverters is not exactly the same; the common feature is simple circuit, less power switches. The design power generally between one hundred watts to one kilowatt.

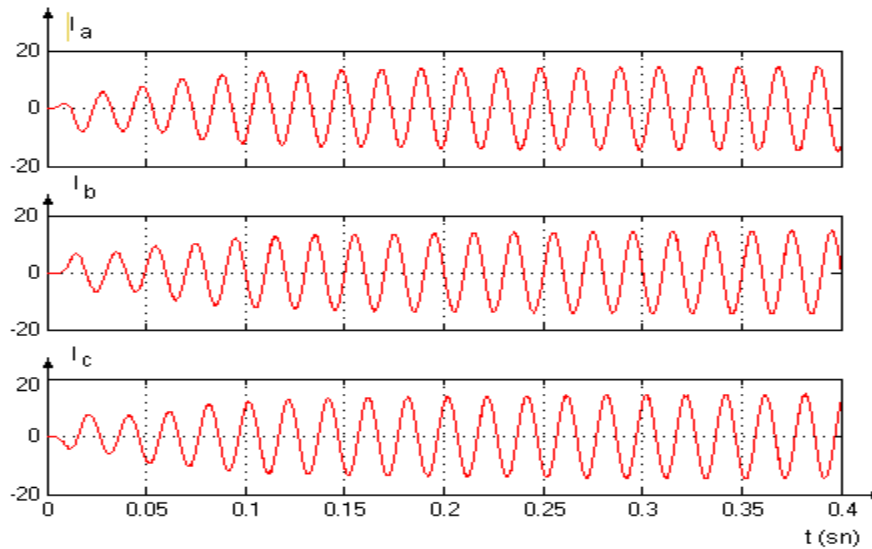


Figure 6.The three phase inverter output current

The advantages of square wave inverters are; simple circuit, cheap and easy maintenance. However, the disadvantage is, due to the square-wave voltage contains a lot of high harmonics, which will result in additional losses in the loads with core inductor, and have interferences to some communications devices. In addition, square wave inverters voltage range is not wide enough, protection function is not perfect, high noise and other shortcomings. A Pulse Width Modulation (PWM) is a method for generating an analog signal using a digital source. The signal consists of two main components that define its behavior:

- A duty cycle,
- A frequency.

By cycling a digital signal off and on at a fast enough rate, and with a certain duty cycle, the output will appear to behave like a constant voltage analog signal when providing power to devices. Graph was obtained. System structure and working modes are analyzed in detail firstly, then total harmonic distortion belong to PWM's carrier frequency practical and theoretical analysis based on Matlab/Simulink curve fitting method can be used as an aid for data visualization, to infer values of a function where no data is available, and to summarize the relationships among two or more variables. The Simulations is carried out as well for validating between PWM's switching frequency and THD_I inversely proportional.

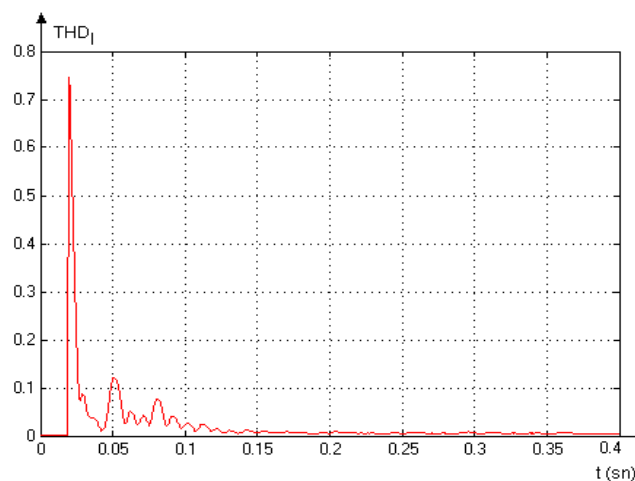


Figure7. The change of input current induction motor harmonic distortion

Photovoltaic-based inverter outputs current harmonic distortion belongs to PWM's switching frequency are primarily discussed in this paper. System structure and working modes are analyzed in detail firstly, and then total harmonic distortion belong to carrier frequency practical and theoretical analysis based on Matlab/Simulink. The negative effects of THD_I are such disruption, heating the batteries, overheating the cables, and poor quality of the electrical energy. Total harmonic distortion value was observed that after great value of 0.7 kHz drop below 5%. There are many benefits of low harmonic distortion in electrical installations such as noiseless operation less power loss and long life.

The three-phase squirrel cage induction motor is the most widely used electrical motor. Almost 80% of the mechanical power used by industries is provided by three-phase squirrel cage induction motor because of its simple and rugged construction, low cost, good operating characteristics, absence of commutator and good speed regulation. The torque change of the induction motor is given in figure 8.

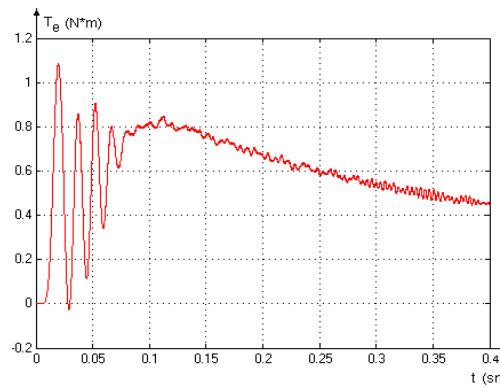


Figure 8 Change of squirrel cage induction motor torque

The power factor at no load is low because the magnetizing component of input current is a large part of the total input current of the motor. When the load on the motor is increased, the in-phase current supplied to the motor increases, but the magnetizing component of current remains practically the same. This means that the resultant line current is more nearly in phase with the voltage and the power factor is improved when the motor is loaded, compared with an unloaded motor which has its magnetizing current as a major component of the input current.

3. Finding Analytical Expression Between Induction Motor Input Current THD And PWM's Carrier Frequency via Curve Fitting Method.

The main subject of this paper is to find the relationship between the carrier frequency and total harmonic distortion for current. Matlab/Simulink is Software tool that enables too quickly, the curve fitting method was used to find the relationship between carrier frequency and total harmonic distortion for current.

Curve fitting methods in the literature as there are many algorithms. This study examined the major algorithms and procedures by considering the overall structure have been created. We also have created a graphical user interface that provides data visualization algorithms by using a graphical illustration of the change. Thus, a common graphical user interface using the same data in different algorithms and analytical solutions of the opportunity to comment on the person who analysis the data to give a general-purpose software package that is capable of graphically enhanced.

X=[200, 700, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000, 5500, 6000, 6500, 7000, 7500, 8000, 8500, 9000, 9500, 10000, 10500, 11000, 11500, 12000, 12500, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 19000, 21000, 23000, 25000, 27000, 29000, 31000, 33000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 43000, 45000, 47000, 48000, 49000, 50000, 51000]

The total harmonics distortion (for current) value is obtained.

>Y=[5.033, 4.232, 2.729, 1.826, 1.405, 1.153, 0.9716, 0.8552, 0.8403, 0.6894, 0.6416, 0.8755, 0.5748, 0.7452, 0.6369, 0.7478, 0.5945, 0.7931, 0.5999, 0.5146, 0.4588, 0.6032, 0.4144, 0.8663, 0.4544, 0.7052, 0.7087, 0.6271, 1.006, 0.4503, 0.582, 0.7552, 0.5165, 0.4467, 0.4675, 0.3345, 0.5269, 0.6628, 0.5995, 0.4662, 1.277, 0.4394, 0.4466, 2.142, 0.7389, 0.9094, 0.5350, 0.5962, 0.5508, 0.7552, 1.061, 0.5225, 0.6315]

When we plot x & y;

Then we obtained,

>>plot(x, y)

The changes are given in Fig. 9.

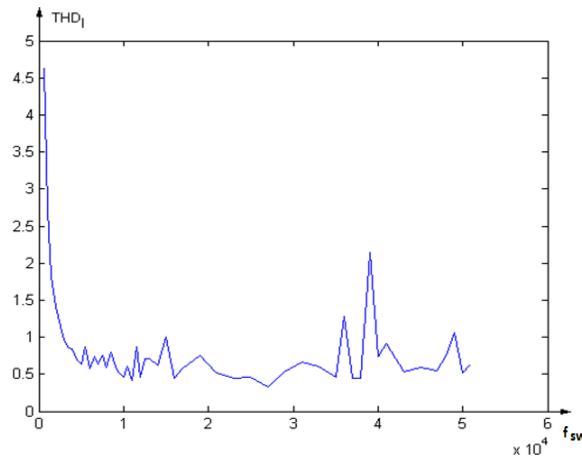


Figure 9. Change of total harmonic distortion depends on carrier frequency.

Depending on our field of study, our may find that certain equations or families of equations are used on a regular basis. Curve fitting method is used to achieve analytical expression from experimental results. Curve fitting method in Matlab/Simulink has get a lot of advantage for finding the best value of analytical expressions

Power function fits a curve by means of your data, of the form $y = k * x^{-m}$. This curve fit cannot be used to fit negative data or data equal to zero. It is usually used to fit data that increases or decreases at a high rate. This curve fit cannot fit negative data or data equal to zero. Extrapolation refers to the use of a fitted curve beyond the range of the observed data, and is subject to a degree of uncertainty as it may reflect the method used to construct the curve as much as it reflects the observed data. In order to show the THD_I & f_{sw} easily. Based on variation of $f_{sw}=x$ we obtained $THD_I=y$ values as following. Assume that the graphic in fig.8.occured by the equation as below;

$$f(x) = k * x^{-m} \quad (3)$$

Considering the logarithm of both sides,

$$\log(f(x)) = \log(k) - m \log(x) \quad (4)$$

The equation can be easily represented as follows:

$$\log(f(x)) = Y, \quad \log(k) = A, \quad \log(x) = x \quad (5)$$

is converted to the linear equation,

$$Y = A + bX \quad (6)$$

for data values,

$$\gg \text{polyfit}(\log(x).\log(y),1) \quad (7)$$

As a result of this function,

$$\text{ans} = -0.2533 \quad 2.0729$$

$$\gg a = \exp(2.0729)$$

$$a = 7.9478$$

values obtained. The value of constant k, as found k and m is put in the (3) equation,

$$y = 7,9478x^{-0.2533} \quad (8)$$

$$x = f_{sw}, \quad y = \text{THD}_I$$

equation is obtained. Then, the equation can be written as below;

$$\text{THD}_I = 7.9478 f_{sw}^{-0.2533} \quad (9)$$

This new (9) equation is obtained by curve fitting method. Curve fitting method is used to achieve analytical expression from experimental results. Curve fitting methods in Matlab/Simulink have a lot of advantage for finding the best value of analytical expressions. The curve of (9) new equation is given in fig.10.

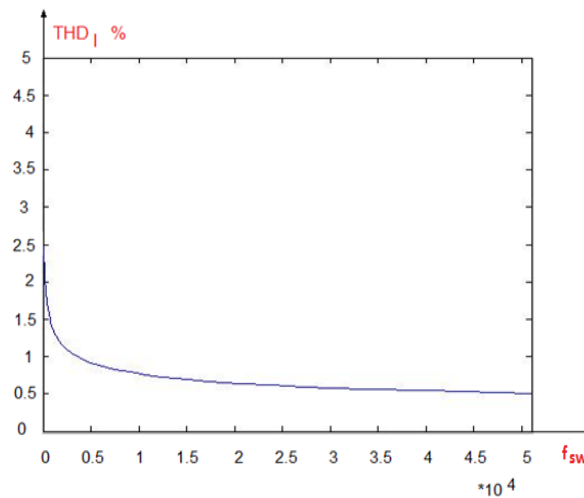


Figure 10. Change of induction motor THD_I depends on f_{sw}

Fitted curves may be used as an aid for data visualization, to infer values of a function where no data is available, and to summarize the relationships among two or more variables. The simulations are carried out as well for validating between switching frequency and THD_I inversely proportional.

The inverter output totally depends on the switching operation. The output of solar inverter distortion current depends on the switch status. The switching frequency scheme proved to be very essential to reduce the harmonics in the output solar inverter distortion current. Simulation model of the proposed system is simulated in Matlab/Simulink Software program as shown in fig. 3. The harmonic distortion for inverters to be produced, if possible, must be kept small. It was observed that between switching frequency and total harmonic distortion is inverse proportional relationship.

4. CONCLUSION

This article presented design, implementation and simulation results for boost chopper, three - phase inverter, and pulse width modulation (PWM) for three-phase squirrel cage motoroperating with examining the THD₁ by changing f_{sw} . Division of the constant factor obtains reduction of THD₁ with three-phase squirrel cage motor with switching frequency.

Harmonic distortion is a specific type of ‘dirty power’ that is usually associated with an industrial plant’s increased use of solar systems, non-sinusoidal power supplies and converters. However, harmonic distortion can be generated by any of a variety of non-linear electrical devices existing within a manufacturing plant or within nearby plant,

It is important the fundamentals of harmonic distortion is worth pointing out that using Matlab/Simulink with curve fitting has the advantage of easy implementation and low computational of three-phase squirrel cage motor, which implies programming for finding the best value of THD₁ . it is necessary to set an f_{sw} for each harmonic that has to be eliminated. It is observed that when values of switching frequency are greater than 700 Hz, THD₁ values are smaller than 5 %.

REFERENCES

1. P. Frauman, A. Burakov, and A. Arkkio, Effects of the slot harmonics on the unbalanced magnetic pull in an induction motor with an eccentric rotor, *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 43(8), pp. 3441–3444, 2007.
2. R. Deshmukh, A. J. Moses, F. Anayi, Voltage harmonic variation in three-phase induction motors with different coil pitches, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 304 ,e810–e812,2006.
3. Villalva MG, Gazoli JR, Ernesto RF. Comprehensive approach to modeling and simulation of photovoltaic arrays. *IEEE T Power Electr*, 24: 1198-1208, 2009.
4. Adak S, .Cangi H. Analysis and Simulation Total Harmonic Distortion of Output Voltage Three Level Diode Clamped Inverter in Photovoltaic System, *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, ISSN 2147-3129.
5. El Khateb A H. Abd Rahim N. Selvaraj J j. and W.Williams B, DC-to-DC Converter with Low Input Current Ripple for Maximum Photovoltaic Power Extraction, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, APRIL,2015.
6. Kocatepe, C., Uzunoglu, M., Yumurtacı, R. veArıkan, O, *Harmonics in Electrical Installations*, Birsen Yayınevi,2003; İstanbul.
7. Badawy M O. Yilmaz A S. Sozer Y. and Husein I, Parallel Power Processing Topology for Solar PV Applications. *IEEE Transactions on Industry Applications*, Vol. 2014; 50, No.2, pp. 1245-1255.
8. Mithat,U. *Mathematical and engineering applications with Matlab*. Beta Basım A.Ş. 2004; İstanbul.
9. Adly M, Besheer AH. A meta-heuristics search algorithm as a solution for energy transfer maximization in Stand alone photovoltaic systems. *Int J Elec Power* 2013; 51: 243–254.
10. Chen B C. and Lin C L, Implementation of maximumpower-point-tracker for photovoltaic arrays, in Proceedings of the 6th *IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA '11)* , IEEE, Beijing, China, June 2011, pp. 1621–1626.
11. H.M.Rashid, *Power Electronics, Circuits, Devices, and Applications*, Perason Press, 2014.
12. A. Ozdemir, A. Ferikoglu, “Low cost mixed-signal microcontroller based power measurement technique” *IEE Proceedings-Science Measurement and Technology*, 151,1350-2344. doi : 10.1049/ip-smt:20040242, 2004.
13. Acikgoz H, Kececioglu O.F, Sekkeli M. PI ve Anti-Windup PI Denetleyici ile Vektör Denetim Yöntemi Uygulanan Bir Asenkron Motorun Hız Denetim Performansının İncelenmesi, 1st

International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES), Sakarya, June 2013.

14. U. Arifoğlu, *Matlab 9.1-Simulink ve Mühendislik Uygulamaları*, Alfa Yayıncılık, 964p. İstanbul-Turkey, 2016.
15. C. Y. Lee, W. J. Lee, Y.N. Wang, J. C. Gu, Effect of Voltage Harmonics on the Electrical and Mechanical Performance of a Three-Phase Induction Motor, *Industrial and Commercial Power Systems Technical Conference*, Atlanta, Canada, 1998, IEEE 88-94.

ASENKRON MOTORLARIN KONTROLÜNDE PLC KULLANIMI
USING PLC IN CONTROL OF ASYNCHRONOUS MOTORS

Hasan CANGİ¹
Abdurrahman UNCU²
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK³

ÖZET

Programlanabilir denetleyiciler (PLC)'ler asenkron motorlara yol vermede devir yönlerini değiştirmede, tarlaların sulanmasından, robotların kontrolüne yoğun bir şekilde kullanılmaktadırlar. Bunlara ek olarak otomatik kontrol sistemlerinde, orta ve ağır sanayide, ısı kontrol sistemlerinde, tıp alanında, hız, güvenlik gibi alanlarda kullanılırlar. PLC'ler programlanabilmeleri, simülasyon yapabilme özelliklerine de sahiptirler. PLC'lerde İşlemler yazılım gerçekleştirildiği için hata riskleri azdır. Bunun en önemli sebeplerinden biri de mikroşlemcilerde ulaşılan çok hızlı gelişmelerdir. Hızlı gelişen endüstri uygulamalarında yaygın olarak kullanılan PLC cihazları ile yapılan endüstriyel otomasyon uygulamaları, röleli sistemlere nazaran daha verimlidir. Ayrıca ürün kalitesinin yanı sıra yeni bir ürün imali için kumanda devrelerinin yeniden oluşturulması, montajı ve bağlantıları yerine sadece PLC programlama ile giderilmesi gibi sebeplerden dolayı PLC'ler otomasyon vazgeçilmez elemanlarıdır. Üretim sürecinde, insan elinin üretimden çekildiği oranda hatalar azalacaktır. İnsanın psikolojik olarak bulunduğu durum hatalara neden olmaktadır. PLC'ler insan hatalarını engellemek için tasarlanmışlardır. Yüksek verim ve kaliteli üretim için endüstriyel otomasyon kaçınılmazdır. Günümüzde gelişen iletişim teknolojisi ile artık PLC ile üretim süreci farklı yerlerden izlenip denetlenebilir. Bu çalışmada endüstride ucuz olması sebebi ile sık, sık uygulanan yıldız-üçgen yol verme sisteminin lader kumanda devresi ile yazılım programı açıklamalı izah edilecektir.

Programlanabilir denetleyiciler (PLC) asenkron motorların kontrolünde, tarlaların sulanmasından ve robotların kontrolüne yoğun bir şekilde kullanılırlar. Bunlara ek olarak otomatik kontrol sistemlerinde, orta ve ağır sanayide, ısı kontrol sistemlerinde, tıp sistemlerinde ve güvenlik alanlarında kullanılırlar. PLC'ler programlanabilme ve simülasyon yapabilme özelliklerine de sahiptirler. Kontrol süreci PLC'lerde yazılım programı ile gerçekleştirildiği için hatalı çalışma riskleri çok azdır. Mikroşlemcilerde ulaşılan hızlı gelişmeler sonucu PLC'lerin endüstride kullanılması gün be gün artmaktadır. Endüstride uygulamalarda PLC cihazları ile yapılan endüstriyel otomasyon uygulamaları, röleli sistemlere nazaran daha verimlidir. Mikro PLC'ler endüstriyel otomasyon sistemlerinin kontrolü gerçekleştirmeye uygun yapıda giriş - çıkış birimleri ve iletişim arabirimleri vardır. Günümüzde gelişen iletişim teknolojisi sayesinde artık PLC ile üretim süreci farklı yerlerden izlenip denetlenebilir. PLC'ler anahtarlamalı elemanlar ve sensörlerden aldıkları bilgiyi yazılım programına göre işleyen ve sonuçlarını çıkıştaki sistemlere aktaran mikrobilgisayarlardır. Yazılım PLC'lere bilgisayar üzerinden aktarılabilir. PLC'ye program yazabilmek için birkaç farklı dil bulunmaktadır. Bunların en yaygın olanları; Ladder Diyagramı (LD), Fonksiyon Blok Diyagramı (FBD) ve Sıtmet Listesi (STL).

Anahtar Kelimeler: Programlanabilir Lojik Denetleyiciler, Lader Programlama, Kumanda Devresi, Üretim Süreci.

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, hasancangi@yahoo.com

² Gazi Üniversitesi, uncu@hotmail.com

³ Mardin Artuklu Üniversitesi, suleymanadak@yahoo.com

ABSTRACT

Programmable Controllers (PLC) are used control of asynchronous motors, irrigation of fields, and they used to control robots extensively. In addition, they are used in automatic control systems, medium and heavy industry, heat control systems, medicine systems and in security areas. PLCs also have the ability to perform programming and simulation. As control process in PLC is performed by the software program, the risk incorrect operation is very small. As a result of rapid developments in microprocessors, the use PLCs in industry is increasing day by day. Industrial automation applications made with PLC devices in industrial applications are more efficient than relay systems. Micro PLCs have input - output units and communication interfaces which are suitable for the control of industrial automation systems. Nowadays, thanks to the developing communication technology, the production process with PLC can be monitored and controlled from different places. Nowadays, thanks to the developing communication technology, the production process with PLC can be monitored and controlled from different places. PLCs are microcomputer which receive information from switching elements and sensors operates according to the software program and transmits the results to the output systems. The software can be transferred to the PLC via a computer. There are several different languages to write programs to the PLC. The most common ones are; Ladder Diagram (LD), Function Block Diagram (FBD) and Statement List (STL).

Keywords: Programmable Logic Controller, Lader Programming, Control Circuitry, Manufacturing Process.

1. GİRİŞ

Asenkron motorlar genel olarak stator ve rotor olmak üzere iki kısımdan oluşur. Stator asenkron motorun duran kısmıdır. Rotor ise motorun dönen kısmıdır. Asenkron motorun rotoru, kısa devreli rotor (sincap kafesli rotor) ve sargılı rotor (bilezikli rotor) olmak üzere iki çeşittir. Asenkron motor, rotorun yapım biçimine göre bilezikli ve kafesli asenkron motor olarak tanımlanır.

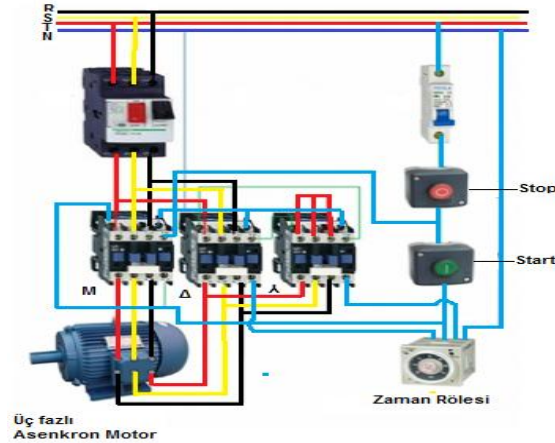
PLC' ler insan hatalarını engellemek için tasarlanmıştır. Yüksek verim ve kaliteli üretim için endüstriyel otomasyon kaçınılmazdır. Günümüzde gelişen iletişim teknolojisi ile artık PLC ile üretim süreci farklı yerlerden izlenip denetleme imkanı sağlar. Endüstriyel otomasyonun gelişmesinde PLC' lerin kullanımı kaçınılmazdır [1-3]. PLC' ler günümüzde küçülüp yetenekleri ise aynı oranda artmıştır. PLC'ler makine ve süreçlerin kontrol etmek için aşağıdaki fonksiyonları gerçekleştirirler:

- Mantık işlemleri,
- Sıralama,
- Zamanlama,
- Sayma,
- Aritmetik gibi bazı belirli işlemleri gerçekleştirmeyi sağlayacak komutların depolandığı programlanabilir bir hafızası olan sayısal elektronik araçlardır.

El ile bir insan tarafından kontrol edilen sistemlerin insansız olarak veya en az insan gereksinimiyle kontrol edilmesini sağlar. PLC'ler arıza yapmadığı sürece 24 saat çalışır az yer kaplar ve çoğu elektrik/elektronik bileşen ile uyumludur. Kurulumu kolay mekanik parçası olmadığı için fazla bakım istemez. Ayrıca günümüz enerjiye duyulan hassasiyet sebebiyle enerji harcaması açısından düşüktür. Kötü çevre koşullarında röleli kumanda devrelerine göre daha güvenilirdir [2-4]. Bilgisayar ve diğer kontrolörlerle haberleşebilir. Öğrenmesi ve programlaması kolaydır. Mikro PLC'ler endüstriyel otomasyon sistemlerinin kumanda ve kontrol devrelerini gerçeklemeye uygun yapıda giriş - çıkış birimleri ve iletişim arabirimleri ile donatılmış, kontrol yapısına uygun bir sistem programı altında çalışan bir endüstriyel bilgisayardır.

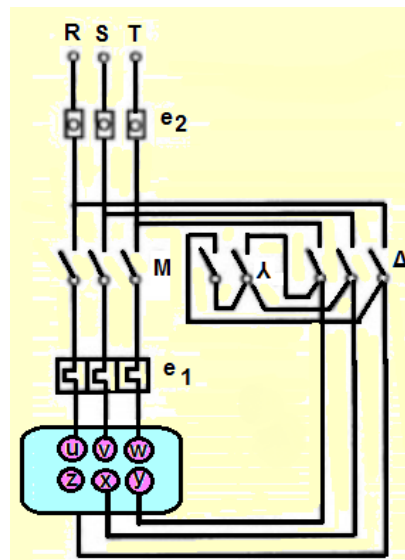
2. GELİŞME

Endüstride en çok kullanılan motor tipi asenkron motorlardır. Ucuz olması, alternatif akım ile çalışmaları basit yapıda olmaları ve az bakıma gerek göstermeleri diğer motor türlerine göre daha yaygın kullanılmalarına neden olmuştur [5,6]. Asenkron makineler şebekeye bağlandıklarında yol alma süreleri içinde nominal akımlarının 5 ile 7 katı kadar bir akım çekerler. Şekil 1’de yıldız üçgen yol vermeye ait prensip şeması verilmiştir.



Şekil 1. Asenkron motora yıldız üçgen yol verme prensip şeması

Bu akım değeri elektrik şebekelerinde dalgalanmalara sebep olmakta ve tüketicilere verilen enerjinin kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Bundan dolayı 5 HP’ den büyük motorlara direk yol verilmesi yönetmenliklerce yasaklanmıştır [7,8]. Yıldız üçgen yol verme, endüstride ucuz olması nedeni ile çokça tercih edilen bir yöntemdir. Yıldız üçgen yol vermeye ilişkin güç devresi Şekil 2’de vermiştir.



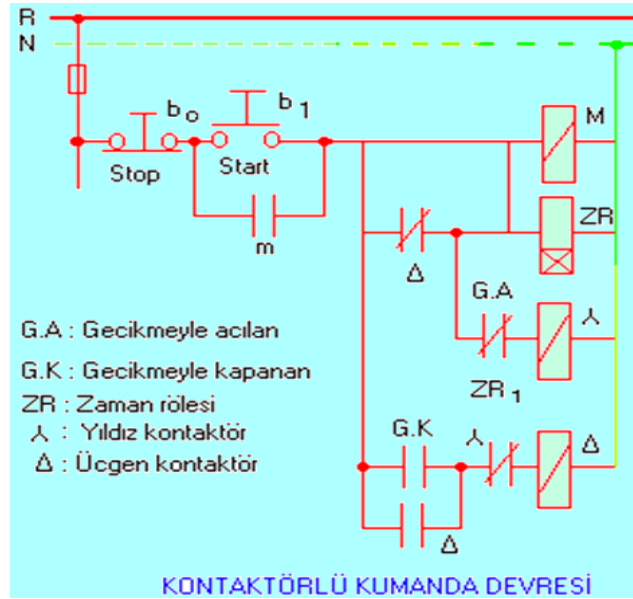
Şekil 2. Asenkron motora yıldız üçgen yol verme güç devresi

Çalışma presibi: Motor kontaktörü ile yıldız kontaktörü kapandığında motor yıldız çalışır. Yol verme süresi sonunda yıldız kontaktör açılır üçgen kontaktör devreye girer. Motor üçgen bağlı çalışmasını sürdürür. Asenkron motor yol alma süresince yıldız bağlı çalışır. Bu çalışmada asenkron motorun şebekeden çektiği akım oranı 1/3 değerindedir. Yol verme süresi bittikte sonra yıldız kontaktör devre dışı yapılır, üçgen kontaktör enerjilenir. Motor üçgen bağlı olarak çalışmaya devam eder.

Düşer ve motorun sargılarının zarar görmelerini de önler. Yıldız üçgen yol verme ucuz ve montajı kolay olduğundan en çok tercih edilen yol vermedir. Yıldız üçgen yol vermede 3 adet kontaktör 2 adet kumanda butonu ve 1 zaman rölesinden oluşmaktadır. Genellikle 4 kw dan büyük güçteki motorlarda bu yöntem tercih edilir.

2.1. Asenkron Motorlara Yıldız Üçgen Yol Vermede Kumanda Devreleri

Asenkron motorlarda yol alma akımını azaltmak için büyük güçlü motorlara yıldız üçgen yol verilir. Yıldız-üçgen yol vermek için, üçgen bağlantının gerilimi şebeke gerilimine eşit olası gerekir. Yıldız bağlantıdan üçgen bağlantıya geçişte sürenin çok kısa olması gerekir. Yıldız- üçgen bağlantıya ait kontaktörlü kumanda devresi Şekil 3'te verilmiştir.

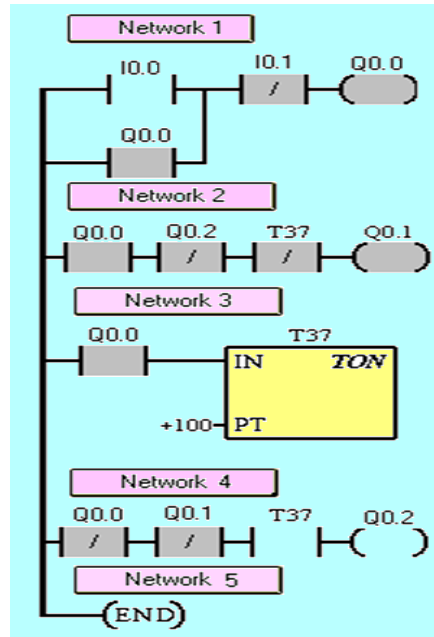


Şekil 3. Yıldız üçgen yol vermesine ait kontaktörlü kumanda devresi

Çalışma presibi: b_1 butonuna basıldığında M kontaktörü, Yıldız kontaktörü enerjilenir. Motor yıldız olarak çalışır. Motorun yol alma süresi sonunda zaman rölesi kapalı kontağını açar açık kontağını kapatılır. Yıldız kontaktör devreden çıkar üçgen kontaktör devreye girer. Güç devresinde yıldız kontaklar açılır üçgen kontaklar kapanır.

Ladder diyagramına giriş olara aşağıdaki şekilde yer alan bir bobin ve kontaktörü ele alalım. Giriş bobinine bir gerilim uygulandığında oluşacak olan akım bir manyetik alan yaratır. Manyetik alanla birlikte kontak kapanır ve temas noktaları dokunarak kontaktör kapalı duruma geçer. Bobine enerji verildiğinde kapanan kontaktöre normalde açık (NO) kontaktör denir yani kontaktöre enerji verilmediği sürece kontaktörün bağlandığı devre açık devre durumundadır.

Normalde kapalı (NC) kontaktörler ise giriş bobinine enerji verilmediği sürece kapalı durumdadırlar. Yani enerjisi bir şekilde bağlandıkları devreyi tamamlarlar. Şekilde gösterilen röle biri normalde açık ve biri normalde kapalı olmak üzere iki kontağa sahiptir. Röle bobinine enerji verildiğinde kontakların ikisinde ters konuma geçerler. Enerji verilmediği durumda normalde kapalı kontak kapalı, normalde açık kontak açık konumda olur. Şekil 4'te ladder kumanda devresi verilmiştir.



Şekil 4. Yıldız üçgen yol vermeye ait Ladder kumanda

PLC' ye ait Ladder diyagramında kullanılan komutların karşılığı,

I0.0 START

I0.1 STOP

Q0.0 M kontaktörü

Q0.1 Yıldız kontaktörü

Q0.2 Üçgen kontaktörü

T37 Zaman rölesine karşılık gelmektedir.

Çalışma presibi: I0.0 enerjilendiğinde Q0.0, Q0.1 ve T37 zamanlayıcısı aktifleşir. Motor yıldız olarak çalışmaya başlar. 10 sn sonra Q0.21 pasifleşir Q0.2 aktifleşir. Mator yıldız çalışmadan üçgen çalışmaya geçer. Yıldız Üçgen yol vermeye ait kod deyimleri,

NETWORK-I-

LD I0.0

O Q0.0

AN I0.1

= Q0.0

NETWORK-II-

LD Q0.0

AN Q0.2

AN T37

= Q0.1

NETWORK-III-

LD Q0.0

TON T37, +100

NETWORK-IV-

LD Q0.0

AN Q0.1

A T37

= Q0.2

NETWORK-V-

MEND

olarak yazılır. PLC'lerin yapısı ve çalışma şekli, bilgisayarlara çok benzemektedir. PLC'lerde tek bir program sıralı bir şekilde baştan sona doğru gerçekleştirilir. PLC'lerde kullanılan Ladder programlama, kumanda bilgisine sahip herkes tarafından kolayca uygulanabilir.

3. SONUÇLAR

Bu çalışmada endüstride ucuz olması nedeni ile çokca tercih edilen yıldız üçgen yol verme incelenmiştir. Endüstride PLC'lerin tercih edilmesinin bir çok nedeni vardır. PLC'ler uzun ömürlü ve güvenilirlerdir. Tozlu, kirli, nemli, elektriksel parazitli ortamlarda güvenle çalışabilirler. 0 - 60 derece sıcaklık değeri ile % (0 - 95) nemli ortamlarda çalışırlar. PLC'ler yeteneklerine göre çok küçük ve az yer kaplayan cihazlardır. Bu da her ortamda sorunsuzca intibaklarını sağlar. Röleli sistemlerde sistem değişikliği yapmak zordur. PLC de ise sistem üzerindeki değişiklikler kolayca yapılabilir. Çünkü PLC'lerde işlemler yazılım ile gerçekleştirilir. Sistemdeki değişimler yazılımı değiştirmekle çözülebilir. PLC'ler için hazırlanacak yazılımın, WEB tabanlı olarak Internet üzerinde çalışması birçok avantaj sağlar. Tek merkezden, birçok işletmenin aynı PLC tarafından idaresi mümkün olmaktadır. PLC'ler kendi aralarında, kişisel bilgisayarlarla ve diğer akıllı cihazlarla iletişim sağlayabilir.

PLC'ler birçok makinenin aynı anda kontrolünü, bellekteki, her iş elemanına ait alt programlar ile yapabilmektedirler. PLC'ler mili saniye ile saatler arasındaki zaman aralığında çalışabilirler. PLC mantıksal ve aritmetik işlemlerden oluşan bir programı oldukça hızlı bir şekilde işletebilmektedir. PLC'li sistemlerde program büroda veya laboratuvar da yapılabilir. Önceden çalışıp çalışmadığı eksikleri analiz edilebilir. Bir PLC programı ve ilgili devrenin çalışması direk olarak monitörden izlenebilmektedir. Ayrıca arıza tarama yapılabilen ve geçmiş çalışma durumları sonradan izlenebilmektedir. PLC sistemlerinde donanımın yanında yönetimi, kontrollü, ve verilerin depolanmasını bir yazılım programı ile gerçekleştirilir.

4. KAYNAKLAR

- 1) M.G., Loannides, "Design and implementation of PLC-based monitoring control system for induction motor", *IEEE Trans. Energy Convers.*, vol. 19, no. 3, pp. 469-476, 2004.
- 2) I. Colak, H. Celik, I. Sefa, and S. Demirbas, "On line protection system for induction motors", *Energy Convers. Manage.*, vol. 46, no. 17, pp. 2773-2786, 2005.
- 3) S. S. Peng, M. C. Zhou, Ladder Diagram and PetriNet-Based Discrete-Event Control Design Methods, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics- Part C, Applications and Reviews*, Vol.34 No.4 Nov. 2004 pp. 523-531.
- 4) T. Krairojananan, S. Suthapradit, A PLC Program Generator Incorporating Sequential Circuit Synthesis Techniques. IEEE, 399-402, USA.
- 5) A. R. Alae, M. M. Negm, M. Kassas, A PLC Based Power Factor Controller for a 3-Phase Induction Motor, *IEEE Transactions on Energy Conversion*, USA, 1065-1071, 2000.
- 6) M. Ogawa and Y. Henmi, Recent Developments on PC+PLC based Control for Systems, Brewery Process Automation Applications, Korea Beer, *SICEICASE International Joint Conference 2006 Oct. 18- 21, 2006 in Bexco, Busan*,
- 7) L. Wang, K. Liu, Improvement of power factor and voltage for renewable energy systems using PLC's new fuzzy module, *Circuits and Systems*, 2004. Proceedings. *The 2004 IEEE Asia-Pacific Conference on Volume 2*, 6-9 Dec. 2004 Page(s):957 - 960 vol.2.
- 8) O. Duque-Perez, D. Morinigo-Sotelo, and M. PerezAlonso, "Diagnosis of induction motors fed by supplies with high harmonic content using motor current signature analysis," *International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives*, pp. 1- 6, 2011.

ELEKTRİK TESİSLERİNDE HARMONİK KAYNAĞI OLARAK BİLGİSAYARLAR
COMPUTERS AS HARMONIC RESOURCES IN ELECTRICAL FACILITIES

Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK¹
Abdurrahman UNCU²
Hasan CANGİ³

ÖZET

Elektrik tesislerinde harmonik bileşenler non-linear devre elemanları veya non-sinüsoidal güç kaynaklarının güç devresinde bulunması sonucunda meydana gelirler. Non-linear bir dalganın temel bileşen dışındaki sinüzoidal dalgalarına harmonik bileşenler denir. Non-linear gerilim veya akım dalgası temel bileşen ile harmonik bileşenlerden oluşur. Günümüzde bilgisayarlar ile benzeri ofis cihazların kullanımını gün be gün artmaktadır. Bilgisayarın donanım parçalarında kullanılan non-linear devre elemanlarından dolayı bilgisayarlar elektrik şebekelerinde birer harmonik kaynağı olarak davranırlar. Güç sistemlerindeki harmonik bileşenler standartlarca belirtilen limit değerlere çekilmelidirler. Elektrik tesislerindeki harmonik bileşenlerden kaynaklanan birçok problem bulunmaktadır. Bu problemler hem teknik hem de ekonomik olarak sınıflandırılabilir. Elektrik tesislerindeki harmonik bileşenlerden kaynaklanan birçok olumsuzluk bulunmaktadır. Bu olumsuzluklar teknik hem ekonomik bakımdan bir sürü olumsuzluğa neden olmaktadır. Harmonik bileşenler sonucu devre dışı kalan bir fabrikadaki ekonomik zarar oldukça fazladır. Teknik olarak harmonik bileşenlerin sebep oldukları zararlar;

Mikro işlemcili cihazların hatalı çalışması, sistemdeki nötr akımının artması ve ısınmanın artması sonucunda elektrikli cihazlarda kayıpların artması. Devrede non-linear elemanlar veya non-sinüzoidal kaynaklar varsa bunun sonucunda harmonik bileşenler meydana gelir ve bunlar Fourier teoremi ile bulunurlar. Non-linear bir dalga formu bu teoreme göre temel bileşen ile harmonik bileşenlerin toplamı olarak ifade edilir.

Anahtar Kelimeler: Harmonik Bileşenler, Toplam Harmonik Distorsiyonu, Fourier Teoremi, Non-Linear Yükler.

ABSTRACT

The harmonic components occur in electrical installations as a result of the non-linear circuit elements or the non-sinusoidal power supplies being in the power circuit. Non-linear voltage or current wave consists of the basic component and harmonic components. Today, the use of computers and similar office devices is increasing day by day. Due to non-linear circuit elements used in computer hardware components computers act as a source of harmonics in electrical networks. The harmonic components in power systems must be drawn to the limit values specified by the standards. There are many problems caused by the harmonic components in electrical installations. These problems can be classified both technically and economically. The economic loss in a factory that has been disabled due to harmonic components is very high. Technically damage caused by harmonic components; faulty operation of microprocessor devices, increase of neutral current in the system and increased losses in electrical devices as a result of increased heating. Technically damage caused by harmonic components, such as faulty operation of microprocessor devices, increase of neutral current in the system, loss of electrical devices increases as a result of increased heating. If there are non-linear elements or non-sinusoidal sources in the circuit, the harmonic components occur and they are found by the Fourier theorem. Non-linear

¹ Mardin Artuklu Üniversitesi, suleymanadak@yahoo.com

² Gazi Üniversitesi, uncu@hotmail.com

³ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, hasancangi@yahoo.com

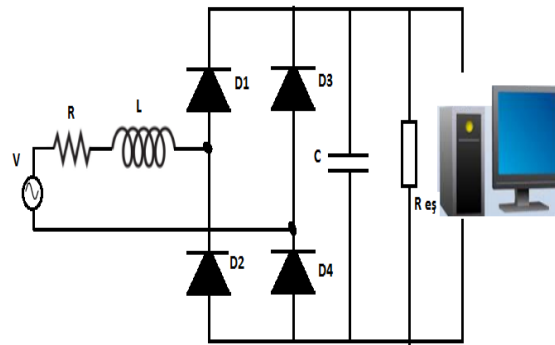
waveform according to this theorem expressed as the basic component and the sum of harmonic components.

Keywords: Harmonic Components, Total Harmonic Distortion, Fourier Theorem, Non-Linear Loads.

1. GİRİŞ

Elektrik tesislerinde kullanılan non-linear devre elemanları ve/veya non-sinüzoidal kaynaklar harmonik bileşenlerin oluşmasına sebep olur. Non-linear elemanlara örnek olarak şunlar verilebilir. Doğrultucular, inverterler, motor kontrol devreleri, statik VAR generetörleri, anahtarlamalı güç kaynakları gibi güç elektroniği elemanlı devreler, flüoresan lambalar, cıva arkı, cıva buharı, neon, ksenon ve yüksek basınçlı sodyum lambalar gibi gaz deşarjlı aydınlatma elemanları, akü ve fotovoltaiik sistemler ile elektrikli ulaşım sistemleri gibi sistemler sayılabilir. Akım ve gerilim dalga formunda oluşan bu bozulma elektrik tesislerine ve bu tesislere bağlı güç sistemlerine zarar vermekte ve hatta bazen sistemleri devre dışı kalmasına neden olurlar [1, 3].

Harmonik bileşenler “periyodik bir dalganın, temel frekansının tam katı olan bir frekansa sahip sinüs biçimli bileşeni” olarak tanımlanır. Harmonikler, bir elektrik sisteminde temel frekansın bazı tam katlarında ortaya çıkan akımlar ve gerilimler olarak dikkate alınırlar. Bu çalışmada non-linear bir yük olan bilgisayarın şebekeden çektiği non-linear karakteristikli akımın analizi yapılacaktır. Analizi yapılacak güç sisteminin prensip şeması Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Bilgisayarın eşdeğeri ve giriş güç katı

Güç sistemindeki sinusoidal dalganın simetrisinden dolayı 3., 5., 7., 11,.... gibi tek harmonik bileşenleri bulunur. Non-linear bir yük olarak bilgisayarlar düşük güçlü olsalar bile enerji sistemlerinde sinusoidal olan akım ve gerilimin dalga formunu bozarlar. Güç sistemlerine bağlanan çok sayıda bilgisayarı göz önüne alınırsa bunların sonucunda oluşan distorsiyonunun giderilmesi enerjinin kalitesi açısından çok önemlidir. Non-linear bir yük olan bilgisayarlar elemanlar iletim ve dağıtım sistemlerinde ciddi bir harmonik kirliliğe neden olmakta ve tüketiciye verilen enerjinin kalitesini düşürmektedirler [2- 4]. Birgisayar yük akımına ait olan harmonik bileşenlerin seviyesinin hesaplanması ve daha büyük problemler oluşmadan bu harmonik bileşenlerin elimine edilmeleri gerekir.

Harmonikler bileşenler sinüzoidal dalganın anahtarlanması kısılanması ve benzeri gibi olaylar sonucu oluşmaktadır. Özellikle güç elektroniği uygulamalarında kullanılan tristörler, diyotlar tarafından üretilmektedir. Güç elektroniği sistemlerinin ürettiği harmonikleri azaltmak için doğrultma evirme gerilim ve frekans kontrolü gibi uygulamalarda devrenin darbe sayısını 12, 36 gibi büyük değerlere çıkarmalıyız. Bu yolla dalga şekli sinüse benzemekte ve benzediği oranda toplam harmonik distorsiyonun (THD) değeri düşmektedir [5-7].

Bilgisayarlar, aydınlatmada kullanılan elektronik balastlı aydınlatma sistemleri ve deşarj tüpleri de önemli bir üçüncü harmonik kaynağıdır. Bir harmonik “periyodik bir dalganın, temel frekansının

tam katı olan bir frekansa sahip sinüs biçimli bileşeni” olarak tanımlanır. Bir elektrik sisteminde akım ve gerilimlerde ortaya çıkan istenmeyen harmonikler temel frekansın bazı tek katlarında oluşmaktadır [6, 8]. Harmonik bileşenlerin frekansları,

$$f_n = n \cdot f_1 \quad (1)$$

formülü ile ifade edilir. Bu ifadede; n harmonik mertebesini, f₁ temel frekansı göstermektedir. Alışveriş merkezlerinde ticari binalarda sık, sık karşılaşılan ve tek fazlı bilgisayarlar yazıcılar gibi ofis cihazlarından kaynaklanan 3 ve 3’ün katı harmonikler nötür hattında devrelerini tamamlarlar. Nötür hattı aşırı ısınır ve ek olarak bu tesislerde nötür-toprak arası gerilimlerin artması sonucu elektronik cihazlarda arızalar oluşmaktadır [9, 10].

Non-lineer karakteristikli devre elemanlar elektrik tesislerinde ciddi bir harmonik kirliliğe neden olmakta ve tüketiciye verilen enerjinin kalitesini düşürmektedirler. Güç sisteminin güvenilir ve kararlı çalışmasını sağlamak için, tasarım ve işletme aşamasında doğrusal olmayan elemanların veya non-sinüsoidal kaynakların meydana getirdiği harmonik bileşenler hesaplanarak veya ölçülerek ortaya konması ve tesislerde harmonik filtreler kullanarak harmonik bileşenlerin standartlarca belirtilen sınırlara çekilmesi gerekir [11, 12].

2. GELİŞME

Harmonik bileşenleri elimine etmek için ülkemizde filtre kullanımı fazla yaygın değildir. Non-lineer yükleri olan tüketicilere filtre kullanma zorunluluğu getirilmelidir. Sanayi kuruluşlarının harmonikler konusunda fazla bilgileri yoktur. Sanayicilerin bu konuda bilgilendirilmeleri üniversitelerce sağlanmalıdır. Harmonik bileşenler içeren devrelerde akımın efektif değeri yükselmektedir. Bunun sonucunda enerji kayıpları artmakta tüketiciye sunulan enerji kalitesi düşmektedir.

Harmonik bileşenlerin zararlı etkilerini engellemek için tasarım esnasında bazı önlemler alınmakla birlikte bu önlemler yeterli olmayıp harmonik bileşenlerin şebekeye geçmesini engellemek lazımdır. Harmonik bileşenlerin süzülmesini sağlayan devrelere harmonik filtreler denir. Genellikle güç sisteminde etkin harmonik bileşen için hesap yapılır [13-15]. Etkisi daha az olan harmonik bileşenler için zayıflatılan filtre devresi tasarlanır. Güç sisteminde kompanzasyon için gerekli reaktif güç değeri; harmonik bileşenlerin sınırlandırılmasını amaçlayan harmonik standartlarında çok sıklıkla kullanılan toplam harmonik bozulma akım için,

$$THD_I = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1} \quad (2)$$

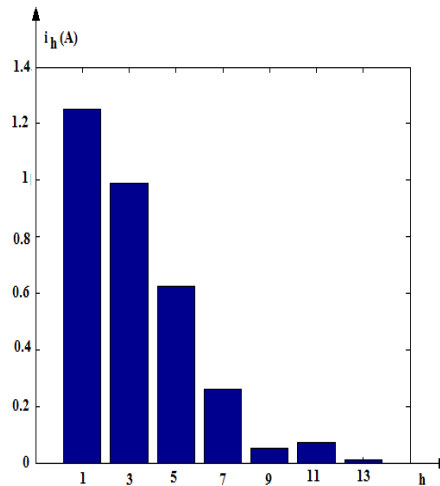
ifadesi ile bulunur. Harmonik bileşenlerin efektif değerlerini, temel bileşen efektif değerine oranıdır [14]. Genellikle yüzde olarak ifade edilir. Bu değer doğrusal olmayan dalga formunun sinus dalga formundan sapmasının bir ölçütüdür. Akım ve gerilim dalgalarına ait harmonik bileşenlerin genlikleri mertebeleri ile ters orantılıdır, Harmonik bileşenin mertebesi büyüdükçe harmonik genliği azalır. Harmonik bileşenler akımları harmonik kaynağından, güç sisteminde en düşük empedansa doğru akarlar. Harmonik akım kaynağı tarafından görülen empedans, sistem kaynak empedansı ile sisteme paralel bağlı diğer yüklerin empedanslarıdır. Kısacası sistemdeki tüm elemanları etkilediğinden, harmonikler enerji sistemlerinde istenmeyen niceliklerdir.

Non-sinüsoidal dalga biçimleri, periyodik olmakla birlikte sinüsoidal dalga ile frekans ve genliği farklı diğer sinüsoidal dalgaların toplamından oluşmaktadır [16]. Temel dalga dışındaki sinüsoidal dalgalara “harmonik bileşen” adı verilir. Non-lineer bir yük olan bilgisayarın şebekeden çektiği non-lineer karakterestikli akıma ait harmonik bileşenler ile faz açıları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Bilgisayarın şebekeden çektiği harmonikli akım bileşenleri

Harmonik bileşenler	Harmonik bileşenlerin genliği (A)	Harmonik bileşenlerin faz acısı (Derece)
h1	1.25	0.96
h3	0.99	-174
h5	0.625	12
h7	0.26	-159
h9	0.05	-14
h11	0.07	176
h13	0.01	-137

(2) nolu denklemden hareketle bilgisayar giriş akımı toplam harmonik distorsiyonu (THDI) %96.19 olarak bulunur. Elektrik şebekelerinin güvenilir ve kararlı bir biçimde çalışmasını sağlamak için, tasarım ve işletme aşamasında non-linear elemanların veya non-sinüsoidal kaynakların meydana getirdiği harmonik bileşenlerin hesaplanarak veya ölçülerek ortaya konması gerekir. Non-linear bir yük olan bilgisayarlar düşük güçlü olsalarda güç sistemlerinde sinüsoidal akım ve gerilim dalga formunu bozarlar. Güç sistemlerine bağlanan çok sayıda bilgisayarlar yükleri göz önüne alınırsa bunların sonucunda ek kayıplar ile harmonik bozulma değerlerinin yükselmesi kaçınılmazdır. Non-linear bir yük durumundaki bilgisayarın şebekeden çektiği akıma ait harmonik bileşen genlikleri Şekil 2’de verilmiştir.

**Şekil 2.** Bilgisayarın şebekeden çektiği harmonikli akım ve bileşenleri

Filtre tasarımı yapılırken düşük dereceli harmonik bileşenler için tek ayarlı filtreler kullanılır. Harmonik derecesi büyüdükçe her harmonik bileşen için filtre tasarlamak ekonomik olmayacağından yüksek geçiren filtre tasarımı ile belirli frekansın üstündeki harmonik bileşenler band geçiren filtre ile yok edilirler.

Kısacası sistemdeki tüm elemanları etkilediğinden, harmonikler enerji sistemlerinde istenmeyen niceliklerdir. Bu yüzden harmonikleri süzecek filtre devrelerinin kurulmasına mutlak süratte gerek vardır. Bu sebepten dolayı şebekelere paralel süzgeçler yerleştirilir. Bu paralel süzgeçler içinde bant geçiren ve yüksek geçiren filtreler çok sıklıkla kullanılmaktadır.

Yapısındaki non-linear devre elemanlarından dolayı non-linear bir yük olan bilgisayarın şebekeden non-linear karakteristikli bir akım çekerler. Bu non-linear akımın harmonik bileşenlerinin güç sistemini rezonansa getirmemesine dikkat edilmelidir. Rezonans şartları her harmonik bileşen için ayrı, ayrı hesaplanmalıdır. Yüksek dereceli harmonik bileşenler, tüm güç sistemini etkileyebilir. Bu etkiler güç sistemi ve diğer ekipmanların da performansını azaltır.

2.1. Bilgisayarın Şebekeden Çektiği Harmonikli Akımı ve Bileşenleri

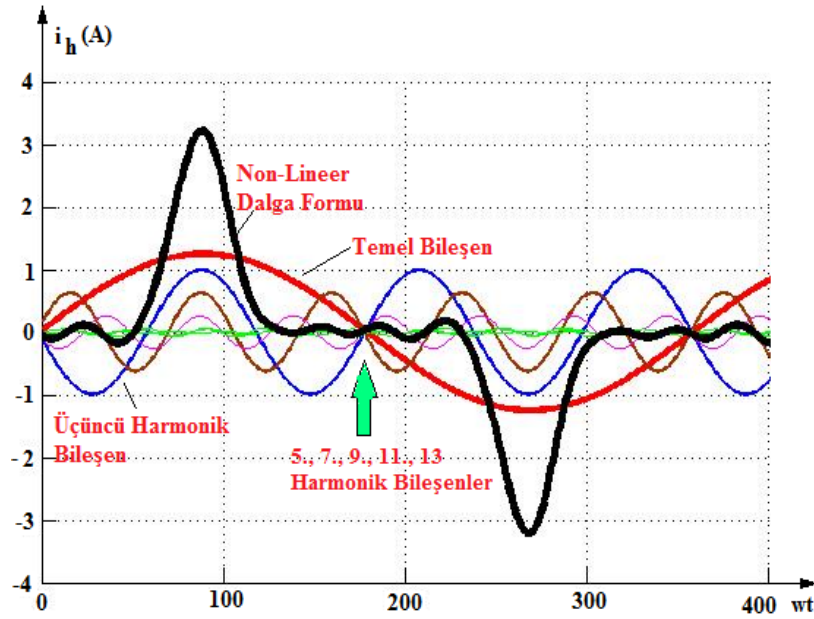
Elektrik tesislerinin güvenilir ve kararlı bir biçimde çalışmasını sağlamak için, tasarım ve işletme aşamasında non-linear elemanların veya non-sinüsoidal kaynakların meydana getirdiği harmonik bileşenlerin mutlak surette elimine edilmesi gerekir. Harmonik filter kullanımını yaygınlaştırmak gerekir. Harmoniklerin enerji tesislerindeki etkilerini şu şekilde sıralayabiliriz:

- Güç sistemlerinde gerilim düşümünün artması,
- Enerji sistemindeki eleman ve yüklerde kayıpların artması,
- İzolasyon malzemelerinin delinmesi kabloların ısınması,
- Koruma ve kontrol sistemlerinde sinyal hataları,
- Elektrik makinalarında titreşimli çalışma, ısınma ve ek momentlerin oluşması,
- Mikroişlemcilerde hatalı çalışma,
- Güç sistemlerinde istenmeyen rezonans olaylarına sebep olma,
- Elektronik kartlarda arızalar,
- Aydınlatmalarda armatürlerinde ve bilgisayar ekranlarında titreşimler,
- Harmonik bileşenlerden dolayı transformatörlerde çekilen reaktif güç, trafolarda histerisis ve fuko kayıplarının artmasına neden olacağından; trafolarda gürültülü çalışma ve ısınmalara neden olma,
- Ölçü cihazlarında hatalı ölçümler,
- Koruma cihazlarında zamansız açmalar,
- Kompanzasyon kademe sigortalarının sık, sık atması, kondansatörlerin delinmesi neden olurlar.

Elektrik enerjisinin üretimi iletimi ve dağıtım sürecinde akım ve gerilimin dalga şekillerinin sinüsoidal formda ve 50 Hz frekansta olması gerekmektedir. Akım ve gerilimin dalga şeklindeki bozulmalar, faz kaymaları, sistemde harmoniklerin oluşmasına ve sistem güç faktörünün düşmesine sebep olmaktadır. Non-linear bir yük olan bilgisayarın şebekeden çektiği akım dalga formu aşağıda verildiği gibidir.

$$\begin{aligned}
 i(\omega t) = & 1.25 \sin(\omega t + 0.96) + 0.99 \sin(3\omega t - 174) + 0.625 \sin(5\omega t + 12) \\
 & + 0.26 \sin(7\omega t - 159) + 0.05 \sin(9\omega t - 14) + 0.07 \sin(11\omega t + 176) \\
 & + 0.01 \sin(13\omega t - 137)
 \end{aligned} \tag{3}$$

şeklinde. Elektrik şebekelerindeki harmonik bileşenlerin oluşturduğu kirlilik şu an için ölümcül problemler oluşturmamaktadır. Non-linear yük ve devre elemanlarını günbegün artması ile yakın bir gelecekte karasız ve düşük kaliteli şebekeler oluşacaktır. Enerji tesisinin güvenilir ve kararlı bir biçimde çalışmasını sağlamak için, tasarım ve işletme aşamasında non-linear elemanların veya non-sinüsoidal kaynakların meydana getirdiği harmonik büyüklüklerinin hesaplanarak veya ölçülerek ortaya konup ve gerekli kompanzasyon işleminin yapılması gerekir. Non-linear karakteristikli bilgisayar akım dalgasına ilişkin grafik Şekil 3'te gösterildiği gibidir.



Şekil 3. Bilgisayarın şebekeden çektiği harmonikli akım ile bileşenleri

Non-linear bir yük olan bilgisayarın harmonik bileşen akımları, harmonik kaynağından, en düşük empedansa doğru akma eğilimindedirler. Harmonikli akım kaynağı tarafından görülen empedans, sistem kaynak empedansı ile sisteme paralel bağlı diğer yüklerin empedansıdır. Kondansatörlerin reaktansı X_c sistemde harmoniklerin bulunması durumunda X_c/n değerini alır. Tesiste harmonik bileşen bulunması durumunda kapasitif reaktans azalacağından kondansatörlerin şebekeden çekeceği akım değeri oldukça artar ve kondansatör delinir.

Bundan dolayı, harmonik bileşenlerin etkili olduğu güç sistemlerinde harmonik bileşenlerden en çok kondansatörler etkilenir. Elektrik şebekelerinde enerji kalitesinin yükselmesi için güç sistemlerinde non-linear bir yük olan bilgisayarların etkinliğinin azaltılması gerekir. Bu yüzden harmonik bileşenleri yok edecek filtre devrelerinin kurulmasına mutlak surette gerek vardır. Harmonik bileşenler transformatörlerde bakır ile demir kayıpları ile kaçak akımların artmasına sebep olurlar. Döner elektrik makinelerinde kayma ve momenti etkileyerek gürültü ve titreşimli çalışmaya sebep olurlar. Aynı zamanda sinüs dalgasının sıfırdan geçişine göre tetikleme yapan sistemlerin yanlış sinyaller vermesine neden olurlar.

Harmonik bileşenler nedeni ile oluşan rezonans olaylarında sistemdeki sigortaların sık, sık atmasına, koruma rölelerinin düzensiz çalışmasına ve tüm cihazların ömürlerinin kışalmasına neden olmaktadır. Şebekede en fazla etkisi görülen harmonikler sırası ile 150 Hz frekanslı üçüncü harmonik, 250 Hz frekanslı beşinci harmonik ve 350 Hz frekanslı yedinci harmonik bileşenlerdir. Üçüncü harmonik bileşen genellikle bir fazlı doğrusal olmayan yükler tarafından üretilir. 5., ve 7., harmonik bileşenler ağırlıklı olarak üç fazlı non-linear yükler tarafından üretilmektedirler.

3. SONUÇLAR

Tek fazlı bilgisayarların ofis cihazların bulunduğu ticari binalarda, alışveriş merkezlerinde üçüncü harmonik etkin olarak bulunmaktadır. Üç fazlı sistemlerde 3'lü harmonikler nötr iletkende birbirlerini güçlendirirler. Nötr iletkenleri faz iletkenleriyle aynı boyutlarda olduğundan bu durumda nötr iletkeni aşırı yüklenebilir. Söz konusu soruna karşı alınan en yaygın önlem, nötr iletkeninden geçen akımın hesaplanıp buna göre kesit seçimi yapılması veya üçüncü harmoniği elimine edecek filtre yerleştirilmesidir.

Bir fazlı kontrolsüz doğrultucu bilgisayar girişinde alternatif akımı doğru akıma dönüştürmede kullanılır. Bu doğrultucunun şebekeden çektiği akım non-linear karakteristiktir ve harmonik bileşenler içerirler. Harmonik bileşenlerin enerji sistemindeki teknik ve ekonomik olumsuzluklarının giderilmesi bakımından birtakım önlemlerin alınması gerekir. Toplam harmonik bozulmanın istenen sınır değerlerin altına düşürülmesinde için mutlak sürette harmonik filtre devrelerinin kullanılması gerekmektedir.

Elektrik tesislerinde harmonik bileşenler ek ısı kayıplarına neden olmaktadır. Bu ek kayıp enerji maliyetini artırmaktadır. Ayrıca sistem üzerindeki temel harmonik dışındaki harmonik bileşenler ek gerilim düşümleri oluşturmaktadır. Elektrik tesislerinde ağırlıklı olarak bilgisayarlar, yazıcılar televizyonlar, kesintisiz güç kaynakları ile gaz deşajlı lambalar üçüncü harmonik bileşen üretirler. Mümkün mertebe bu cihazların üç fazlı seçilmelidir. Üç ve üçün katı harmonikler üç fazlı konvertörlerde sıfırdır.

Güç elektroniği tabanlı cihazlar ile çeşitli non-linear karakteristikli elemanların kullanımının her geçen gün artış göstermesi enerji sisteminde dolaşan non-sinüsoidal büyüklüklerin artmasına neden olmaktadır. Bunun bir sonucu, akım yada gerilim için harmonik distorsiyonu da artmaktadır. Elektrik güç sistemlerinde harmonik distorsiyon sıklıkla orijinal kaynaklardan büyük uzaklıkta bulunan mesafelerdeki tüm sistemi etkilemektedir. Harmonikler bileşenler güç sistemlerindeki kirliliktir. Statik dönüştürücülerin kullanımının artması ile bu kirlilik oranı gün be gün artmaktadır.

KAYNAKLAR

- 1) Bajwa, M.S., Memon, A.P., Ansari, J.A., M.Tarique, M., Bhatti M.T., An Experimental Investigation Based on Mathematical And Software Modeling of Total Harmonic Distortion in Personal Computer, *Bahria university journal of information and communication Technologies* Vol.9 ,Issue 1 , pp.62-73, 2016.
- 2) Philip M.j., Portugués, I. E., The Influence of Personal Computer Processing Modes on Line Current Harmonic, *IEEE Transactions on Power Delivery*, V.18, NO. 4, pp.1363-1368, 2003.
- 3) Rana A. Jabbar, Suhail A. Qureshi, M. Akmal, Waqar Qureshi, Ahmad, A., Practical Analysis and Mathematical Modeling of Harmonic Distortions Caused by Electronic Loads, Proc. 7th *IASTED Conf. on Power and Energy Systems ~EuroPES 2007~* Palma de Mallorca, Spain, ISBN# 978-0-88986-689-8, pp. 151-156, 2016.
- 4) IEEE Power & Energy Society, IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality, *IEEE Std 1159™-2009*.
- 5) A. Mansoor, A., Grady, W. M., Thallam , R.S., Doyle M. T., Krein, S. D. and Samotyj, M. J., Effect of Supply Voltage Harmonics on the Input Current of Single-phase Diode Bridge Rectifier Loads , *IEEE Transactions on Power Delivery*, V.10, No. 3,pp.1416-1422, 1995.
- 6) Rashid, H.M., *Power Electronics, Circuits, Devices, and Applications*, Perason Press, 2014.
- 7) Keerio, M.U., Bajwa, M.S., Saand, A., Munwar, A., Harmonics Measurement in Computer Laboratory and Design of Passive Harmonic Filter using MATLAB, (*IJACSA*) *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Vol. 8, No. 12, 2017.
- 8) Kocatepe, C., Uzunoglu, M., Yumurtacı, R. ve Arıkan, O., *Elektrik Tesislerinde Harmonikler*, Birsen Yayınevi, İstanbul 2003.
- 9) Rao A. N. Malleswara, K. Ramesh Reddy, B. V. Sanker Ram, B.V, Estimating the Power Quality disturbance caused by Personnel Computer, *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)* ,V. 1, Issue 3, pp.1034-1039, 2011.
- 10) Bodur, H., *Güç Elektroniği*, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2010.
- 11) Jyoti, L., Shavet, S., Khan, S., Investigate the Effect of Different Combination of Loads on Harmonic Distortion, *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering* , V.3,Issue. 8, pp.587-590, 2013.
- 12) Kececioglu O.F., Acikgoz H., Sekkeli M., Advanced configuration of hybrid passive filter for reactive power and harmonic compensation, *SpringerPlus*, 5(1), 2016.

- 14) Hsin, L.W., Wang, S. C., Yi-Hua Liu, Y.H., Learning Switched Mode Power Supply Design Using MATLAB/SIMULINK, *IEEE Region 10 Conference PP.1-6*, 2009.
- 15) Adak,S. Cangi, H., Harmonik Bileşen İçeren Elektrik Tesislerinde Kondansatör Kayıpları, *3eELECTROTECH*, sayı: 325,2014, Kasım, p:181-192. 2014.
- 16) Aslam M. P., Zafar, M. A., Keerio, U., Adil, W. A., Ali. A. A., Experimental Study and Analysis of Harmonics Generation in Uncontrolled and Controlled Rectifier Converters, *International Journal of Scientific & Engineering Research (IJSER)*, V.5, Issue.1, pp. 1343-1350,2015.
- 17) Farooq, H., Zhou, C., Farrag. M.E., Analyzing the Harmonic Distortion in a Distribution System
- 18) Caused by the Non-Linear Residential Loads, *International Journal of Smart Grid and Clean Energy*, V. 2, No. 1, pp.46-51,2012.

FOTOVOLTAİK SİSTEMLERDE TOPRAKLAMA VE YILDIRIMDAN KORUMA

Hasan CANGİ¹
Abdurrahman UNCU²
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK³

ÖZET

Fotovoltaik (PV) sistemlerin aşırı gerilim ve yıldırıma karşı korunması sistemin güvenliği ve kararlı çalışması için gereklidir. Yıldırımdan korunma ve topraklama PV sistemde bir bütün olarak incelenmelidir. PV güç sistemlerinin ya açık araziler ya da çatılar kurulurlar. Bu alanlara yıldırım darbelerinin kolaylıkla ulaşacağı alanlardır. Güneş enerjisinin tesis edildiği araziler genellikle yıldırım darbelerinin kolaylıkla ulaşacağı açık alanlardır. Çatıdaki PV tesislerinde risk daha ciddi boyutlara ulaşmaktadır. Yıldırım darbesinin, tesisimizin yakın bir noktaya düşmesi de tesisimiz için risk oluşturur. Yıldırım darbesi PV panellerdeki küçük direnç farklarından dolayı sistemim tümüne hızlı bir şekilde yayılır. Yıldırım darbesinin akım değeri 200 kA değerine, 25 ns süresinde PV sistemde yayılan ve 28000°C sıcaklığa ulaşan doğal bir afettir. PV sistemdeki tüm panellerin çerçeveleri düzgünce topraklanmalıdır. PV sistemlerin hasarlanmasında en büyük etken yıldırım düşmesi sonucunda sistemde oluşan yüksek gerilimdir.

Topraklama hesabı toprak özgül direnç değeri değeri dikkate alınarak gerçekleştirilmelidir. Topraklama çubuğu düşük direnci ve yüksek akım taşıma kapasiteli olmalıdır ve korozyona karşı yüksek dirençli olmalıdır. Topraklama çubukları toprağa iyi temas etmelidir. Toprağın kuru olması durumunda ıslatılıp çamur hâline getirilmelidir. Toprak direncini artırdıklarından topraklama çubuğunun çevresindeki taş ve çakıllar temizlenmelidir. PV güç sistemlerinin bozulması genellikle yıldırım düşmesi sonucunda oluşan yüksek gerilimlerdir.

Anahtar Kelimeler: PV Topraklaması, Yıldırım Darbesi, Topraklama Çubuğu, Toprak Direnci.

ABSTRACT

The protection of photovoltaic (PV) systems against overvoltage and lightning is necessary for the safety and stable operation of the system. Lightning protection and grounding should be examined as a whole in the PV system. PV power systems be built in open fields or on roofs. These areas are easily accessible by lightning strikes. The lands where solar energy is installed are generally open areas where lightning strokes can easily reach. The risk in the PV facilities on the roof is more serious. The fact that the lightning strike drops to a close point creates a risk for our facility. The lightning impulse spreads quickly across the entire system due to the small resistance differences in the PV panels. The current value of the lightning strike is 200 kA and it is a natural disaster that reaches to 28000 ° C in the PV system in 25 ns time. The frames of all panels in the PV system must be properly grounded. The most important factor in the damage of PV systems is the high voltage in the system as a result of lightning. The grounding calculation must be carried out by considering the value of the soil specific resistance value. The grounding rod must have low resistance and high current carrying capacity, and should have high resistance against corrosion. Grounding rods must be in good contact with the ground. If the soil is not dry, it should be wetted and made into mud. Stone and gravel around the grounding rod should be cleaned as they increase the soil resistance. Degradation of the PV power system are generally high voltage resulting from lightning.

Keywords: PV Grounding, Lightning Strike, Grounding Rod, Earth Resistance.

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, hasancangi@yahoo.com

² Gazi Üniversitesi, uncu@hotmail.com

³ Mardin Artuklu Üniversitesi, suleymanadak@yahoo.com

1. GİRİŞ

Fotovoltaik (PV) güç sistemlerinde üretilen enerji üretimi, iletimi ve dağıtımı esnasında PV güç sistemi ile insan hayatının korunması için PV tesisleri topraklamadır. Topraklama, gerilim altında olmayan bütün tesisat kısımlarının uygun iletkenlerle toprak içerisine yerleştirilmiş bir elektrot veya çubuğa bağlanması ile sağlanır [1-3].



Şekil 1. PV sistemlerde yıldırım zararları

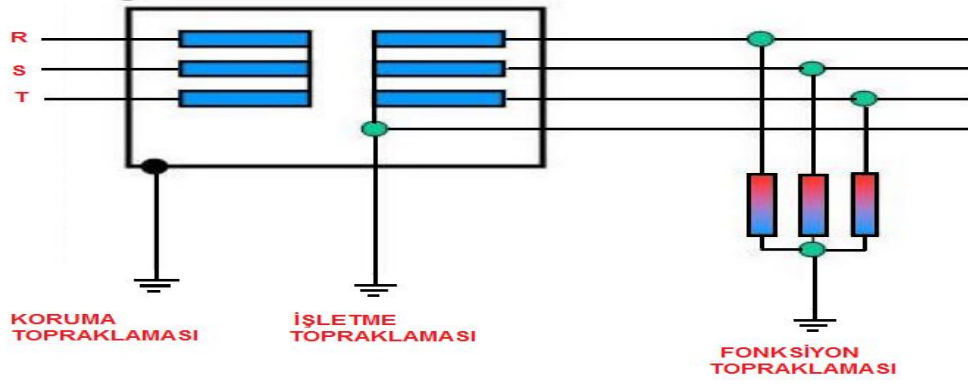
PV sistemlerde topraklamanın amacı PV cihazların zarar görmesini önlemek ve bunları kullananların can güvenliğini sağlamaktır. Bütün panellerin, inverterlerin tablo ve benzerlerinin metal kısımları topraklanmalıdır.

2. GELİŞME

PV tesislerde aktif olmayan yani normal koşullarda gerilim altında olmayan metal kısımlarının bir iletken üzerinden toprakla birleştirilmesidir. Toprakla bağlantı toprak elektrotları ve kabloları ile yapılır. Topraklama çeşitleri aşağıda verildiği gibidir.

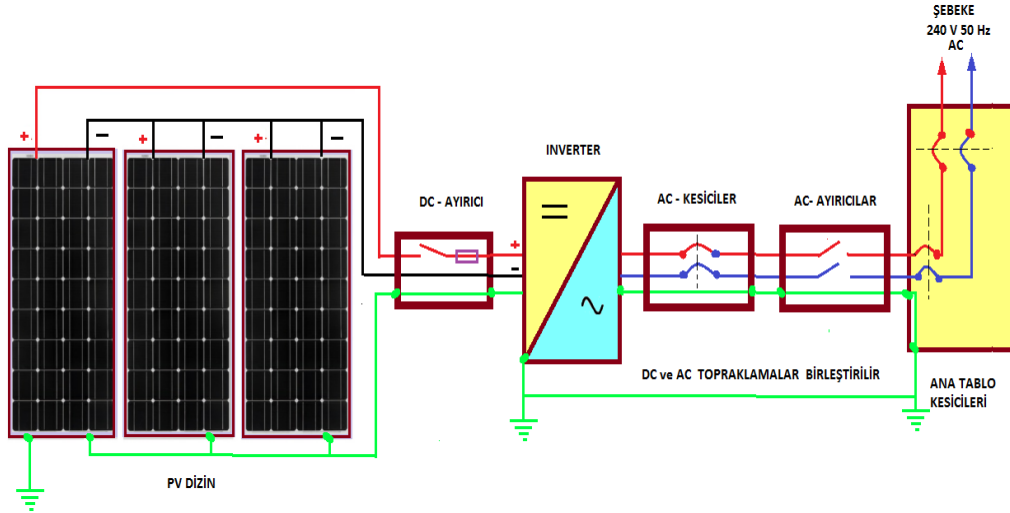
- Koruma topraklaması, Canlıları tehlikeli dokunma gerilimlerinden korumak için işletme araçlarının aktif olmayan metal kısımlarının topraklaması.(Normal şartlarda gerilim altında olmayan kısımlar)
- İşletme topraklaması, İşletme akım devresinin, tesisin normal işletmesi için topraklanması.(Normal şartlarda gerilim altında olabilecek kısımlar)
- Fonksiyon topraklaması, bir işletme tesisinin veya bir işletme elemanının istenen fonksiyonu yerine getirmesi için yapılan topraklama. Yıldırım etkilerine karşı koruma, iletişim tesisleri işletme topraklaması. PV enerji sistemlerinin eş potansiyelde olması ve yıldırım gibi yüksek voltajlı etkilerden sistem parçalarının ve canlıların korunması çok önemlidir.

Şekil 2’da topraklama türleri gösterilmiştir.



Şekil 2 Topraklama türleri

Güneş enerjisini elektrik enerjisine çeviren PV paneller kurulum yerleri nedeni ile yıldırımnetki alanı içinde bulunmaktadır. PV güç sistemleri mutlak surette topraklanmalıdır. PV güç sistemlerinin işletimde kalma sürelerinin artırılması ve bunların bakımını üstlenen personelin çan güvenliğini sağlamak açısından topraklama önemlidir [2-4]. PV paneller som bakır ve esnek bakır iletkenler ile topraklanırlar.



Şekil 3. PV güç sisteminin topraklanması

PV güç sistemlerine yıldırım düşmesi sonucu PV sistemde büyük hasarlar oluşur. PV sistemin işletmecisi, sistemin durmasından kaynaklanan zararın yanı sıra yüksek tamir bedeli ile karşı karşıya kalır. Bu durumlarla karşılaşmamak için PV sistemin topraklamasına gereken özen gösterilmelidir [5, 6].

2.1 PV Panellerinin Topraklanmalarının Birleştirilmesi

PV paneller; her bir panel topraklama pabucu topraklama vidaları yöntemi ile topraklanmalıdır. PV sistemlerin uygulama alanları, daima eldeki tüm yüzeyi kaplayacak şekilde tasarlandığından mevcut Tesis Topraklama (TT) topraklama sistemiyle entegre edilmeleri gerekmektedir. TT sisteminde, koruma topraklaması alıcının yanında yapılır ve trafoya sadece faz ve nötr kabloları çekilir [7-9].

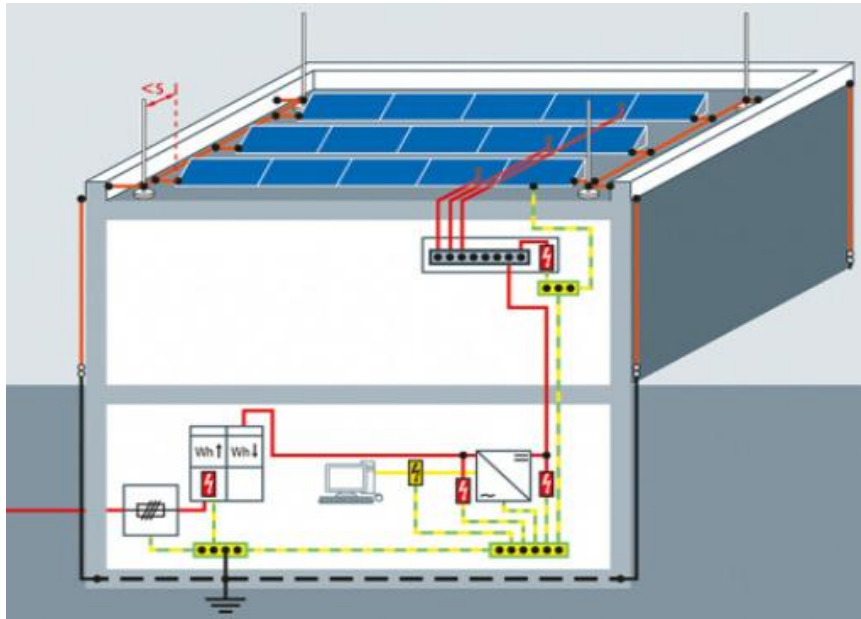
TT ağında besleme 3 faz (R, S, T) ve Nötr (N) üzerinden topraklama hattı (PE) olmadan sağlanır. Potansiyel eşitlenmesi, sistem içindeki ayrı bir topraklama üzerinden yapılır. Bu durumda nötr hattı, topraklamaya göre daha yüksek bir gerilime sahiptir. Nötr ve toprak hattı arasındaki yüksek gerilime karşı korunmak için bu iki hat arasında da koruma modülü kullanılmalıdır.

Genellikle topraklama elektrotu 2,4 metre uzunluğunda ve 16 milimetre çapında bakır kaplı çelik çubuk olup toprağa çakılmalıdır.



Şekil 4. Topraklama çubuğuna topraklama iletkeninin bağlanması

Topraklama elektrodu ile toprak arasındaki direnç 25 ohm eşit veya daha küçük olmalıdır. Eğer ölçümde direnç 25 ohm'dan büyük olursa ikinci bir topraklama elektrodu birincisinden enaz 1.8 metre uzağa topraklanmalıdır [8-10]. PV tesisin kurulduğu yer kayalık bir toprak ise topraklama elektrodu normal ile 45 derece açı yapacak şekilde ve yüzeyden 76 cm derinliğe çakılmalıdır. PV panelleri montaj yeri özelliğine göre som bakır ve esnek bakır iletkenler ile topraklanır [11]. Şekil 4'te bir PV sistemin topraklamasına ait prensip şeması verilmiştir.

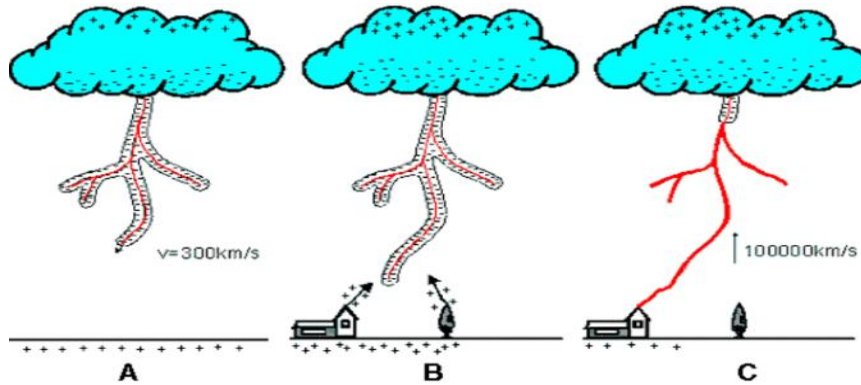


Şekil 5. PV sistemlerde topraklamanın birleştirilmesi

Topraklama çubuğu çevresindeki toprağa iyice temas etmelidir. Topraklama tesisatında iletkenliği iyi olan toprak tabakaları kullanılmalıdır. Tabakalarının kuru olması durumunda çevresi ıslatılmalıdır. Topraklama çubuğu gömüldükten sonra toprak iyice sıkıştırılmalıdır. Taraklayıcının etrafındaki taş ve iri çakıllar yayılma direncini yükselteceğinden bunların temizlenmesi gerekir. Şerit ve çubuk topraklayıcıların yayılma direnci kesitleri ile çevresindeki toprağın iletkenliğine bağlıdır. Topraklamada en güvenli sistem eş potansiyel sistemdir. Bu sistemde tüm topraklamalar birbirine ile birleştirilir. Bu yolla herhangi iki noktada oluşabilecek gerilim farkı önlenmiş hem de tüm noktalarda eş potansiyel sağlanmış olunur.

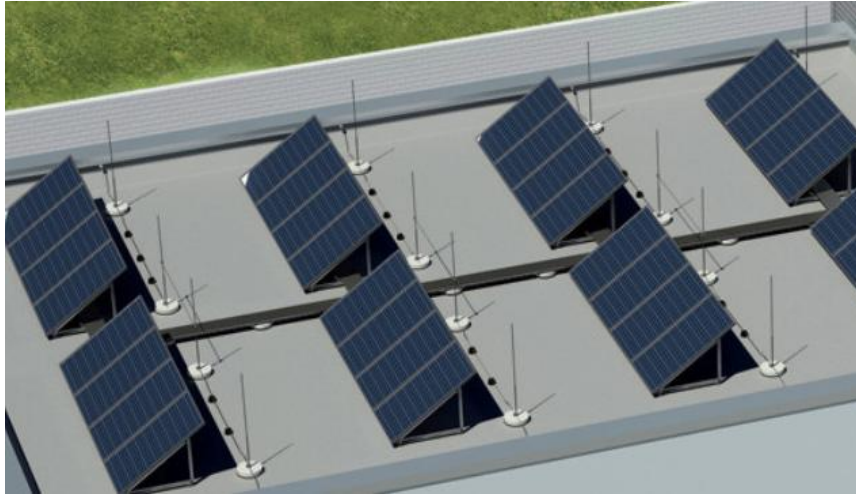
2.2 PV sistemlerin Aşırı Gerilim ve Yıldırımdan Korunması

Yıldırım elektrik yüklerinin bulut ile yer arasında hızlı deşarj olmasından oluşur. Havada bulutlarda asılı bulunan elektrik yükleri hava iyi bir iletken olmadığı için yaklaşık 10 MV gerilim oluşturur. Bu bulutların şarj olması anında, fırtına bulutunun tabanı yere yakın olan kısmı negatif yüklerle yüklenir. Bu arada yer pozitif yüklerle yüklenir. Fırtınanın artmasıyla bulutlardaki negatif ve yerdeki pozitif yük ayrışması devam eder. Fırtına şiddetlendikçe bulutla yer arasında bulunan yalıtkan hava iletken hale geçmeye başlar ve bulutla yer arasındaki potansiyel farkı da arttıkça havanın delinmesi kolaylaşır. Havanın delinmesiyle buluttaki yüksek voltaj toprağa deşarj olur. Bu deşarjlarda 2 kA ile 200 kA arası akım akar.



Şekil 6 Yıldırımın oluşma süreci

Atmosferik olaylarda bulutla, bulut arasında voltaj boşalmasına şimşek, bulutla yer arasındaki voltaj boşalmasına yıldırım denilir. Oluşan deşarj isabet ettiği yerlerde büyük hasarlar oluşturur. PV sistemlerin aşırı gerilim ve yıldırımdan korunması sistemin güvenliği açısından önemlidir. PV sistemin topraklanması ile yıldırımdan korunma birlikte analiz edilmelidir. Yıldırımdan korumada kullanılan yakalama uçları bir iletken ile birbirine bağlandıktan sonra topraklama ağına bağlanmalıdır. Koruma açısına göre panellerin yerleştirilmesi ve uzunluğu belirlenecek yakalama uçları ile sahaların yıldırımdan korunma sı Şekil 7’te verildiği gibidir.



Şekil 7. Yakalama uçları ile bu sahaların yıldırımdan korunması

PV sistemler, kurulum yerleri sebebi ile yıldırım düşme tehlikesi riski taşır. PV sistemlerin korunması, tesislerin işletimde kalma sürelerinin artırılması ve yatırımların insan güvenliği açısından önemlidir. PV alanlardaki bütün panellerin kaideleri, som bakır kablo kullanılarak eş potansiyel duruma getirilmelidir. Solar sistemin bulunduğu alanda gözler oluşturulmalıdır. Tüm metal aksam bu gözlerle bağlanmalıdır. Kullanılacak bağlantı klemensleri korozyon oluşmaması için paslanmaz özellikli malzemeden olmalıdır.

PV sistemler ve DC/DC ve DC/AC dönüştürücülerin bozulmasının nedeni yıldırım düşmesi sonucunda oluşan yüksek gerilimdir. PV sistemin işletmecisi sistemin durmasından kaynaklanan zararın yanı sıra yüksek onarım ücreti ödemek zorunda kalır. Bu hasarlara engel olmak için uygun olarak planlanmış yıldırım ve yüksek gerilim koruması tedbirlerini almak gerekir. Yıldırıma kıyasla şebeke kaynaklı iç aşırı gerilim darbeleri, harmonikler bileşenler, ani gerilim yükselmeleri özellikle açık arazi kurulan PV sistemlerde çok sık karşılaşılmaktadır. 25ns' de meydana gelen bu darbeler PV sistemlerin devre dışı kalmasına neden olmakta PV tesisin enerji üretimini sonlandırmaktadırlar. Nötr ve toprak hattı arasındaki yüksek gerilime karşı korunmak için bu iki hat arasında gerilime duyarlı direnç (varistör) kullanılır. Varistörlerin görevi gerilim dalgalanmalarını söndürmektir. PV sistemi gerilim dalgalanmalarına karşı korur. Varistör gerilim arttığında direnç değeri azalır gerilim değeri azaldığında direnç değeri artar. Bu yolla PV sistemin zarar görmesini önler. PV sisteminin yıldırımdan korunma nedenleri:

- PV güç sisteminin sorunsuz çalışmasını sağlamak,
- Onarım ve hasar maliyetlerini minimum düzeyde tutmak,
- Yıldırımdan korunma sisteminin maliyeti PV sistemin arıza sonucu enerji üretmeme maliyeti ile karşılaştırıldığında çok küçük olması,
- Yıldırım ve ani aşırı gerilim dalgalanmalarının etkisi sonucu PV sistemin zarar görme ihtimali çok fazladır. PV sistemler ya çatıda yada açık alanlarda tesis edilirler. Buralara yıldırım isabet etme riski çok fazladır.
- Ülkemizde yıldırımlı gün sayısı fazla olması.

2.3 Toprakla Hesabı

PV sistemlerde topraklama hesabı aşağıdaki örnek gibi yapılmaktadır:

$$A: \text{Temel Alanı} = 19,2 \times 48,6 = 933,1 \text{ m}^2$$

$$\beta: \text{Toprak Özgül Direnci} = 100 \Omega$$

$$L: \text{Şerit Uzunluğu} = 261 \text{ m}$$

$$D: \text{Şerit Çapı (Eşdeğer Alan)}$$

$$h: \text{Gömülme Derinliği} = 1,5 \text{ m}$$

l_{ζ} : Çubuk Boyu = 1,5 m

I_s : Çubuk Sayısı = 8 adet

R_y : Yatay Topraklama Eşdeğer Direnci

R_{ζ} : Dikey Topraklama Eşdeğer Direnci

R_e : Toplam Topraklama Eşdeğer Direnci

$$D = 2 \times \sqrt{\frac{A}{\pi}} = 2 \times \sqrt{\frac{933,1}{3,14}} = 2 \times \sqrt{297,2} = 2 \times 17,24 = 34,48 \text{ m}^2$$

$$R_y = \frac{\beta}{2 \times D} + \frac{\beta}{L} = \frac{100}{2 \times 34,48} + \frac{100}{261} = 1,83 \Omega$$

$$R_{\zeta} = \frac{\beta}{8 \times l_{\zeta}} = \frac{100}{8 \times 1,5} = 8,33 \Omega$$

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_y} + \frac{1}{R_{\zeta}} = \frac{1}{1,83} + \frac{1}{8,3} \Rightarrow R_e = 1,50 \Omega$$

TT sistemlerde $U_L=50 \text{ V}$ olduğundan dolayı Kaçak Alım Rölesi Toprak kaçağı 300 mA ' de aktif halde olacaktır.

$$R_e \leq \frac{50 \text{ (V)}}{300 \times 10^{-3} \text{ (A)}} \Rightarrow R_e \leq 1,67 \Omega$$

$$1,50 \Omega \leq 1,67 \Omega$$

Olduğundan dolayı tesis edilen topraklama sistemi uygundur.

3. SONUÇLAR

PV panellerinin topraklama işlemlerinde bağlantı kesimlerinde değişik malzemelerin kullanılmaktadır. Bundan ötürü bu kesimlerde korozyon oluşur. Bağlantı kesimlerinde paslanmaz malzemeden yapılan nikelajlı cıvata, somun kullanılmalıdır.

PV tesislerin yıldırımdan korunma tesisatı yapılmadan önce mutlaka bir yıldırım risk hesabı yapılmalıdır. Risk analiz programları kullanılarak da gerçekleştirilebilir. Zemin etüdü, tesisin boyutları, tesis çevresinde buluna orta gerilim ve alçak gerilim hatları, etraftaki yapılar, tesisin çevresindeki dağlık alanlar, yıldırım gelme açısı, bölgedeki yıldırım yoğunluğu gibi durumları incelenmesi gerekir.

PV sistemlerde bir günlük enerji üretmeme maliyeti tüm yıldırımdan korunma sisteminin maliyetinin çok üzerindedir. Topraklama da yapılan harcamayı lüzumsuz görmemek gerekir. Yıldırım sonucu PV sistemde oluşan hasar çoğu kez bir günde telafi edilemez. Yıldırım ve ani aşırı gerilim dalgalanmalarının elektriksel etkisi sonucu tüm sistemlerin zarar görmesine sebep olmaktadır. Açık arazide veya çatıda kurulan PV sistemde yıldırım çarpma riski sıradan bir endüstriyel kuruluşa göre oldukça fazladır.

4. KAYNAKLAR

- 1) J. C. Hernandez, P. G. Vidal, and F. Jurado, Lightning and surge protection in photovoltaic installations, *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 23, no. 4, pp. 1961–1971, Oct. 2008.
- 2) N.D. Kokkinos, N. Christofides, and C.A. Charalambous, Lightning protection practice for large-extended photovoltaic installations, *in Proc. Int Lightning Protection.*, Conf. Sep. 2–7, 2012, pp. 1–5.
- 3) K. Yamamoto, H. Sadatoki and S. Yanagawa, “Overvoltages on a Largescale Photovoltaic Power Plant due to lightning”, The 2010 Annual Meeting Record I. E. E. Japan, 7-53, pp.83-84 (2010-3) (in Japanese)
- 4) Protection against lightning—Part 3: Physical Damage to Structure and Life Hazard 2.0, IEC 62305-3, 2010–12.

- 5) IEEE Standard 998-2012, IEEE Guide for Direct Lightning Stroke Shielding of Substations.
- 6) IEEE Std 81-2012, IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Grounding System.
- 7) http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Konstr%C3%BCksiyonu%20Haz%C4%B1rlama.pdf
- 8) Y. Kubo, H. Uno, N. Nagaoka, Y.Baba and A.Ametani, Resonance Characteristic of Structure for PV Panel and its Influence on Lightning Surge, *Proceedings of the Twenty-Second Annual Conference of Power & Energy Society. IEE of Japan, Session 27*, No. 254, pp. 5-6 (2011-8) (in Japanese).
- 9) K. Taketani, “Lightning Protection of PV System”, Building Engineering and Equipment Installation of Building, pp. 52 - 57 (2009-9) (in Japanese)
- 10) Jesus C. Hernandez, Pedro G. Vidal and Francisco Jurado, “Lightning and Surge Protection in Photovoltaic Installations”, IEEE Trans., Power Delivery, Vol. 23, No. 4, pp. 1961-1971 (2008-12)
- 11) IEC 62305-4 Protection against lightning – Electrical and electronic systems within structures
- 12) Arifoğlu, U., Matlab 9.1-Simulink ve Mühendislik Uygulamaları, Alfa Yayıncılık, 964p. İstanbul-Turkey, 2016.
- 13) Khan,RAJ.,Power Quality and On-line Harmonics Monitoring in Power Systems, PhD Thesis, RMIT University Australia, pp 117. 2003.

THE DESIGN OF LOG-DOMAIN SECOND-ORDER BANDPASS FILTER FOR VHF APPLICATIONS

Doç.Dr. Ali KIRÇAY¹

ABSTRACT

In this study, a new current-mode second-order log-domain filter is designed using a new simple method for VHF applications. The proposed BiCMOS is log-domain filter and based non-inverting lossy integrator structure. The circuit structure of filter is very simple since it involves only BiCMOS and grounded capacitors. The center frequency, the quality factor, and gain of the filter can be changed and tuned. The filter is suitable for very high frequency (VHF) range of the radio spectrum. The band extending from 30 MHz to 300 MHz with corresponding wave lengths ranging from 1 m to tens of meters. At the same time, it has a high-Q and, can be used for applications considering low voltage and power. The center frequency, the quality factor, and gain of the filter can be tuned. The filter operates with a single supply voltage of 2.5V. The filter is simulated by using both AT&T CBIC-U2 type transistors and TSMC 0.35 μm CMOS process parameters. PSPICE simulations are given to prove the theoretical analysis.

Key Words: Log-Domain Circuits, Bicmos, VHF Applications, Bandpass Filter, Non-Inverting Lossy Integrator, Electronically Tunable.

1. INTRODUCTION

Log domain filters are low voltage, low power, and has low impedance levels, large dynamic range. They are suitable for high frequency applications and being electronically tunable. Unlike conventional circuits, log-domain filters are designed with characteristic of the transistors to linearize the whole filter. Without the need for conventional circuit linearization techniques, log-domain circuits have a simple and elegant structure, and hold potential to run at high frequencies and operate from low power supplies. [1-5]. The main property of log-domain design technique uses companding [1-3,6], the signals are compressed logarithmically at the input stage before being processed and then expanded exponentially at the output stage. This makes it possible for log-domain circuits to operate with very low supply voltage without sacrificing the dynamic range [3-6]. In this study, a new current-mode second-order log-domain filter is designed using for VHF applications. Log-domain based non-inverting lossy integrator structure is used for designed BiCMOS filter. Very high frequency (VHF) range of the radio spectrum is the band extending from 30 MHz to 300 MHz with corresponding wavelengths ranging from 1 m to tens of meters. VHF is widely used for large area, such as FM broadcasting, television broadcasting, traffic control systems, radars, and navigation systems. The frequency range of proposed filter is adjustable from 30 MHz to 300 Mhz. Additionally, it has a high-Q and, can be used for applications considering low voltage and power.

Several second-order bandpass filters have been presented in the literature, until now [7-13]. If the proposed filter compare with conventional filter structure, the proposed filter has many advantages that minimum components are used to realize a filter function. It has a high-Q and the center frequency of the filter can be electronically tuned by changing external current. It is suitable for low voltage/power applications.

2. THE PROPOSED BiCMOS BANDPASS FILTER

A block diagram and combining lossy-integrator structures are used for obtaining the second-order BiCMOS log-domain bandpass filter for VHF applications. The block-diagram is

¹ Electrical and Electronics Engineering, Harran University, 63190, Sanliurfa, Turkey kircay@harran.edu.tr

included the non-inverting lossy integrator blocks, k gain block with the three arithmetic blocks as shown in Fig. 1 [7], [14], [15]. The arithmetic block indicates a node where the currents are being summed or subtracted based on the direction of current flow at that node [7], [14], [15]. Using a feedback circuit that provides the high quality factor [7], [14], [15].

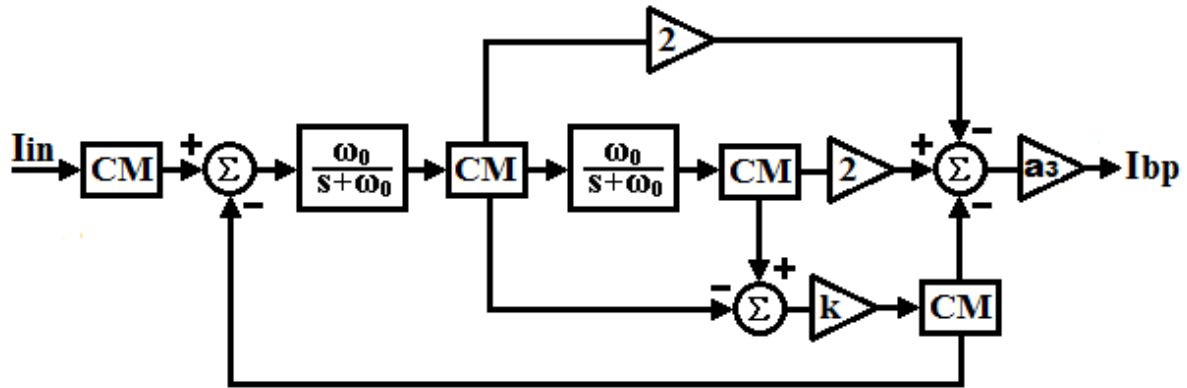


Fig.1. Block diagram of BiCMOS log-domain bandpass filter.

The second-order bandpass filter transfer function can be written from Fig. 1 as follows,

$$T_{bp}(s) = -a_3 \frac{(\omega_0/Q)s}{s^2 + (\omega_0/Q)s + \omega_0^2} \quad (1)$$

Where a_3 is gain, ω_0 is the center frequency and Q is quality factor of the filter.

The proposed filter in Fig. 1 will be achieved by employing the topology of non-inverting lossy integrator, which is given in Fig. 2. The non-inverting lossy integrator was proposed by Mulder [5]:

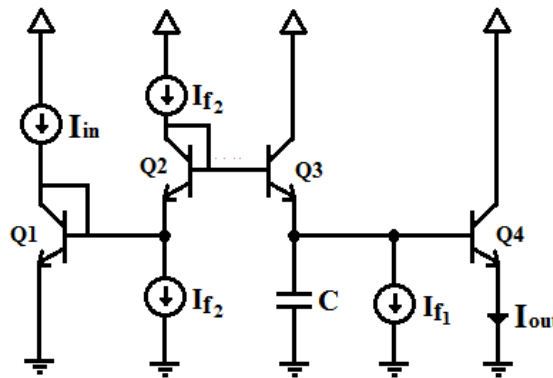


Fig. 2. The log-domain non-inverting lossy integrator circuit [5].

The realization of the BiCMOS universal log-domain filter circuit using Fig.1 and Fig.2 is shown in Fig. 3. Figures 1, 2, 3 were used as follows in order to obtain the filter parameters, ω_0 , a_3 , and Q

The center frequency of filter: $\omega_0 = I_{f1} / CV_t$,

The gain of filter: a_3

The quality factor of filter: $Q = \frac{1}{2-k}$

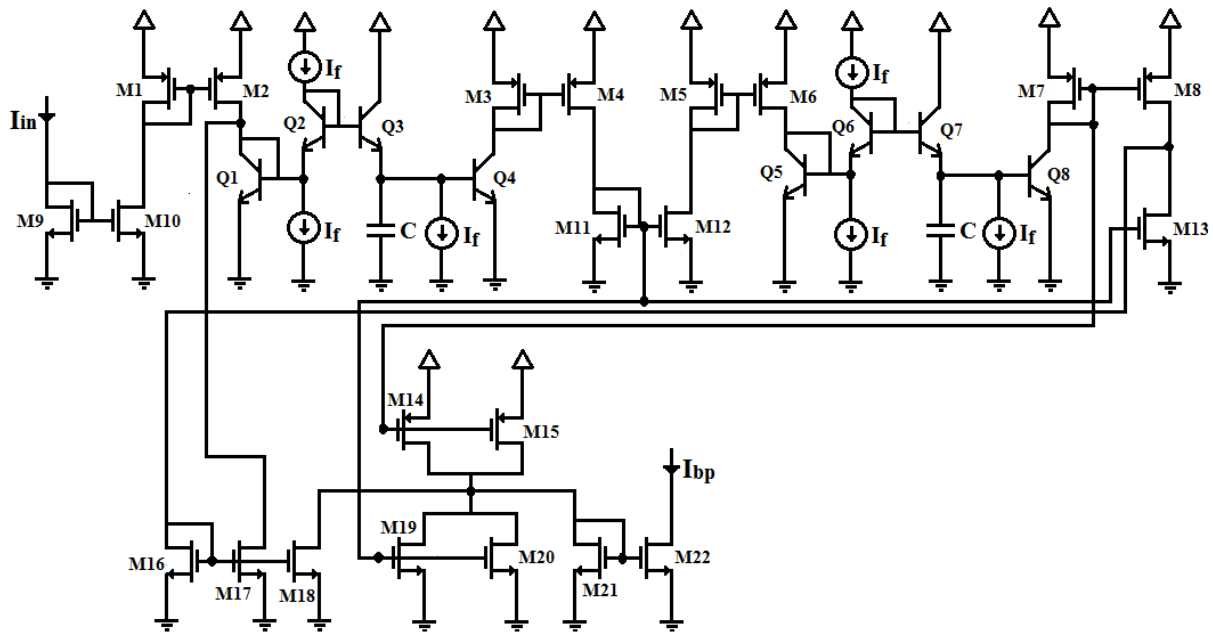


Fig.3. The BiCMOS log-domain bandpass filter.

3. SIMULATION RESULTS

Both AT&T CBIC-U2 type transistors and TSMC 0.35 μm CMOS process parameters were used to simulate the proposed bandpass filter. MOS transistor aspect ratios were: $(W/L)_n = (W/L)_p = 6\mu/1\mu$. The selected circuit parameters are as follows; $V_{CC}=2.5V$, $I_f=160\mu A$, $C=25\text{pF}$, $a_3=1$, $Q=1$. Filter natural frequency is obtained as $f_o=34.7\text{MHz}$. Figure 4 shows the gain response of the log-domain bandpass filter. Figure 5 shows the phase response of the filter.

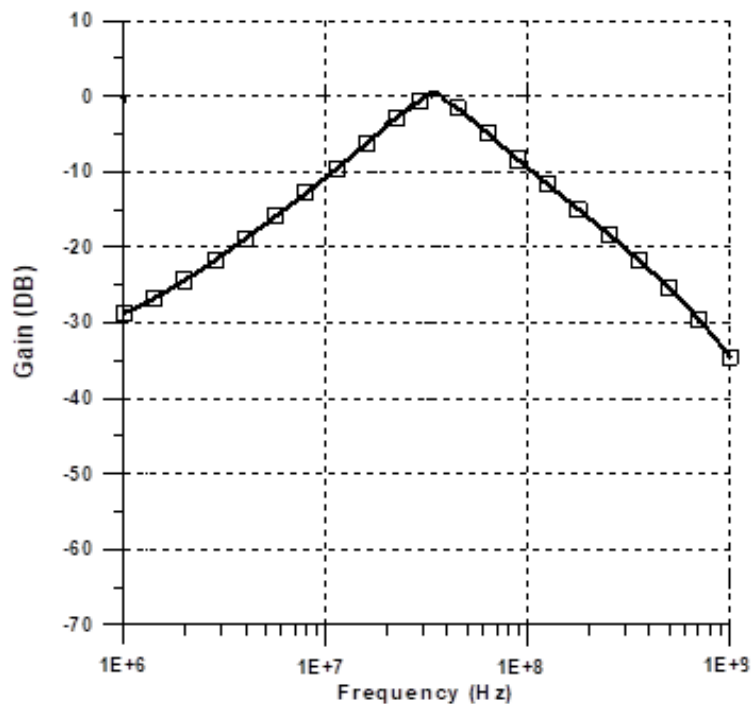


Fig.4. The gain response of the proposed filter.

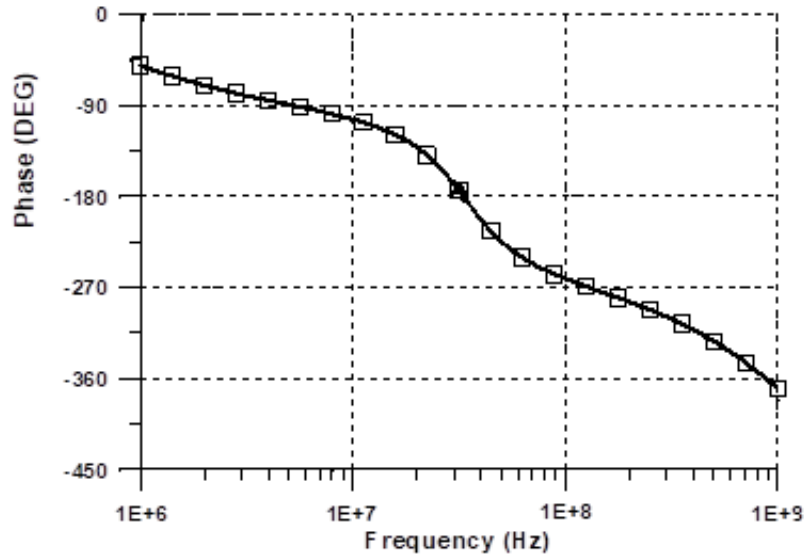


Fig.5. The phase response of the proposed filter.

The center frequency of the bandpass filter and quality factor can be tuned electronically by changing external current.

4. CONCLUSIONS

In this study, a second-order current-mode BiCMOS log-domain bandpass filter structure with new synthesis method has been proposed. Theoretical analysis has been verified via PSPICE simulations. The center frequency, gain, and the quality factor of the filter can be tuned. It uses only 2.5V power supply and is thus suited for low voltage/power applications. Since only transistors and grounded capacitors are employed, it is suited for VLSI Technologies and VHF applications.

REFERENCES

- 1) SEEVINCK, E. Companding current-mode integrator: A new circuit principle for continuous-time monolithic filters. *Electronics Letters*, Vol.26, No.24, pp.2064-2065, 1990.
- 2) TSIVIDIS, Y. P. Companding in signal processing. *Electronics Letters*, Vol.26, pp. 1331-1332, 1990.
- 3) FREY, D. R. Log-domain filtering: an approach to current-mode filtering. *IEE Proc.-G, Circuits Syst. Devices*, Vol.140, No.6, pp.406-416, Dec.1993.
- 4) MULDER, J., SERDIJN, W. A., WOERD, A.C., and ROERMUND, A. H. M. Dynamic Translinear Circuits-An Overview. *Analog Integrated Circuits and Signal Processing*, Vol.22, Issue 2, pp.111-126, 2000.
- 5) MULDER, J. Static and dynamic translinear circuits. Delft University Press, Netherlands, 1998.
- 6) KIRCAY, A., and CAM, U. Differential Type Class-AB Second-Order Log-Domain Notch Filter. *IEEE Transactions on Circuits and Systems-I: Regular Papers*, Vol:55, Iss.5, pp.1203-1212, June, 2008.
- 7) KIRCAY, A. " High-Q Current-Mode CMOS Companding Bandpass Tunable Filter", *Advance in Robotics, Mechatronics and Circuits* , Santorini Island, Greece, July 17 - 21, 2014.
- 8) CHANG, Z. Y., HASPELAGH, D. and VERFAILLIE, J. "A Highly Linear CMOS – Bandpass Filter with On-Chip Frequency Tuning" *IEEE Journal on Solid-State Circuits*, Vol.32, No:3, 1997.
- 9) CHEN, S. W., WU, J.W., WU, J. D., and LI, J. S., "Tunable active bandpass filter design" *Electronics Letters*, Vol. 47 No. 18, 2011

- 10) OUALKADI, A., PAILLOT, J. M., ALAM, R., “New high-Q discrete-time LC bandpass filter design with center frequency broadband tuning” Analog Integr Circ Sig Process, 48:151–157, 2006
- 11) MANETAKIS, K., TOUMAZOU, C., “A 50 MHz High-Q Bandpass CMOS Filter” 1997 IEEE International Symposium on Circuits and Systems, Hong Kong, June 9-12,1997,
- 12) NGIAMVIBOOL, W. S., SRISUCHINWONG, B., “A 10.7-MHz fully balanced, high-Q, 87-dB-dynamic-range current-tunable Gm-C bandpass filter” Analog Integr Circ Sig Process, 58:143–151, 2009.
- 13) FABRE, A., ARMANI, H. ve SAAID, O., “Current-Mode Band-Pass Filters with Q-Magnification”, IEEE Transactions on Circuits and Systems-II: Analog and Digital Signal Processing, 43: 839-842, no. 12, 1996.
- 14) KESERLIOGLU M.S., KIRCAY A., ‘Square-Root-Domain Current-Mode Electronically Tunable Universal Filter, ELECO’2010, Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu ve Fuarı, Aralık, 2010, Bursa, Türkiye (in Turkish).
- 15) KIRCAY A., The Design of a Novel Current-Mode CMOS Notch Filter Using Lossy Integrator , ELECO’2010, Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu ve Fuarı, 2012, Bursa, Türkiye (in Turkish).

İŞARET SIKIŞTIRMA GENİŞLETME YÖNTEMİ İLE DÜŞÜK GERİLİMLİ/GÜÇLÜ DEVRE TASARIMI

Doç. Dr. Ali KIRÇAY¹

ÖZET

Bu çalışmada işaretin sıkıştırma genişletme tekniği ile düşük gerilimli/güçlü devre tasarımı incelenmiş ve örnek bir uygulama devresi verilmiştir. ELIN (Dışsal doğrusal içsel doğrusal olmayan) devreler, dinamik trans-lineer devreleri olarak da adlandırılan işaretin sıkıştırılması- genişletilmesi (COMpressing-exPANDING) devreleri yeni nesil akım-modlu analog devrelerin en önemli sınıflarından birisidir. Bu devrelerin en önemli özelliklerinden birisi de işaretin işlendiği ortamda sıkıştırılmış olmasının yanısıra düşük gerilimli/güçlü devre yapıları olmalarıdır. Bu devreler logaritmik ortam, karekök ortam veya hiperbolik ortam devreleri şeklinde sınıflandırılır. Girişte işaretin logaritması, karekökü veya sinüsoidal hiperboliği alınarak işaret sıkıştırılmış olur. Sıkıştırılan işaret doğrusal olmayan ortamda işlenir daha sonra da çıkış kısmında işaretin anti-logaritması veya karesi alınarak genişletilir. Devre yapısını gerçekleştirmek için sadece kapasite ve transistör kullanımı yeterli olmaktadır. Bu devreler düşük gerilim, düşük güç tüketimi, düşük gürültü, yüksek doğrusallık, yüksek frekans uygulamalarında kullanılabilmesi ve elektronik olarak kesim frekansının ayarlanabilir olması, tümdevre teknolojisine uygunluk gibi büyük avantajlar taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Analog Devreler, İşaret Sıkıştırma-Genişletme, Düşük Gerilim/Güç, Logaritmik Ortam Devreleri, Akım-Modlu Devreler,

1. GİRİŞ

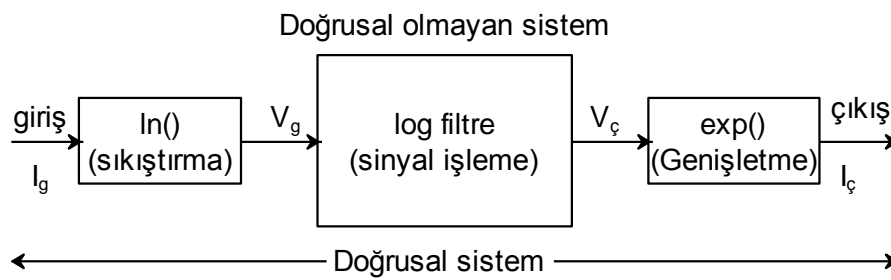
ELIN (Dışsal doğrusal içsel doğrusal olmayan) devreler, dinamik trans-lineer devreleri olarak da adlandırılan işaretin sıkıştırılması- genişletilmesi (COMpressing-exPANDING) devreleri yeni nesil akım-modlu analog devrelerin en önemli sınıflarından birisidir [1-5]. Bu devrelerin en önemli özelliklerinden birisi de işaretin işlendiği ortamda sıkıştırılmış olmasıdır. Bu devreler logaritmik ortam, karekök ortam veya hiperbolik ortam devreleri şeklinde sınıflandırılır. Girişte işaretin logaritması, karekökü veya sinüsoidal hiperboliği alınarak işaret sıkıştırılmış olur [6-7]. Sıkıştırılan işaret doğrusal olmayan ortamda işlenir daha sonra da çıkış kısmında işaretin anti-logaritması veya karesi alınarak genişletilir. Bu devre yapılarının en önemli sınıflarından biri olan logaritmik ortam devreleri, bipolar bağlantı transistörlerinin (BJT) veya alt eşik bölgesinde çalışan MOS transistörünün üssel $I - V$ karakteristiğine dayanır. Karekök ortam devreleri ise MOSFET'in karesel bağıntısı kullanılarak tasarlanır. Bu devrelerin en önemli özelliği ise, transistörlerin doğrusal olmayan bağıntısını doğrudan kullanmalarıdır [4,6-7].

İşaretin sıkıştırılıp- genişletilmesi düşüncesi ilk defa Adams tarafından 1979 yılında ortaya atılmıştır [1]. Adams yaptığı çalışmada, diyot, kondansatör, akım kaynağı ve Op/Amp kullanarak birinci dereceden alçak geçiren logaritmik ortam filtresi tasarlamıştır. Adams, devresinde ilkönce giriş işaretinin logaritmasını almış, filtre işlemini gerçekleştirdikten sonra da çıkışta giriş fonksiyonunun tersi olan üstel bir fonksiyon uygulamıştır [1]. Adams'tan sonra 1990 yılında birbirinden bağımsız farklı iki çalışma yapılmış bu çalışmalar daha sonra logaritmik ortam filtreleri ile ilintilendirilmiştir. Tsividis ve Seevinck tarafından yapılan bu çalışmalar, logaritmik ortam filtrelerinin en önemli özelliklerinden biri olan işaretin sıkıştırılıp genişletilmesi ile ilgilidir [2],[3]. Logaritmik ortam filtrelerde dönüm noktası 1993 yılı olmuştur. Çünkü, Adams'tan sonra ilgi görmeyen logaritmik ortam düşüncesi Frey'in çalışması ile beraber bir anda ilgi odağı olmuştur [4]. Frey, sistematik bir sentez metodu geliştirerek BJT, akım kaynağı ve kondansatörlerden oluşan

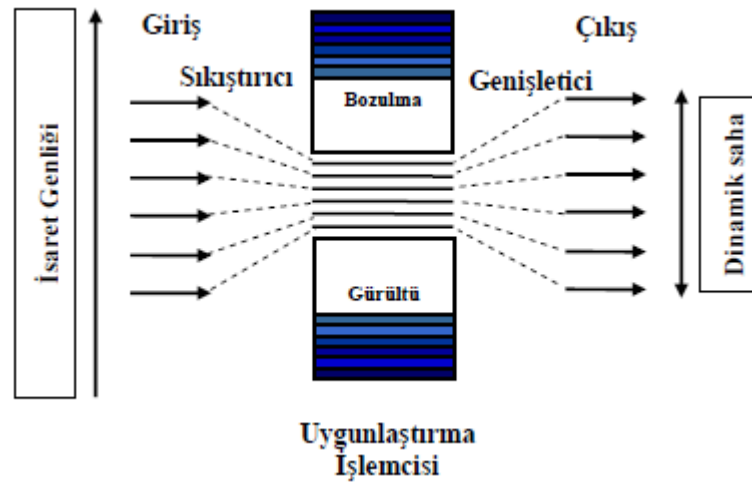
¹ Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye, kircay@harran.edu.tr

logaritmik ortam filtresini sunmuştur. Frey tasarım metodu olarak durum-uzay sentez metodunu kullanmıştır. Yapılan bu çalışmadan sonra logaritmik ortam filtreleri literatürde bir anda ilgi odağı olmuş ve ard arda bir çok çalışma hızlı bir şekilde yapılmıştır.

İşaretin sıkıştırılıp genişletilme işlemiyle, belirlenen seviyenin altındaki işaretler büyütülerek ve belirlenen seviyenin üstündeki işaretler küçültülerek genlik uygunlaştırma işlemi gerçekleştirilmiş olur. Bu amaç kapsamında, Şekil 1 ve Şekil 2’de görüldüğü gibi işaret girişte sıkıştırma ve çıkışta genişletme işleminden geçirilmektedir. İşaret akış şekline dikkat edildiğinde sıkıştırma işlemi ile sınır değerden büyük olan işaretler küçültülmekte, sınır değerden küçük olan işaretler yükseltilmektedir. Çıkışta bu işlemin tam tersi genişletme fonksiyonuyla yapılarak işaretler eski formlarına dönüştürülmektedir. Bu devre yapıları, düşük gerilim, düşük güç tüketimi, düşük gürültü, yüksek doğrusallık, yüksek frekans uygulamalarında kullanılabilmesi ve elektronik olarak kesim frekansının ayarlanabilir olması, tümdevre teknolojisine uygunluk gibi büyük avantajlar taşımaktadır [1-7]. Aynı zamanda, devre yapısını gerçekleştirmek için sadece kapasite ve transistör kullanımı yeterli olmaktadır.



Şekil 1: İşaretin sıkıştırılması-genişletilmesi tekniği.

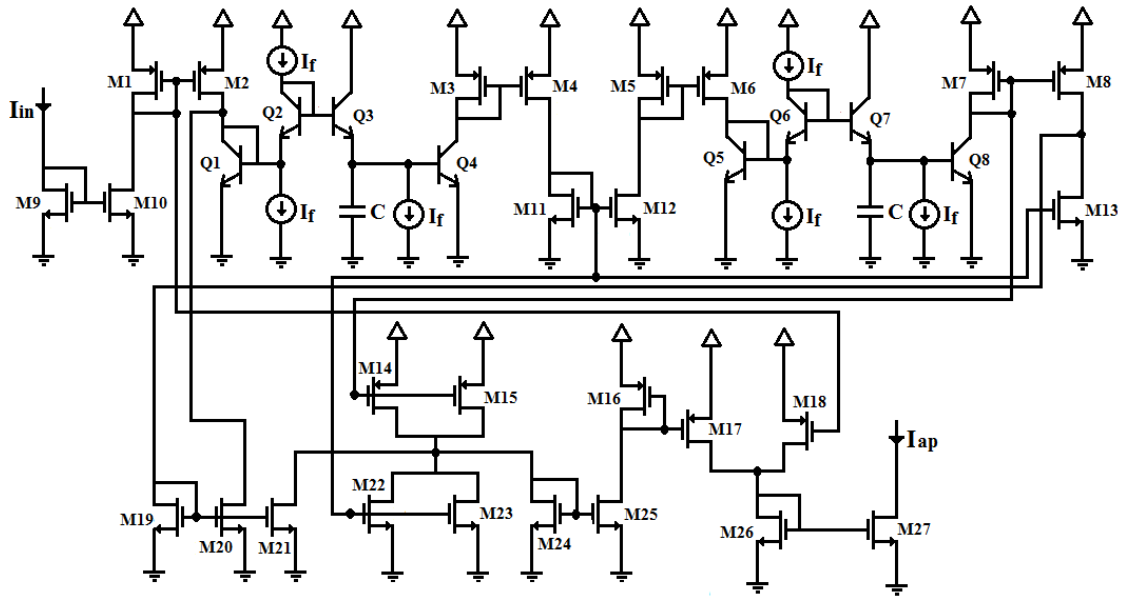


Şekil 2. Uygunlaştırılmış bir sistemin dinamik alanı

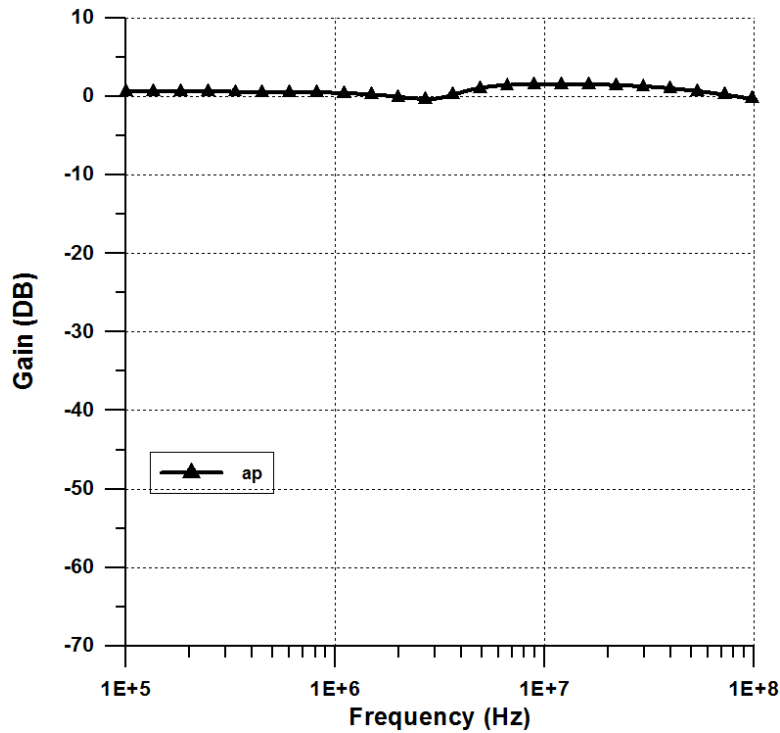
2. ÖRNEK UYGULAMA DEVRESİ

İşaretin sıkıştırılması-genişletilmesi için ikinci derece tüm geçiren logaritmik ortam BiCMOS süzgeci tasarlanmıştır [7-10]. Bu devre yapısı kayıplı logaritmik ortam integratörü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. AT&T CBIC-U2 ve TSMC 0.35 μm CMOS parametreleri kullanılarak PSPICE ile yapılmıştır. Devre yapısı Şekil 3’de görülmektedir. Benzetim için seçilen değerler sırası ile şu şekilde seçilmiştir; $(W/L)_n = (W/L)_p = 6\mu/1\mu$, $V_{CC}=2.5V$, $I_{f1}=I_{f2}=I_f=160\mu A$, $C=250\text{pF}$, $Q=1$ Süzgecin merkez frekansı $f_o=3.5\text{MHz}$ dir. Şekil-2’de, gerçekleştirilen süzgecin kazanç cevabı görülmektedir. Şekil 4 ve Şekil 5’te tasarlanan filtrenin kazanç ve faz cevabı görülmektedir.

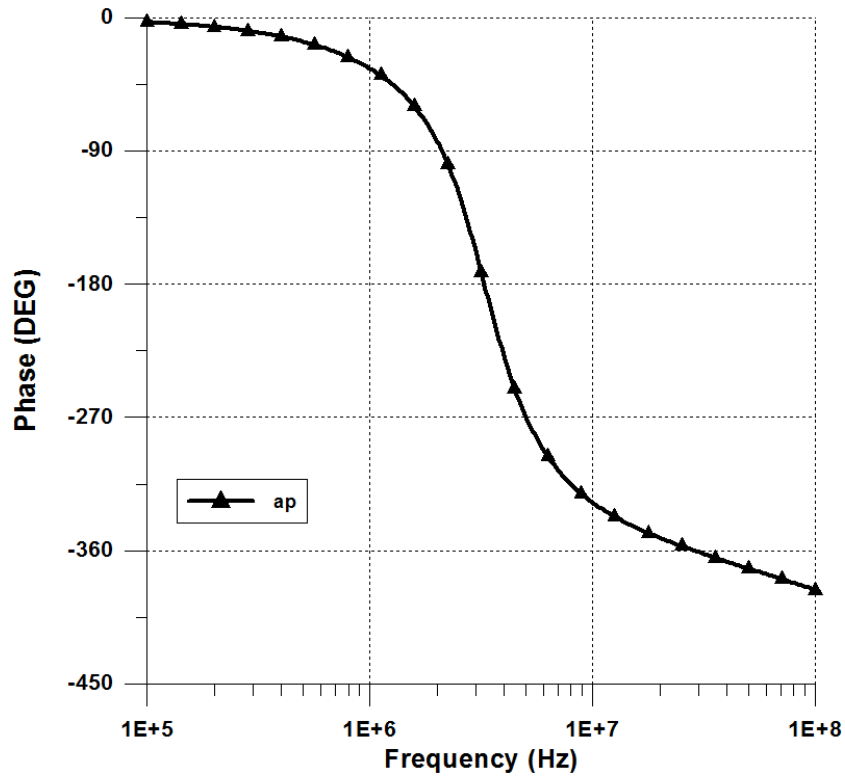
Şekil 6'da ise tasarlanan logaritmik ortam süzgeç frekansını elektronik olarak ayarlanması görülmektedir. İdeal ve gerçek sonuçların istenilen oranda benzeştiği gözlemlenmiştir.



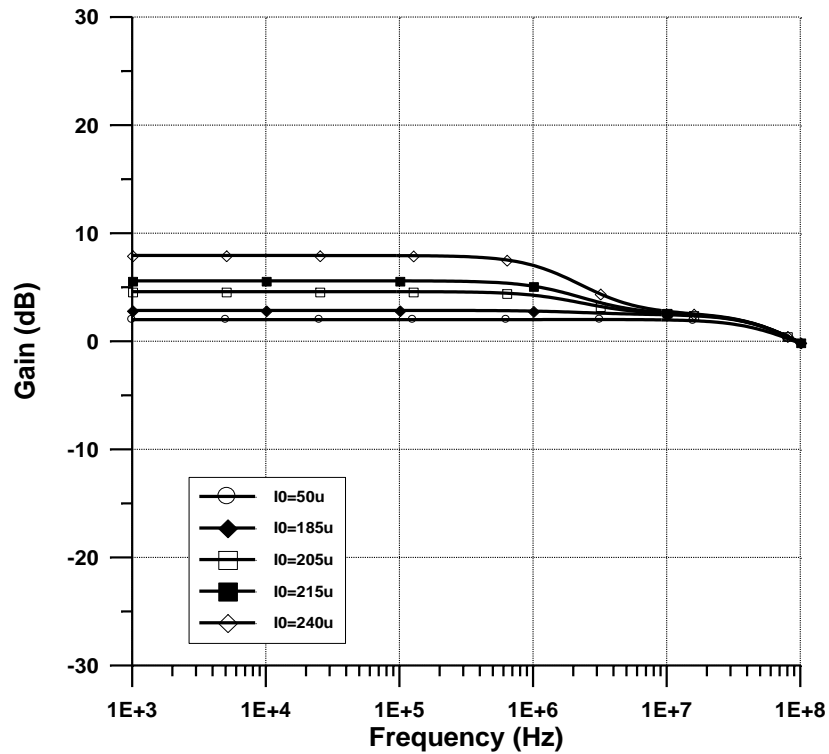
Şekil 3: İşaretin sıkıştırılması-genişletilmesi yöntemi ile tasarlanan tüm geçiren logaritmik ortam filtresi.



Şekil 4: Gerçekleştirilen süzgecin kazanç cevabı.



Şekil 5: Gerçekleştirilen süzgecin faz cevabı.



Şekil 6: Tasarlanan logaritmik ortam süzgeç frekansını elektronik olarak ayarlanması

4. SONUÇLAR

İşaretin sıkıştırma-genişletme tekniğine dayanan bu devrelerin en önemli özelliği giriş ile çıkış arasında doğrusal bir ilişki olmasına karşın, işaretin işlendiği ortam tümüyle doğrusal olmayan bir ortamda işlenmesidir. Bu devrelerin; düşük gerilim, düşük güç tüketimi, düşük gürültü, yüksek frekans uygulamalarında kullanılabilmesi, elektronik olarak kesim frekansının ayarlanabilir olması

ve tümdevre teknolojisine uygun olması gibi özelliklerinden dolayı analog işaret işleme uygulamalarına alternatif açılımlar sağlayacağını düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

- 1) R.W. Adams, "Filtering in the log domain." *Presented at 63rd AES Conference*, New York, May, 1979.
- 2) Y. P. Tsividis 'Companing in signal processing', *Electronics Letters*, Vol.26, pp. 1331-1332, 1990.
- 3) E. Seevinck, "Companing current-mode integrator: A new circuit principle for continuous-time monolithic filters." *Electronics Letters*, Vol. 26, No.24, pp. 2064-2065, 1990.
- 4) D. R. Frey, "Log-domain filtering: an approach to current-mode filtering." *IEE Proc.-G, Circuits Syst. Devices* 140, pp. 406-416, 1993.
- 5) D. R. Frey, "Current mode class-AB second order filter." *Electronics Letters*, vol. 30, pp. 205-206, Feb. 1994.
- 6) J. Mulder., W.A. Serdijn ., A.C. Woerd ., and A.H.M. Roermund "Dynamic Translinear Circuits-An Overview" *Analog Integrated Circuits and Signal Processing*, Vol.22, Issue 2, pp.111-126, 2000.
- 7) A. Kircay., and U. Cam., Differential Type Class-AB Second-Order Log-Domain Notch Filter. *IEEE Transactions on Circuits and Systems-I: Regular Papers*, Vol:55, Iss.5, pp.1203-1212, June, 2008.
- 8) A.Kircay, The Design of a Novel Current-Mode CMOS Notch Filter Using Lossy Integrator , *ELECO'2010, Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu ve Fuarı*, 2012, Bursa, Türkiye (in Turkish).
- 9) M.S. Keserlioglu., A. Kircay., 'Square-Root-Domain Current-Mode Electronically Tunable Universal Filter, *ELECO'2010, Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu ve Fuarı*, Aralık, 2010, Bursa, Türkiye
- 10) A. Kircay., " High-Q Current-Mode CMOS Companing Bandpass Tunable Filter", *Advance in Robotics, Mechatronics and Circuits* , Santorini Island, Greece, July 17 - 21, 2014.

**DELME İŞLEMİNDE MATKAP UÇ AÇISININ KUVVETTEKİ SAPMAYA ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI****AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF POINT ANGLE ON THE HSS
DRILLS PERFORMANCE IN DRILLING****Zülküf DEMİR¹
Oktay ADIYAMAN²****ÖZET**

Matkabın kesici kenarının üzerindeki kesme hızının, ucundan uzaklaştıkça, farklılık göstermesi delme işleminde önemli bir problemdir. Bu problem, matkabın uç açısının artırılması ile kesme kenarının uzunluğu azaltılarak kısmen çözülebilir. Ayrıca, bu çalışmada uç açısına ek olarak ilerleme ve kesme hızlarının da işleme etkileri araştırılmıştır. Matkap özünün işlem üzerindeki etkisini elimine etmek amacıyla 5 mm çapında ön delikli AISI 1050 çelik alaşımı deney numunesi olarak seçilmiştir. Ön delikler, 10 mm çapında ve 10 derinliğinde, 100°, 118°, 136° ve 154° uç açılarında bilenmiş matkap uçları ile delinmiştir. Matkap uç açısının artması ile takımın bir devrinde kaldırılan talaşın kesit alanı azaldığından itme kuvvetinde ve takım aşınmasında azalma meydana gelmiştir. Ancak, yüksek ilerleme ve düşük kesme hızlarında itme kuvveti ve takım aşınmasında artma meydana gelmiştir. Delme işlemi sırasında kesme ve ilerleme hızlarının artışı ile düşük matkap uç açılarında, kuvvetteki sapma miktarı artmıştır. Ancak, yüksek kesme ve ilerleme hızlarında yüksek (136°) matkap uç açılarında kuvvetteki sapma azalmış, lineerlik ise artmıştır.

Anahtar Kelimeler: Matkap Uç Açısı; İtme Kuvveti; Takım Aşınması; Kuvvetteki Sapma

ABSTRACT

The differences in the cutting speed is a serious problem along the cutting-edge of the drill, in drilling operations. This problem can partly be solved reducing the length of the cutting-edge via changing the drill point angle. Addition to the effect of point angle, the effect of feed rate, and cutting speed on drilling investigated. Due to eliminating the effect of the chisel edge AISI 1050 steel alloy specimen were pre-drilled 5 mm in diameter. Pre-drilled holes were drilled 10 mm in depth and in diameter at selected drills, with 100°, 118°, 136° and 154° point angles. In conclusion, the thrust force and the tool wear linearly decreased with increasing point angles due to less removal chip area, in per revolve of the tool. However, the thrust force and the tool wear affected at higher feed rates and at lower cutting speeds. With increasing cutting speed and feed rate, deviation in force increased, during drilling operation. However, at higher point angles (136°), deviation in force decreased and linearity increased.

Keywords: Drill Point Angle; Thrust Force; Tool Wear; Deviation İn Force

1. GİRİŞ

Delme işlemi talaşlı imalat sanayinin yaklaşık olarak % 33'ünü kapsamaktadır. İşlemin önemine rağmen uç açısı, delinen malzemenin ve matkabın hem mekanik hem de geometrik özellikleri gibi faktörler delme işlemini etkilemektedir [1,2]. Yüksek ilerleme ve kesme hızlarında yüksek matkap uç açıları daha düşük itme kuvvetlerinin meydana gelmesini ve takım aşınmasının azalarak takım ömrünün artmasını sağlar [3, 4].

¹ Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering and Architecture, Batman University, 72100, Batman, Turkey, zulkuf.demir@batman.edu.tr

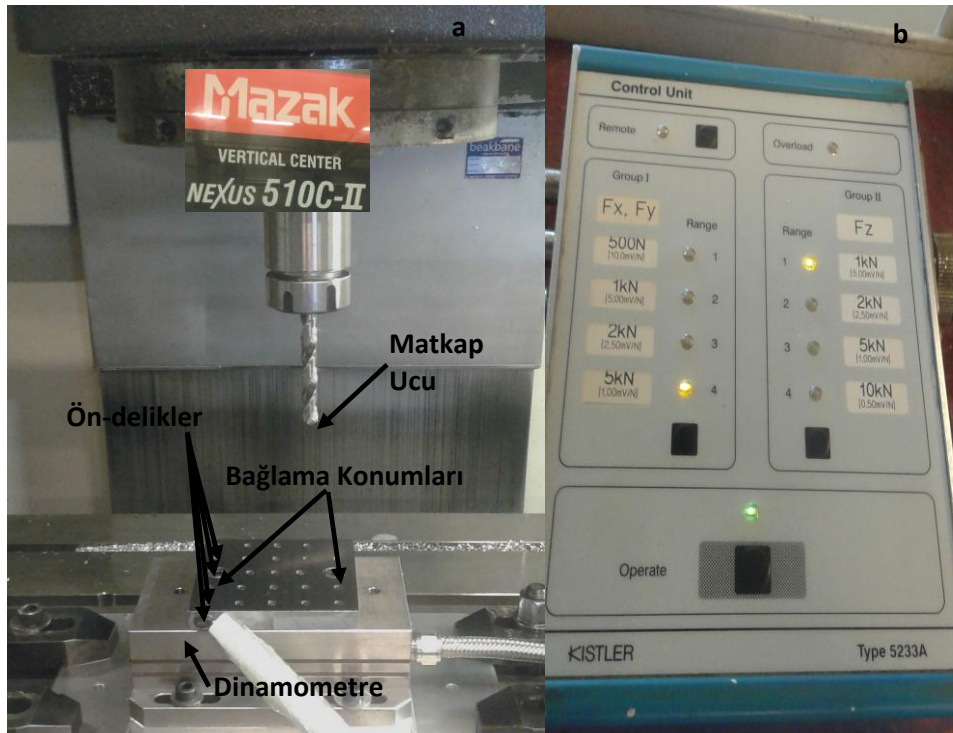
² Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering and Architecture, Batman University, 72100, Batman, Turkey, oktay.adiyaman@batman.edu.tr

Uzun takım ömrü ve daha az takım aşınmasını sağlayan parametreler, talaşlı imalat operasyonlarında en uygun parametrelerdir. Matkap öz uzunluğunun ve ilerleme hızının artması ile itme kuvveti artar, fakat ön delik delinmesi, özün etkisini elimine ederek itme kuvvetini, yaklaşık olarak, % 25-50 oranında azaltır [5]. Fakat kesme hızının sıfıra yaklaştığı öz kısmında meydana gelen kuvvet, çok küçük olduğundan, göz ardı edilebilir [6]. İlerleme hızı itme kuvvetini etkilediğinden delme işleminin kalitesini kesme hızından daha fazla etkilemektedir [7]. Matkap ucunun geometrisi, takımın performansını ve özelliklerini belirler. En az miktarda meydana gelen itme kuvvetleri, işlem sırasındaki sapma miktarını azaltarak matkap ucunun performansını artırır [8, 9]. Delme operasyonlarındaki esas problem, kesme kenarı boyunca kesme hızındaki farklılıktır [10]. Matkabın kesme kenarının dış çapına yakın bölgesinde kesme hızı maksimum değerine ulaşırken matkabın öz bölgesinde, matkabın ucunda ise sıfıra yaklaşır [11].

Bu çalışmada matkap uç açsının, ilerleme ve kesme hızlarının delme işlemi sırasında meydana gelen itme kuvvetlerinin sapmasındaki etkisini araştırmaktır. Ayrıca itme kuvvetlerindeki sapma miktarının takım aşınmasına etkisi de araştırılmıştır. Delme işlemi sırasında itme kuvvetinde meydana gelen sapmaları tespit etmek amacıyla saniyede 10000 adet ölçüm kaydedebilen 5233A model dinamometre kullanılmıştır. İtme kuvvetlerinde meydana gelen sapma değerleri SPSS bilgisayar programı yardımı ile incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Delme işlemi, Şekil 1 a'da gösterildiği gibi MEXUS 510 C-II Model Mazak dik işleme merkezli CNC freze tezgâhında yapılmıştır. Delme işleminde 5 mm çapında ön delinmiş, AISI 1050 çelik alaşımı 100 mm x 100 mm x 15 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Delik merkezleri arasındaki mesafe 20 mm ve delik merkezlerinin numunenin kenarlarına olan mesafesi ise 10 mm olacak şekilde hazırlanmıştır. Delme işlemi sırasında meydana gelen itme kuvvetleri, Şekil 1 b'de gösterildiği gibi Kistler 5233A model dinamometre yardımıyla, Newton birimi cinsinden ölçülmüştür. Deneysel çalışmada seçilen parametreler ile matkap ucunun geometrik özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1: Deneysel düzeneği, (a) CNC freze tezgâhı (b) 5233A model dinamometre.

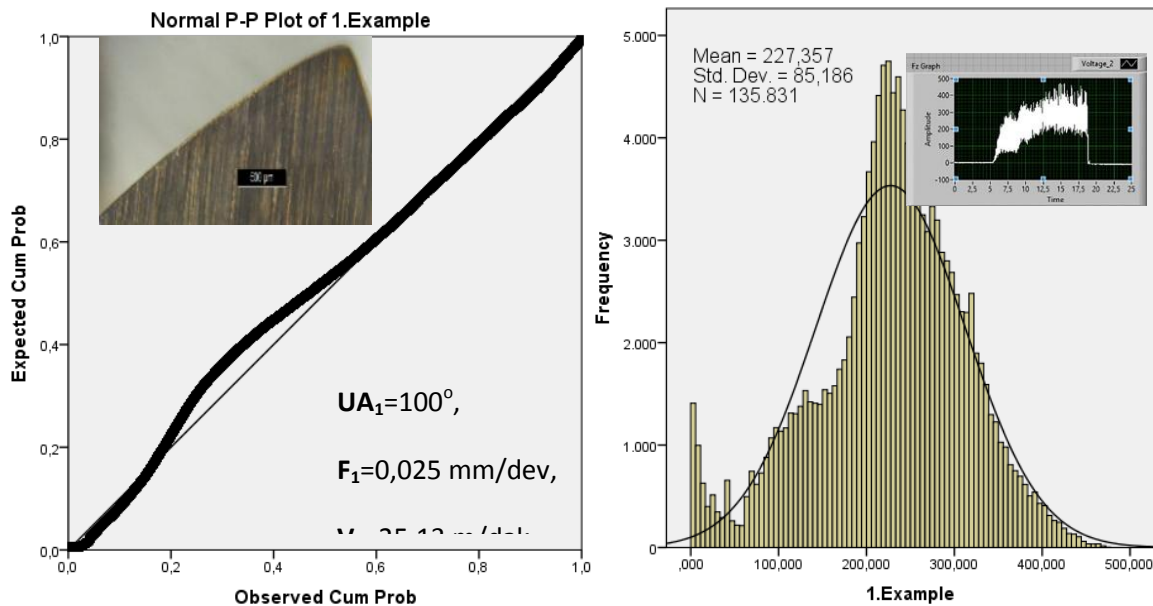
Tablo 1. Delme işleminde seçilen parametreler ve matkabın geometrik özellikleri

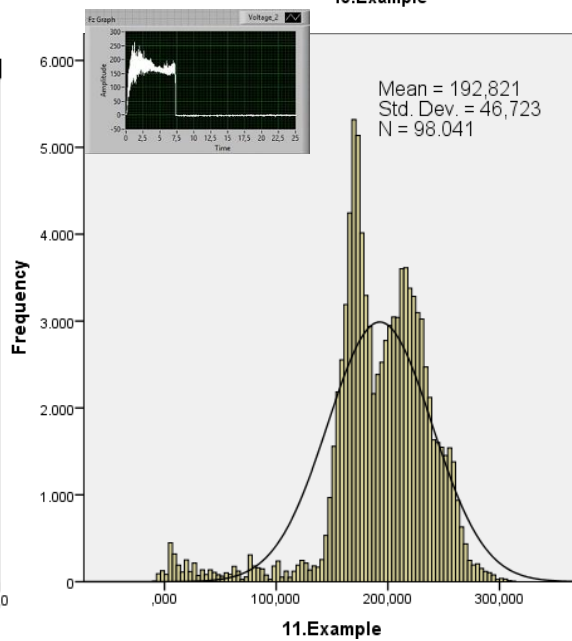
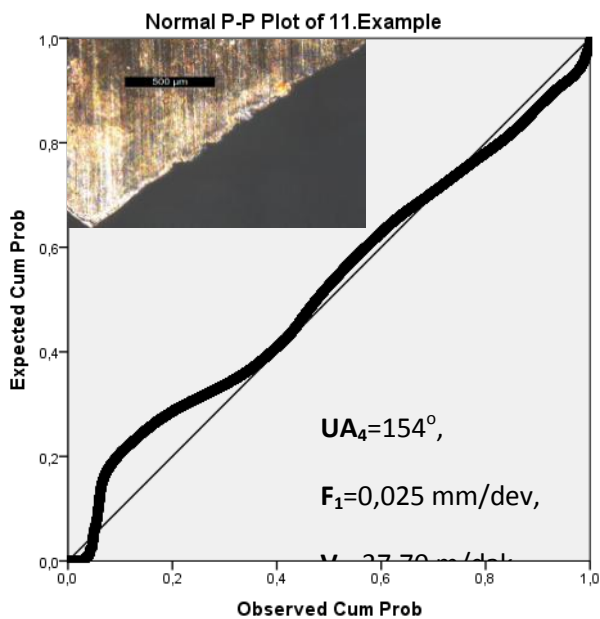
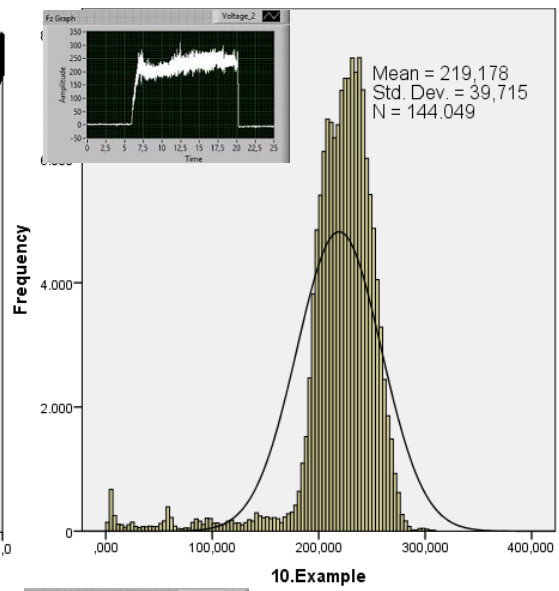
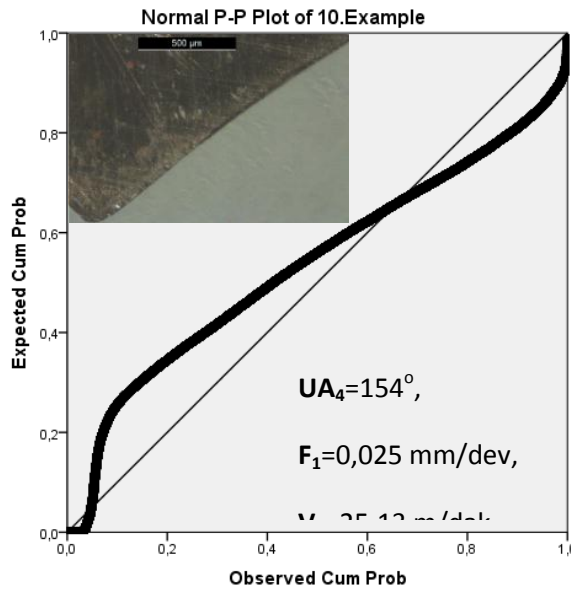
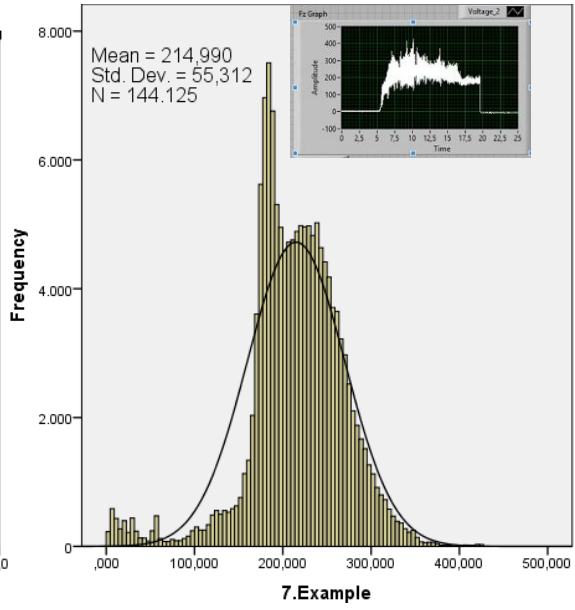
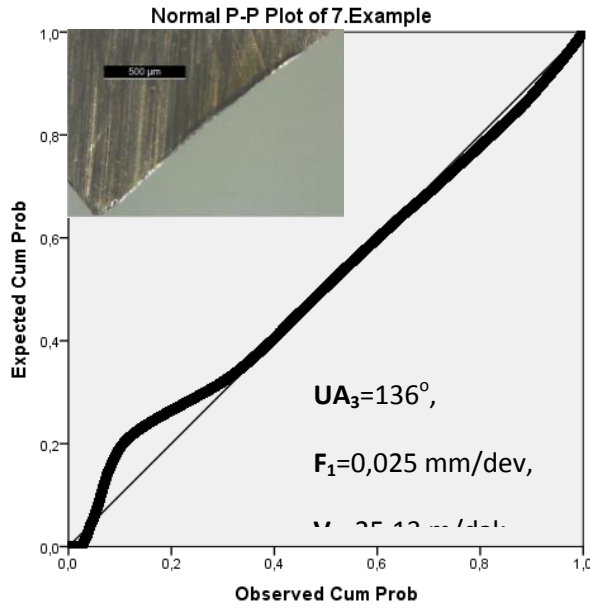
Kesme Hızları	$V_1=25.13$, $V_2=37.70$, $V_3=50.27$ m/dak
İlerleme Hızları	$f_1=0.025$, $f_2=0.050$, $f_3=0.075$ mm/dev
Matkap uç açıları ($^\circ$)	$UA_1=100^\circ$, $UA_2=118^\circ$, $UA_3=136^\circ$, $UA_4=154^\circ$,
Matkap Çapı (mm)	10 \pm 0,01
Matkap tipi	2- Kanallı, HSS
Helis açısı ($^\circ$)	30
Sap uzunluğu (mm)	46
Sap biçimi	Silindirik

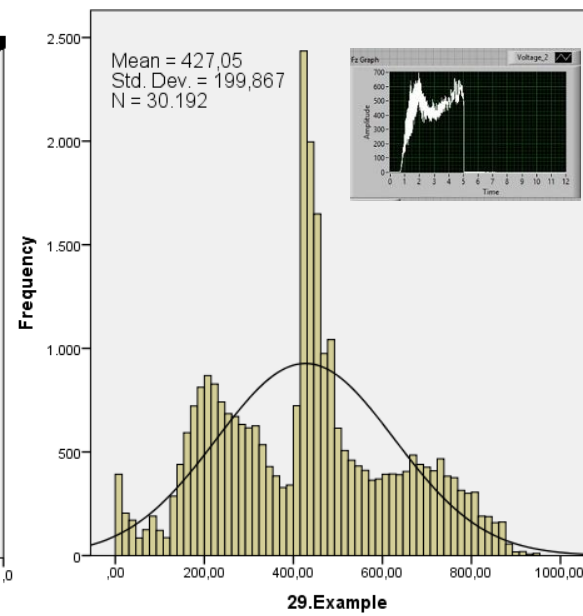
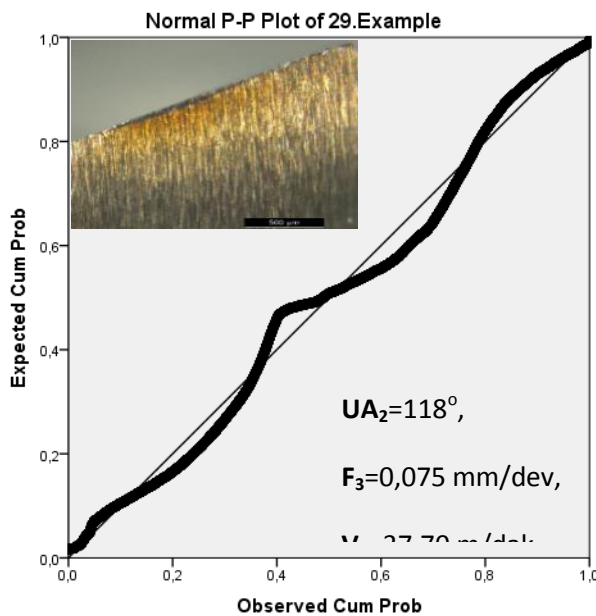
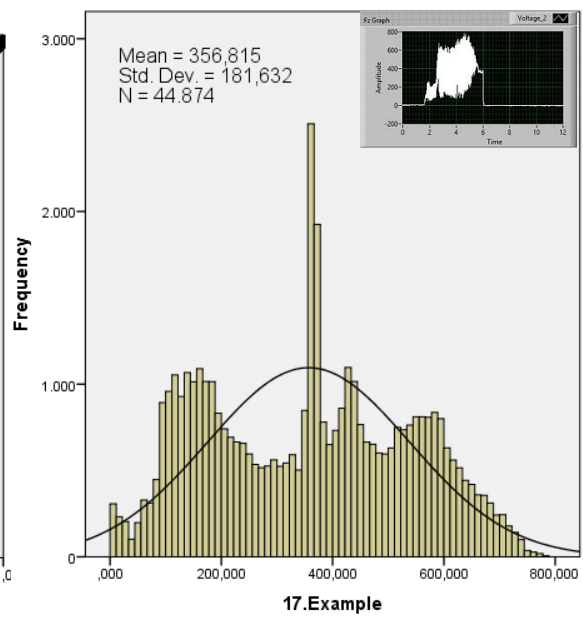
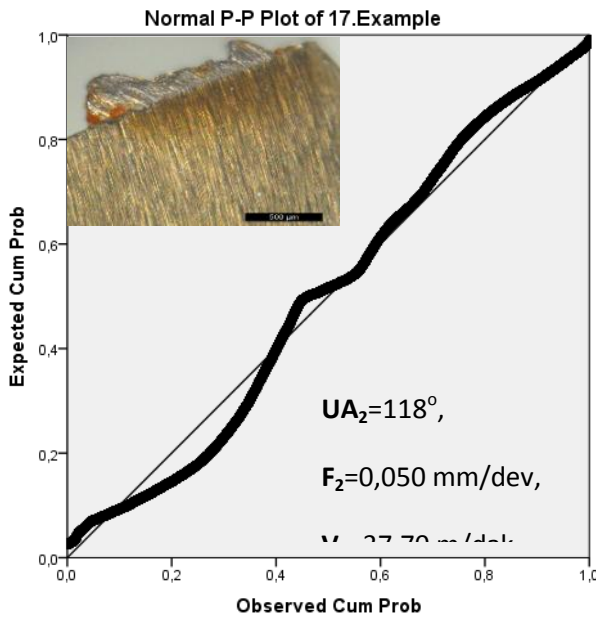
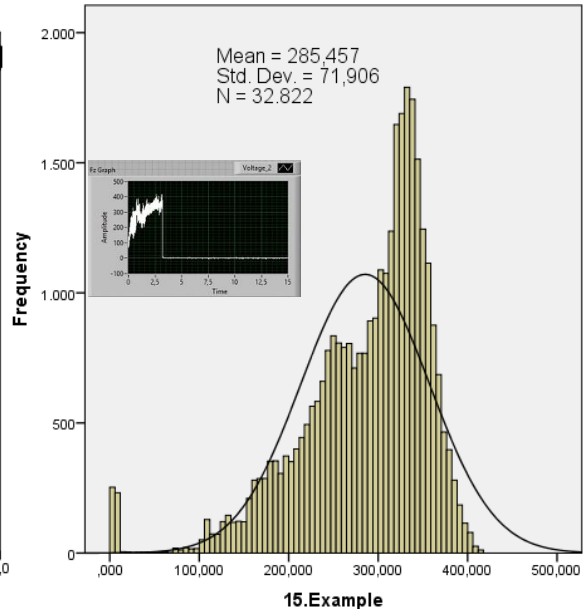
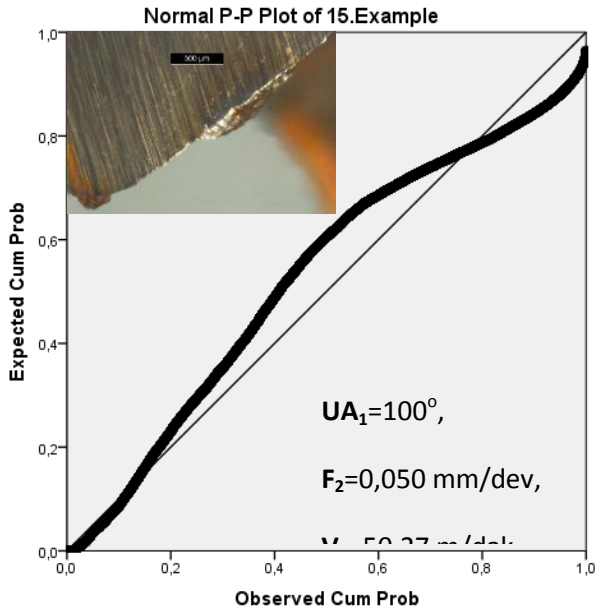
3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

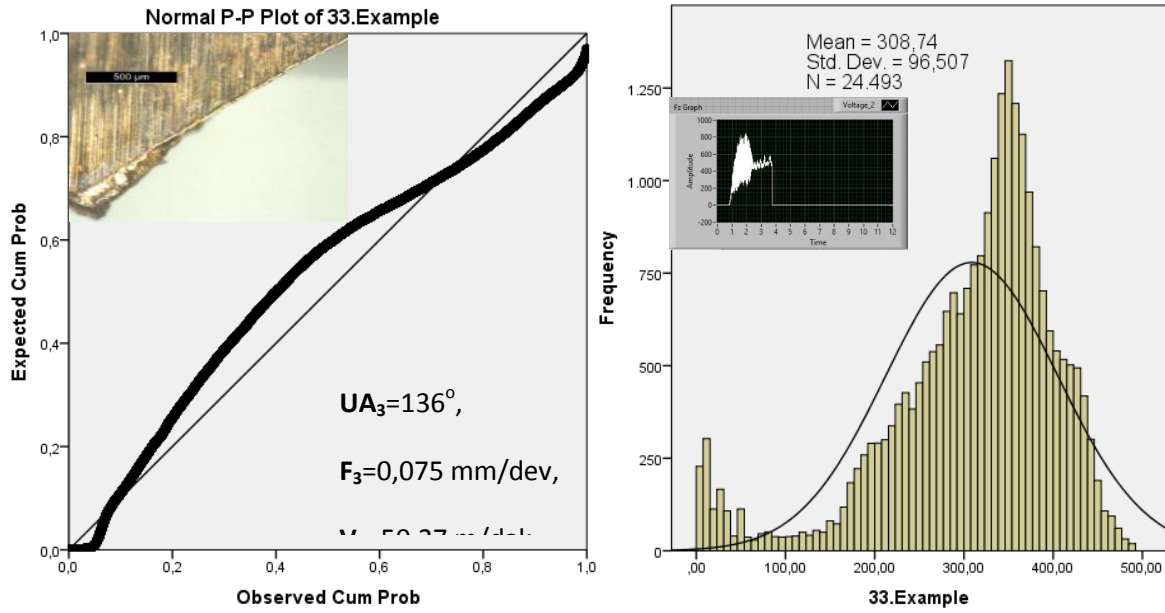
Delme işlemi sırasında itme kuvveti 5233 A model dinamometre ile saniyede 10000 adet veri, data logger yardımıyla bilgisayar ortamına aktarılarak kaydedilmiştir. Elde edilen bu veriler, IMB SPSS Statistics Version 24 bilgisayar programı yardımıyla incelenmiştir. Yapılan analiz işleminde “Analyze” araç çubuğunun altındaki “Descriptive Statistics” araç çubuğunun da altında bulunan “P-P Plot” seçeneği yardımıyla itme kuvvetlerindeki değişim grafikleri elde edilmiştir. Ayrıca “Graph” araç çubuğunun altında “Legacy Dialogs” menüsünde “Histogram” seçeneği kullanılarak itme kuvvetlerindeki değişimin normallik testi kriterlerine göre değişimi incelenmiştir. İtme kuvvetlerindeki bu değişim grafikleri Şekil 1 ve Şekil 2’de, 5233 A model dinamometre yardımıyla elde edilmiş grafikler, takım aşınması ve seçilen parametreler ile birlikte gösterilmiştir.

İlerleme ve kesme hızının paralel bir şekilde değişmesi ile itme kuvvetindeki sapma miktarı ve takım aşınması azalmıştır. Seçilen en küçük ilerleme ve kesme hızlarında (0,025 mm/dev, 25,13m/dak) matkap uç açısı 100° ’den 154° ’ye yükselirken itme kuvvetindeki sapma miktarı, özellikle 154° ’de artmıştır. Artan ilerleme hızları ile düşük kesme hızlarında ve 136° ve daha küçük uç açılarında, itme kuvvetindeki sapma miktarı ve takım aşınması doğrusal bir şekilde artmıştır. Şekil 2’deki histogram grafiklerinden de görüldüğü normallik bozulmuş ve itme kuvvetlerindeki sapma miktarı artmıştır. Ancak, ilerleme hızı ile birlikte kesme hızının da artması itme kuvvetindeki sapma miktarı 154° uç açısında daha fazla olmuştur. 136° ve daha küçük (100° ve 118°) uç açılarında itme kuvvetindeki sapma miktarı ve takımındaki aşınma miktarı daha az olmuştur. Ayrıca, histogram grafiklerinden de görüldüğü gibi normallik artmış ve sapma miktarı müsaade edilen sınırlar içerisinde kalmıştır.

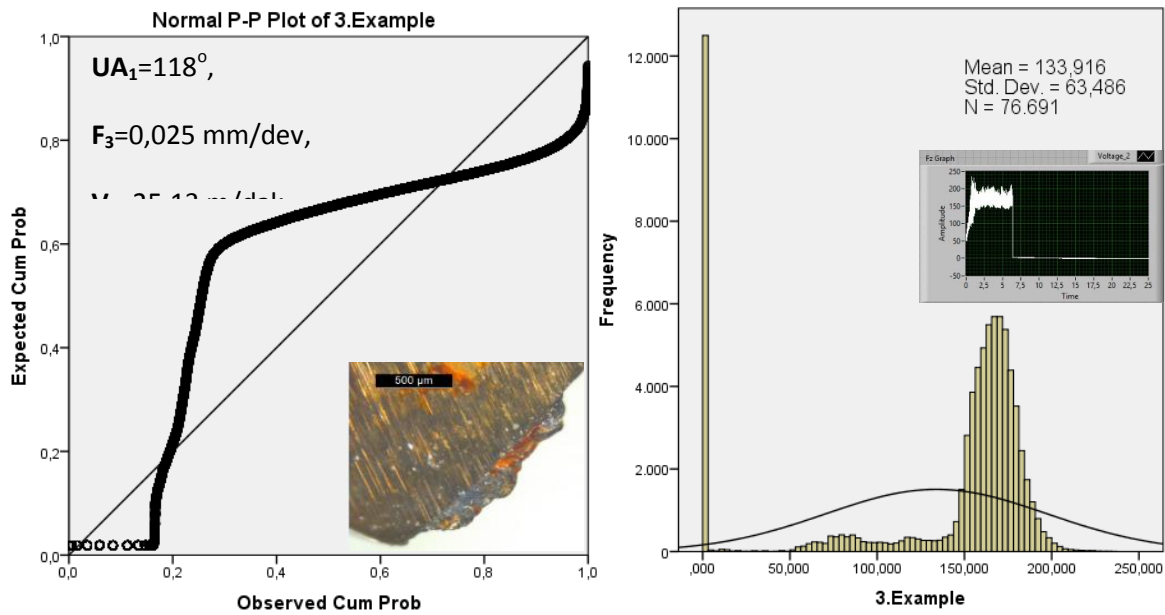


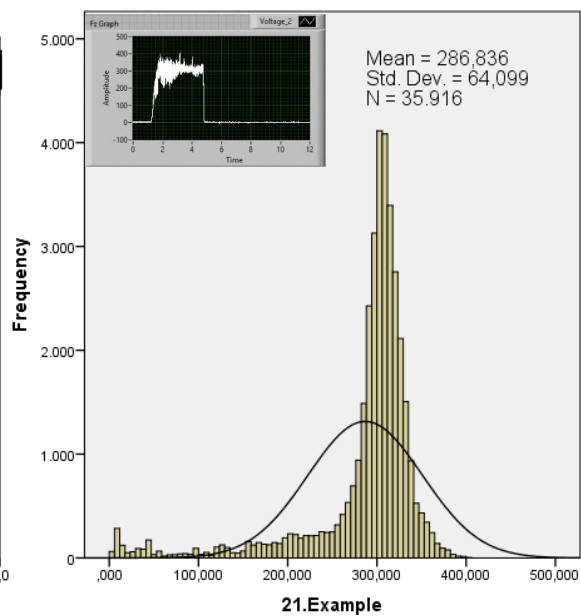
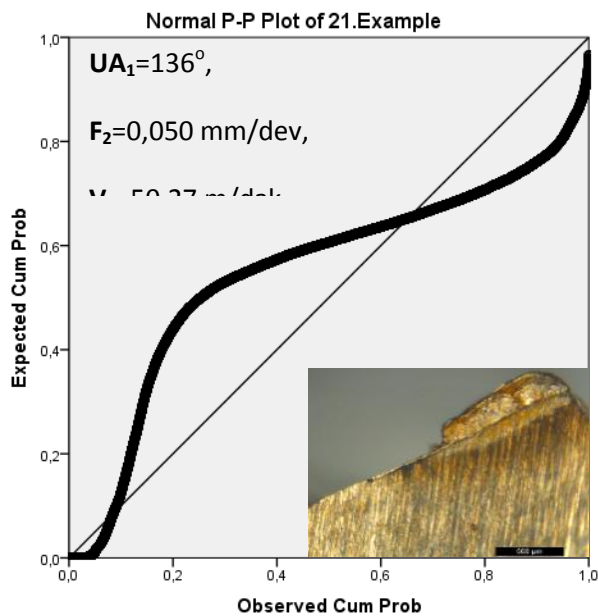
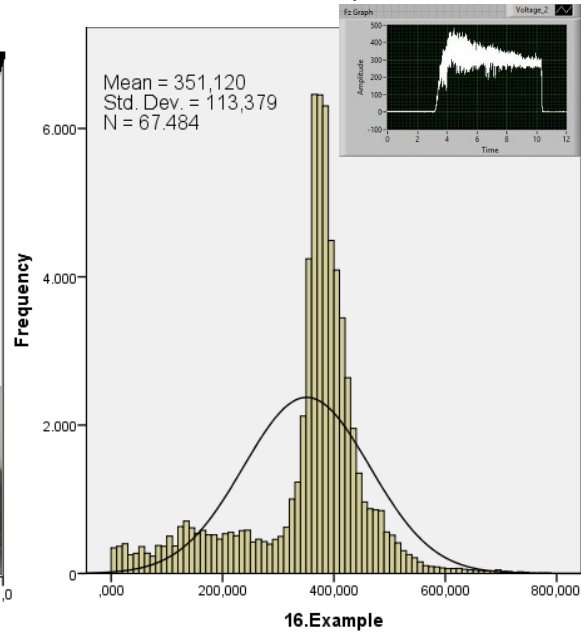
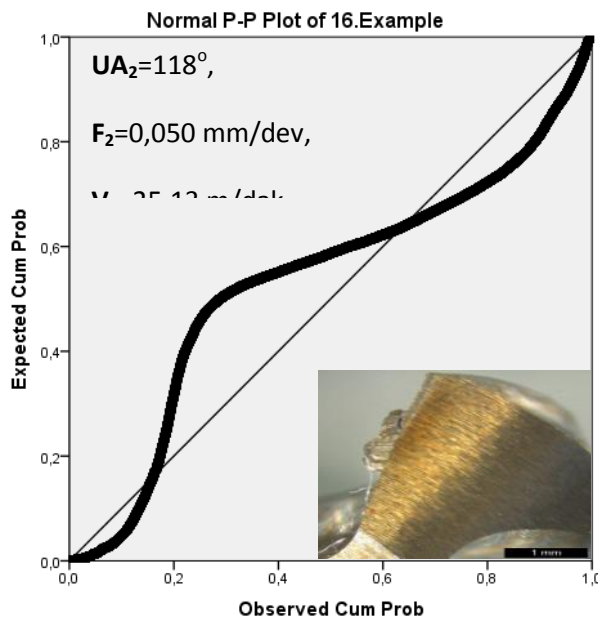
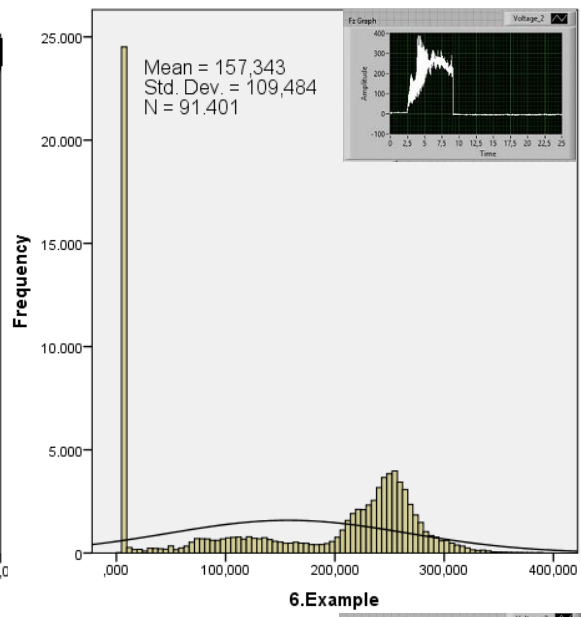
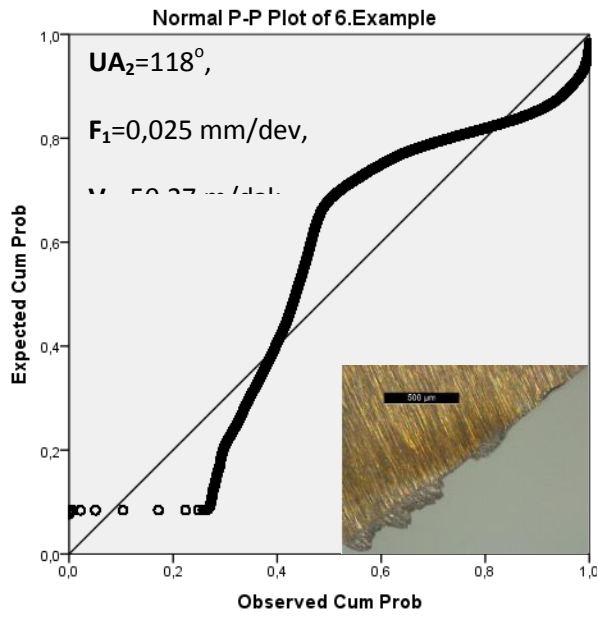


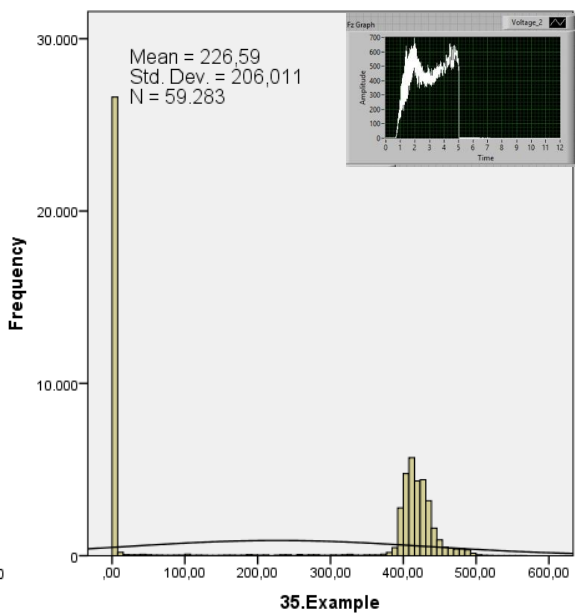
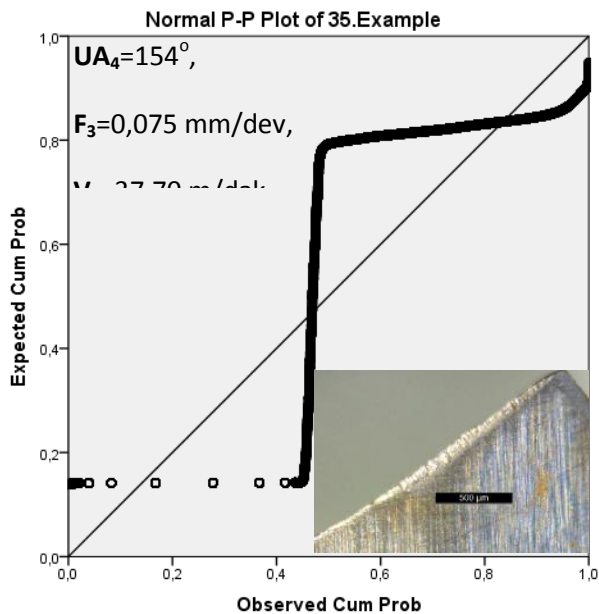
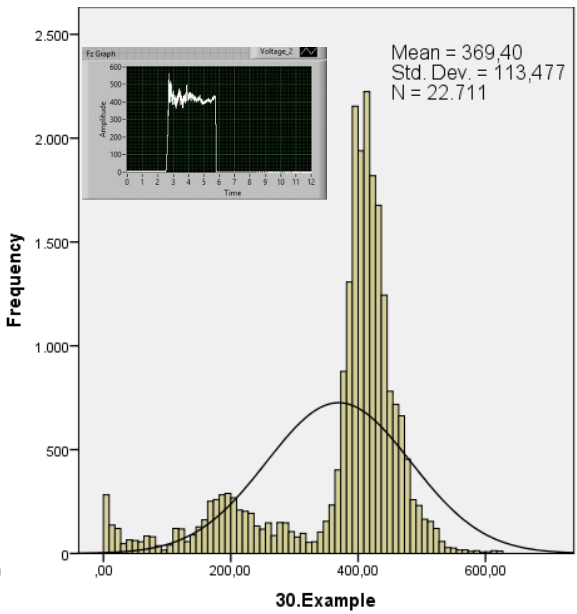
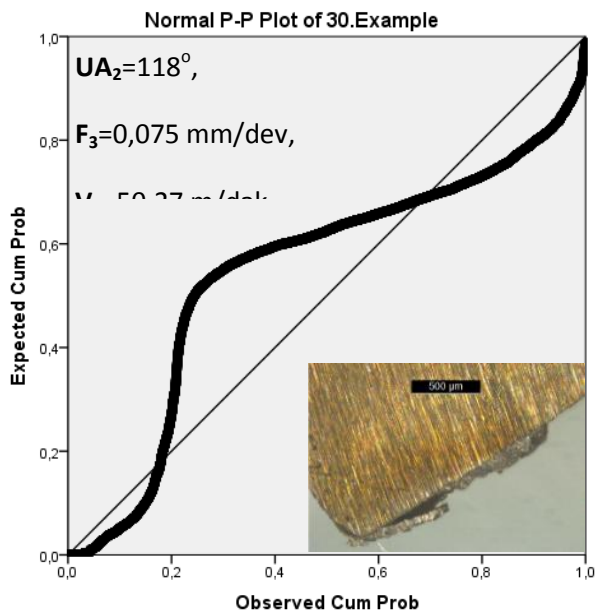
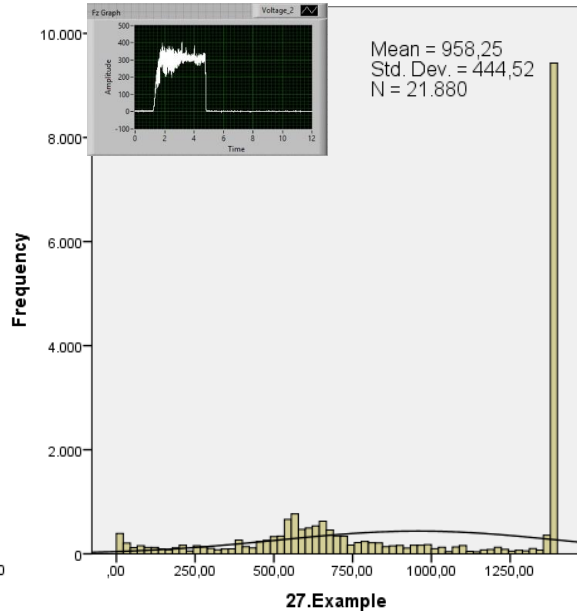
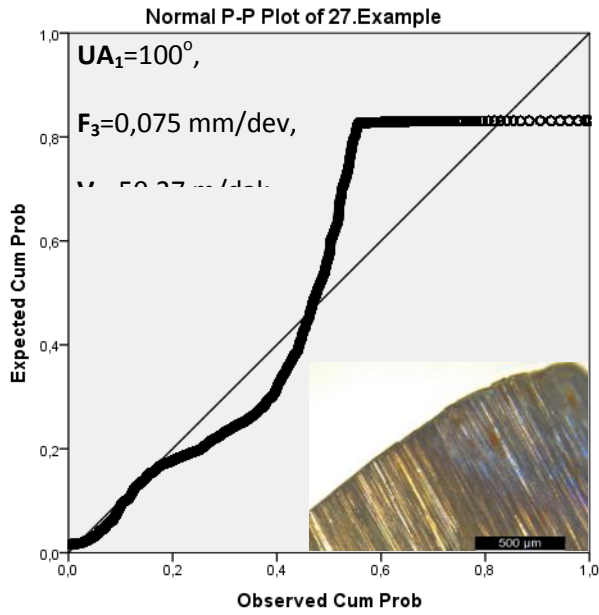


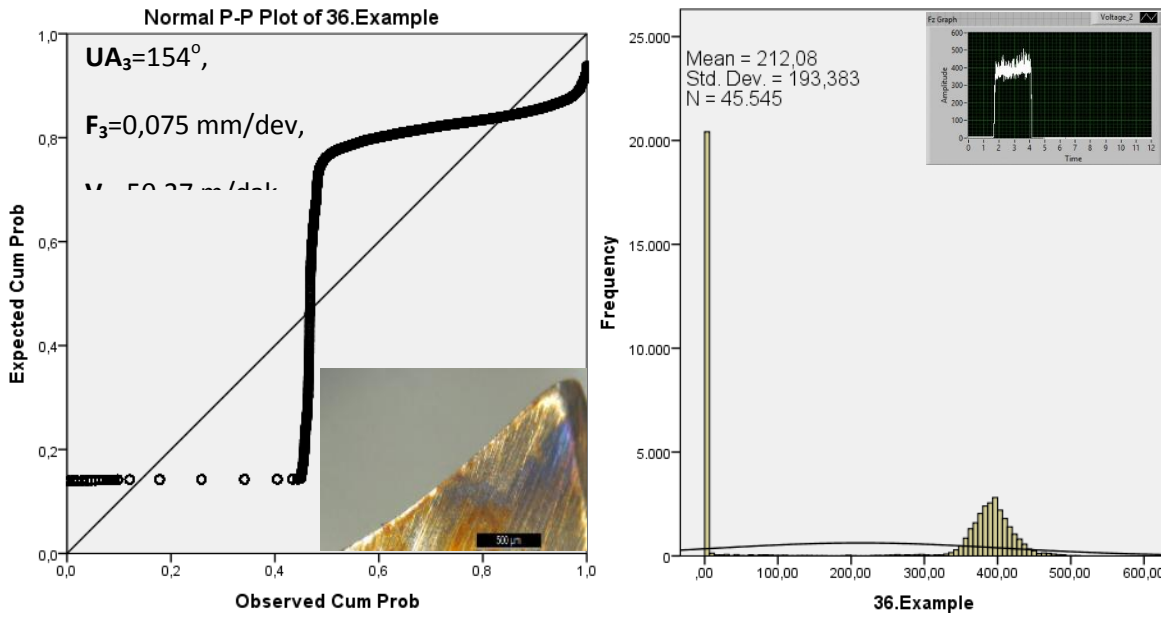


Şekil 2: Matkap uç açısının itme kuvvetindeki sapma ve takım aşınmasına etkisi, en uygun sonuçlar.









Şekil 3: Matkap uç açısının itme kuvvetindeki sapma ve takım aşınmasına etkisi, uygun olmayan sonuçlar.

- 1) Şekil 3'te görüldüğü gibi ilerleme ve kesme hızları birbirilerine paralel bir şekilde değişmediği şartlarda itme kuvvetindeki sapma miktarı ve takım aşınmasında artma meydana gelmiştir. Ayrıca, histogram grafiklerine göre normallik bozulmuş ve itme kuvvetlerindeki sapma miktarı müsaade edilen sınırların dışına taşmış ve düzensiz bir değişim sergilemiştir. 118° uç açısında 25,13 kesme hızında (seçilen en küçük kesme hızı değerinde) ve ilerleme hızı ($F_2=0,050$ mm/dev) daha büyük olduğundan itme kuvvetindeki sapma miktarı ve takım aşınması artmıştır. Ayrıca, seçilen en büyük kesme ve ilerleme hızlarında küçük uç açılarında da (100° ve 118°) itme kuvvetlerindeki sapma miktarı ve takım aşınması artmış, histogram grafiğindeki normallik bozulmuştur. 154° uç açılarında, seçilen hem küçük hem de büyük ilerleme ve kesme hızlarında itme kuvvetlerindeki sapma miktarı ve takım aşınması artmış, itme kuvvetlerindeki değişim, histogram grafiğine göre normal olmamıştır. Artan kesme hızı ile birlikte yüksek ilerleme ve uç açılarında itme kuvvetindeki sapma miktarı ile birlikte matkap ucunda yanma izleri meydana gelmiştir. Matkap ucundaki yanma izleri ise seçilmiş yüksek kesme hızında, işlem sırasında meydana gelen yüksek ısı miktarını gösterir.

3. SONUÇLAR

- 2) Delme işlemi sırasında itme kuvvetinde meydana gelen değişim, diğer bir ifade ile itme kuvvetindeki sapma miktarı ve takım aşınması matkap uç açısına, ilerleme ve kesme hızlarına bağlı olarak farklılık göstermiştir. İlerleme ve kesme hızlarının birbirilerine paralel bir şekilde arttığı (düşük kesme ve ilerleme hızları veya yüksek kesme ve ilerleme hızlarının seçildiği) şartlarda, itme kuvvetindeki sapma ve takım aşınma miktarı azalmış, değişimi gösteren histogram grafiği normal olmuştur.
- 3) Seçilen küçük ilerleme ve kesme hızlarında bile 154° matkap uç açısında itme kuvvetlerindeki sapma ve takım aşınması artmış, histogram grafiği normallik sergilememiş ve değişim müsaade edilen sınırların dışına çıkmıştır. Ancak 136° ve daha küçük seçilen matkap uç açılarının $F_1=0,025$ mm/dev, $F_2=0,050$ mm/dev ilerleme ve $V_1=25,13$ m/dak, $V_2=37,70$ m/dak kesme hızlarında itme kuvvetlerindeki sapma miktarı ve takım aşınması az

olmuştur. Ayrıca, histogram grafiği normal olmuş ve sapma miktarındaki değişimler müsaade edilen sınırlar arasında kalmıştır.

- 4) $F_3=0,075$ mm/dev ilerleme ve $V_3=50,27$ m/dak kesme hızları ile $UA_4=154^\circ$ matkap uç açısı itme kuvvetindeki sapma, takıma aşınması ve histogram grafiğinin normallik kriterlerine göre uygun olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, yüksek kesme hızlarında işlem sırasında meydana gelen yüksek ısının etkisi ile matkap ucunda yanma izleri oluşmuştur. Belirtilen kriterlere göre en uygun parametreler: uç açısı $UA \leq 136^\circ$, ilerleme hızı $F \leq 0,050$ mm/dev ve kesme hızı ise $V \leq 37,70$ m/dak olmuştur.

KAYNAKLAR

- 1) Thakre, A. A., Soni, S.: Modelling of bur size in drilling of aluminium silicon carbide composites using response surface methodology. Eng. Sci. Technol. Int. j. (2016) <http://dx.doi.org/10.1016/j.jetch.2016.02.007>.
- 2) Chen, W. C., Tsao, C. C.: Cutting performance of different coated twist drills. J. Mater. Process. Technol. 88, 203 – 207 (1999)
- 3) Samy, G.S., Kumaran, S. T.: Measurement and analysis of temperature, thrust force and surface roughness in drilling of AA (6351)-B4C composite. Measurement 103, 1 – 9 (2017)
- 4) Yardımeden, A., Kilickap, E., Celik, Y. H.: Effect of cutting parameters and point angle on thrust force and delamination in drilling of CFRP. Mater. Test. 56, 11 – 12 (2014)
- 5) Tsao, C. C., Hocheng, H., The effect of chisel length and associated pilot hole on delamination when drilling composite materials. Int. J. Mach. Tools Manuf. 43, 1087 – 1092 (2003)
- 6) Ahmadi, K., Savilov, A.: Modeling the mechanics and dynamics of arbitrary edge drills. Int. J. Mach. Tools Manuf. 89, 208 – 220 (2015)
- 7) Ramesh, B., Elayaperumal, A., Satishkumar, S.: Effect of the standard and special geometry design of a drill body on quality characteristics and multiple performance optimization in drilling of thick laminated composites. Procedia Manuf. 97, 390 – 401 (2014)
- 8) Paul, A., Kapoor, S. G., Devor, R. E.: Chisel edge and cutting lip shape optimization for improved twist drill point design. Int. J. Mach. Tools Manuf. 45, 421 – 431 (2005)
- 9) Shin, H., Song, B. M.: A method to quantify the drilling machinability of machinable ceramics from the viewpoint of preventing chipping. Ceram. Int. 39, 9815 – 9818 (2013)
- 10) Anand, R. S., Patra, K.: Mechanistic cutting force modelling for micro-drilling of CFRP composite laminates. CIRP J. Manuf. Sci. Technol. 16, 55 – 63 (2017)
- 11) Trent, E. M.: *Metal cutting, metal cutting operations and terminology*. University of Birmingham, Birmingham, UK, (1984)

GELİŞEN BORU AKIŞININ SAYISAL SİMULASYONUNDA FARKLI TÜRBÜLANS MODELLERİN ÇÖZÜMÜNDE YETENEKLERİN ARAŞTIRILMASI

Dr. Öğr. Üyesi Hasan DÜZ¹

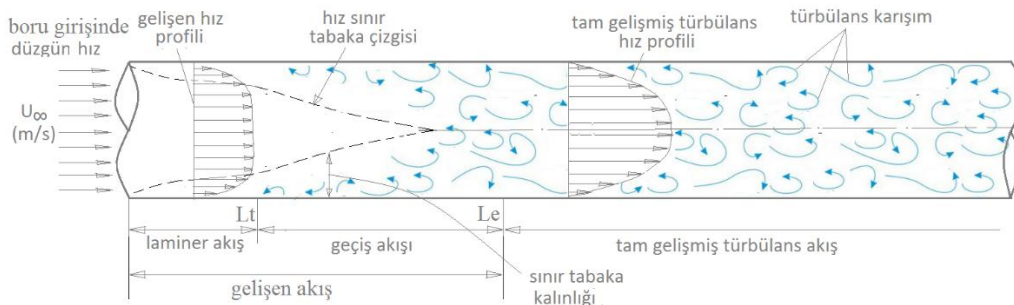
ÖZET

Osborne Reynolds yüzyıl önce yaptığı ünlü cam boru deneyinde akışın laminer ve türbülans olarak farklı iki davranışta aktığını göstermiştir. Düşük hızlarda gözlemlenen düzenli akış hareketine laminer akış ve dışındaki hızlarda gözlemlenen düzensiz ve içiçe karışan akış hareketine ise türbülans akış denmiştir. Laminer akışlar analitik çözülebilirken türbülanslı akışlar zaman ve boyutta değişim gösterdiğinden analitik çözümleri çok sınırlıdır. Türbülans çözüm için deneysel yöntem veya sayısal yöntemler tercih edilir. Sayısal yöntem matematik bir çözüm metodudur ve temel diferansiyel akış denklemlerine uygulandığında akış alanındaki tüm akış özelliklerini yaklaşık olarak çözer. Türbülanslı akışın doğrudan sayısal simülasyonu şimdiki bilgisayarlarla mümkün değildir. Türbülanslı akışın zaman ortalaması ise çözüm için basitleştirme sağlar. Zaman ortalaması alınmış akış denklemlerine RANS denklemler denir. RANS denklemler de oluşan türbülans gerilmeler ise çeşitli ampirik türbülans modellerle çözülmektedir. Bu çalışmada bu türbülans modellerin gelişen bir boru akışında çözüm yetenekleri ve doğrulukları araştırılmıştır. Çıkan sayısal sonuçlar deneysel sonuçlarla karşılaştırılmış çözüm için en uygun model belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Türbülans, Türbülans Modeller, Boru Akışı, RANS

1. GİRİŞ

Bu çalışmada boru girişinde gelişen akışın akış alanını her noktasında akış özelliklerinin (basınç, hız, sıcaklık vb.) bulunması için sayısal yöntem uygulanarak çözülmesidir. Boru girişinden itibaren akış iki kısma ayrılır. Bunlar boru girişinde gelişen akış ve daha sonra tam gelişmiş akıştır. Şekil 1 'de görüldüğü gibi boru girişinde itibaren tam gelişmiş akışın başladığı noktaya kadar akış gelişmektedir. Bu akış mesafesinde sonra düz boru boyunca akış şartları tam gelişmiş akıştır. Tam gelişmiş akış gelişen akıştan bazı akış özellikleri bakımından farklıdır. Tam gelişmiş boru akışında hız ve kayma gerilmesi akış boyunca değerleri değişmezdir. Tam gelişmiş akış sabit akış özellikleri nedeniyle teoriye ve deneysel analize çok uyumlu bir akıştır. Boru akışı laminer bir akış ise tam gelişmiş akış bölgesinde tam gelişmiş laminer akış denir eğer türbülanslı bir akış ise tam gelişmiş türbülanslı akış denir. Laminer akışlar düşük hızlı ve düzenli bir akıştır ve teoriye uyumludur. Çözümleri ampirik (deneysel) bağıntılardan çok teorik bağıntılarla ifade edilebilmiştir. Türbülans içeren akışlar ise akış içiçe karışarak ilerlediğinden düzensiz bir akış türüdür. Türbülans içeren akışlar teoriye pek uymayan bir akıştır bu nedenle daha çok deneysel sonuçlarla ifade edilebilen bir akıştır. Tam gelişmiş türbülanslı bir boru akışında türbülans özellikler de ortalama olarak, akış boyunca, aynı istatistik özellikleri gösterdiğinden deneysel çalışmalar sonucunda hız ve basınç yönünden teorisi çözülmüş bir akıştır (Özışık, 1985).



Şekil 1. Boru girişinden itibaren akışın gelişmesi ve tam gelişmiş akış olması

¹ Batman üniversitesi, hasan.duz@batman.edu.tr

Bu nedenle tam gelişmiş bir boru akışında kesit hız profili ve akış boyunca basınç düşüşü laminer olsun veya türbülans olsun bazı ampirik geliştirilen bağıntılarla çözülebilmektedir. Boru girişinde itibaren gelişen akış bölgesinde ise hız profili ve kayma gerilmesi boru kesitine uyumlu bir akış oluşuncaya kadar akış boyunca değişirler. Gelişen akışın uzunluğu giriş akış şartlarına, boru pürüzlülüğüne ve dış etkenli titreşimlere bağlıdır. Boru giriş geometrisi (keskin kenarlı, çıkıntılı veya konik giriş) boru girişinde türbülans derecesi gelişen akış boyunca akış özelliklerinin değişimi üzerinde oldukça etkili iki parametredir. Örneğin konik giriş boru girişinde düzgün hız profili ve az türbülans yaratırken keskin kenarlı ve çıkıntılı girişler ise düzgün olmayan bir hız profili ve yüksek türbülans içeren bir giriş akışı yaratırlar. Giriş akış şartları akış özelliklerinin akış boyunca değişimlerini çok etkilediğinde gelişen boru akışları çok parametreye bağlı bir akış olmuştur. Bu nedenle gelişen akış zor bir akış türüdür ve halen, özellikle türbülanslı akış için, temel bir teori oluşturulamamıştır. Mühendislik uygulamalarında gelişen boru akış kısmı uzun borular karşısında çok kısa kaldığında basınç düşüş hesaplamaları üzerindeki etkileri ihmal edilmekte ve tüm boru uzunluğu tam gelişmiş akış olarak alınmaktadır. Bu nedenle bilimsel araştırmaların pek ilgisini çekememiştir. Fakat kısa borulu akışlarda ise basınç düşüşü üzerindeki etkisi ihmal edilemezdir bu nedenle özellikle kısa borulu ısı değiştiricilerde önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Gelişen boru akışı teorik ifadesi zordur bu nedenle deneysel çözüm aranır. Fakat bugün bilgisayarların gelişmesi ile sayısal çözümlerin uygulanmaya başladığı görülmektedir. Sayısal yöntemlerle diferansiyel akış denklemleri çözülmektedir. Sayısal çözümün güvenilirliği ise deneysel verilerle karşılaştırıldığında ortaya çıkar. Pek çok sayısal çalışmada sayısal sonuçların deneysel verilerle karşılaştırmasında birbirine yakın değerlerde oldukları bu nedenle pek çok akışın çözümünde güvenilir çözümler ürettikleri görülmektedir.

1.1 Türbülanslı Akışların Çözümü

Bir akış alanı hız, basınç, sıcaklık ve yoğunluk gibi akış özellikleriyle ifade etmek için kütle, momentum ve enerji korunum kanunlarından yararlanır. Bu korunum yasalarının diferansiyel bir akış hacmine uygulanması ile tüm akışları ifade eden denklemler geliştirilmiştir. Bu denklemlere süreklilik, momentum korunum ve enerji korunum denklemleri denir. Akış boyunca akışkan sıcaklığı değişmiyorsa bu tür akışlara izotermal akış denir. İzotermal akışlarda akışkan fiziksel özellikleri sabittir. Faz değişimi içermeyen izotermal akışlarda enerji denklemi kullanılmaz dolayısıyla sayısal çalışmada akış analiz özellikleri belirtilirken enerji denklemi aktif edilmez. Aşağıda zamana bağlı sıkıştırılabilir akışlar için kütle (süreklilik) ve momentum korunum ifadelerinin kartezyen koordinatlarda diferansiyel formları gösterilmiştir (Çengel & Cimbala, 2008)

Süreklilik denklemi

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla(\rho \vec{V}) = 0$$

Momentum korunum denklemi

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho v_i) + \nabla(\rho v_i \vec{V}) = \rho f_i + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} \quad (i = 1,2,3)$$

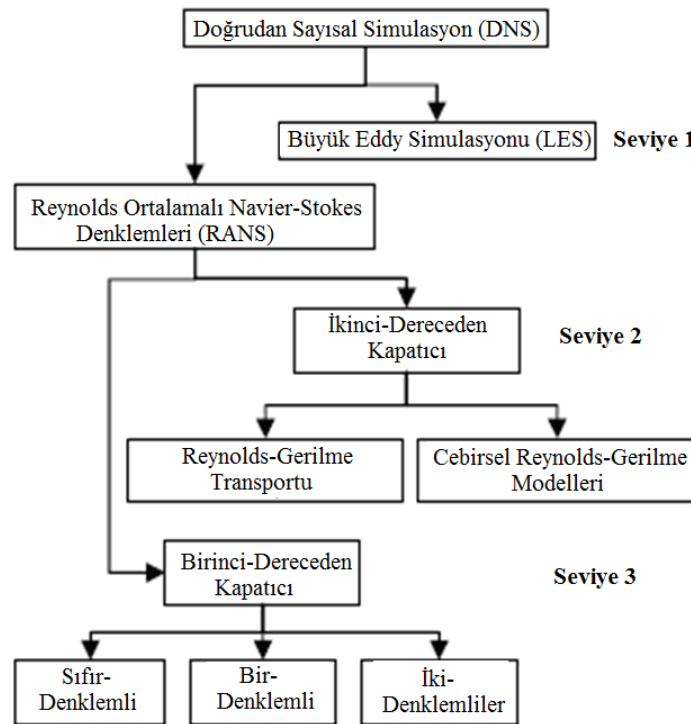
Diferansiyel formda verilen korunum denklemleri basit akışlar dışında çözümleri pek mümkün değildir. Çözüm için sayısal yöntemleri uygulanır. Sayısal çözümler büyük hesaplama maliyeti getirdiğinden gelişmiş bilgisayarlarla da yapılan çözümler bile sınırlı olmaktadır. Detaylı deneysel çalışmalar türbülanslı akışların zaman ve konuma bağlı olarak gelişen boyutsal yapılar içerdiğini göstermiştir. Bunlar akış içerisinde dönen akışkan bölgeleridir. Bunlara *eddy*, *girdap*, veya *türbülans yapıları* denir. Türbülans teorisinin göre akışta oluşan büyük girdap hareketleri akış içerisinde dağılarak sürekli bölünerek küçülürler ve sonunda moleküler düzeyde ısı enerjisine dönüşerek yok olurlar. Sonuç olarak türbülanslı bir akışı tam çözümü bu girdap hareketlerin tam çözümünü gerektirir. Türbülans akışı tüm ölçekleriyle çözen sayısal yöntemle doğrudan sayısal

simülasyon (DNS) denir. DNS yöntemi çok yüksek hesaplama gerektirdiğinden bugünün bilgisayarları ile çözüm pek mümkün değildir. Türbülans çözümü basitleştirmek için akış özellikleri zaman ortalama değer ve ortalama değerden sapma miktarı olarak iki bileşene ayrılır. Her iki bileşenin korunum denklemlerinde yerine yazılması ile sonuçlanan denklemlere Reynold ortalama Navier-sokes denklemleri (RANS) denir. RANS denklemlerle türbülanslı akışın çözümü çok daha basit olmaktadır. Akış içerisinde izotropik ve homojen olan bir türbülans için yüksek doğrulukta çözüm veren bir yöntemdir. Newton tipi akışkanın izotermal ve sıkıştırılmaz bir akışı için RANS denklemler aşağıdaki gibi olmaktadır.

x-yününde momentum

$$\rho \left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial \bar{u}}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \bar{w} \frac{\partial \bar{u}}{\partial z} \right) = - \frac{\partial \bar{P}}{\partial x} + \rho g_x + \mu \nabla^2 \bar{u} - \rho \left(\frac{\partial \overline{u'^2}}{\partial x} + \frac{\partial \overline{u'v'}}{\partial y} + \frac{\partial \overline{u'w'}}{\partial z} \right)$$

Bu denklemler tümüyle türbülansın zaman ortalama etkilerini içermektedir. Denklemden türbülans bileşeni sonucu oluşan ek gerilmelere Reynolds gerilmeler veya türbülans gerilmeler denir. Bu gerilmelerin çözümleri için birinci dereceden ve ikinci dereceden kapatıcı yöntemler kullanılır. Birinci dereceden kapatıcı yöntemlerde türbülans gerilmelerin çözümü Boussinesq hipotezi ile sağlanır ve türbülans alanı için bir türbülans viskozitesi tanımlanır. Bu türbülans viskozitesini modelleyen yöntemlere ise eddy viskozite modelleri denir. İkinci dereceden kapatıcı modeller ise Boussinesq hipotezini kullanmazlar ve doğrudan her Reynolds gerilmesi için bir transport denklemini yazarak çözüm yaparlar. Bu modellemeye ise Reynolds gerilme modelleri denir. Daha çok çevrinti içeren karmaşık akışlar için uygun yöntemlerdir. Kompleks akışlarda eddy viskozite modelleri başarısız olduklarında yerine Reynolds gerilme modelleri tercih edilir. Fakat birinci dereceden modellere göre geç çözüm üretirler ve zor yakınsarlar. Eddy viskozite modelleri özellikle iki denklemliler olan k-epsilon ve k-omega modelleri ve onların türevleri pek çok akışta diğer modellere göre daha yüksek doğrulukta çözümler ürettikleri çoğu çalışmada bildirilmiştir(Ansys Student 18.2). Şekil 2 'de türbülans çözüm yöntemlerinin karşılaştırması ve hesaplama seviyeleri gösterilmiştir.



Şekil 2. Türbülans modelleme seviyeleri

RANS denklemler türbülans akışı çözmek için tümüyle modelleme kullanırken DNS yöntemi ise hiç modelleme içermez ve türbülanslı bir akışı tam olarak simule eder. DNS yöntemi ile hesaplama çok yüksek mesh ve zaman gerektirdiğinden yerine büyük girdap hareketlerini zamana bağlı çözen ve küçük girdapları ise RANS denklemlerle çözen büyük eddy simulasyonu (LES) geliştirilmiştir. LES hesaplama RANS çözüme göre yüksek hesaplama içerirken DNS çözüme göre çok daha düşük olmaktadır (Wolfgang, 2007) Bu çalışmada düşük hesaplama maliyeti nedeniyle türbülanslı çözümünde RANS yöntem tercih edilmiştir. Şekil 3 gözlemlendiğinde RANS denklemlerde türbülans akışı çözmek için pek çok yöntemin geliştirildiği görülmektedir. Bu yöntemler farklı akış türleri için farklı avantajları olan modellerdir. Dolayısıyla farklı akış olaylarını çözmeye doğrulukları aynı olmamaktadır. Dolayısıyla bu yöntemlerin hangi akışlarda tercih edilmeleri gerektiği bildirilmiştir.

RANS türbülans modelleri akış içerisindeki türbülansı çözmek için kullanılan modellerdir. Bazı akış türlerinde ise laminerden türbülansa geçiş önemli olmaktadır. Örneğin boru girişindeki akışta ve turbo makinelerinde kanatlar üzerindeki akışlarda laminerden türbülansa geçiş akışı vardır. Bu geçiş noktasının yeri ve laminer akış bölgesinde türbülans etkinin düşürülmesi ve sonra türbülansa geçiş bölgesinde türbülans etkinin artırılması gibi verilen türbülans modelleri ile çözülemez. Bu nedenle geçiş modelleri olarak bilinen ve deneysel bağıntılara dayalı Gamma-theta modelleri oluşturmuştur. Geçiş akışları için Gamma-theta modeli üç farklı seçenekle gelmektedir. Bu seçenek tam türbülans (fully turbulent), tanımlı aralık (specified intermittency), Gamma Modeli (Gamma Model) ve Gamma-Teta Modeli (Gamma Theta Modeli) 'dir. Modeller tümüyle deneysel bağıntılara dayanır. Gamma Theta Modeli genel amaçlı uygulamalar için tavsiye edilen bir geçiş modelidir. "Gamma Theta modeli" kullanıcı tanımlı deneysel değerleri kullanabilmenize imkan sağlamıştır. "specified intermittency" ve "Gamma Modeli" ile kullanıcı tanımlı değerleri girebilmekteyiz ve geçiş yerini belirleyebilmekteyizdir (Bart, 2002).

2. BORU AKIŞINDA SAYISAL YÖNTEM

Bu çalışmada türbülanslı boru akışları RANS denklemlerle ve sayısal yöntem uygulanarak bilgisayar ortamında CFX akış programı ile çözülmüştür. Bu çalışmanın amacı ise yukarıda verilen türbülans modellerinin gelişen ve tam gelişmiş boru akışlarını simule etmede yeteneklerinin ölçülmesidir. Bu nedenle bu çalışmada verilen Reynolds sayısında boru akışlarını çözmek için gerekli sınır şartları, akış ve akışkan özellikleri Tablo 1 'de verilmiştir. Boru uzunluğu tam gelişmiş akışın bir kısmını da kapsayacak şekilde yeterince uzun seçilmiştir. Sayısal hesaplamaları düşürmek ve daha yüksek mesh yoğunluğu sağlamak için boru akışında simetrikten yararlanılmış ve iki boyutlu bir akış alanı çözülmüştür. Her türbülans modeli ile bulunan sayısal sonuçlar deneysel verilerle karşılaştırılarak türbülans modelleri doğrulukları sınanmıştır.

Tablo 1. Sınır şartları ve akış alanı özellikleri

<i>Akış durumu</i>	Daimi, sıkıştırılmaz ve izotermal akış
<i>Temel akış denklemleri</i>	RANS denklemler
<i>Türbülans modeli</i>	RANS modeller
<i>Boru girişinde akış</i>	Düzgün hız profilinde ve yüksek türbülans yoğunluklu (T_U) = %7
<i>Boru çıkışında akış</i>	atmosfere açık sıfır etkin basınçta
<i>Akışkan</i>	27 °C 'de su
<i>Boru akış duvarı</i>	Pürüzsüz
<i>Boru uzunluğu</i>	2.8 m
<i>Boru çapı</i>	30 mm
<i>Re</i>	100000

Sayısal sonuçlar mesh 'ten bağımsız oluncaya kadar mesh sayısı artırılmıştır. Çözümlerde yakınsama kriteri olarak boru çıkışındaki hız ve basınç monitör noktaları gözlemlenerek

yapılmıştır. Ayrıca bir yakınsama kriteri olan son iki iterasyon arasındaki mutlak hatayı gösteren RMS değeri de 10^{-6} olarak girilmiştir. RMS değerlerinin çoğu 500 iterasyona varmadan yakınsadıkları halde monitör noktalarındaki değerler 500-600 arasındaki iterasyonlardan sonra yakınsadıkları görülmüştür.

3. SAYISAL SONUÇLAR VE DENEYSSEL KARŞILAŞTIRMA

Sayısal sonuçlar karşılaştırmak için basınç düşüşünü simgeleyen Darcy sürtünme faktörü ve kesit hız profilleri kullanılmıştır. Bir boru akışında basınç, kayma gerilmesi ve sürtünme faktörü arasındaki ilişki aşağıdaki bağıntıda verilmiştir.

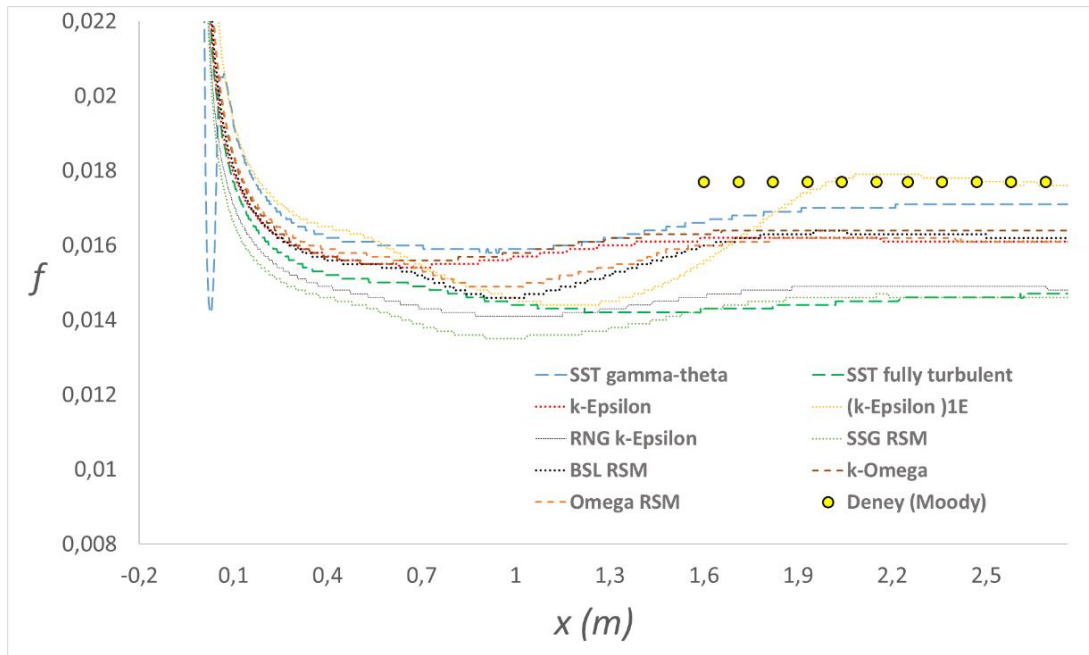
$$\Delta P = f * \frac{L}{D} * \frac{\rho V^2}{2} \quad f = 8 \frac{\tau_w}{\rho V^2}$$

Burada ΔP , L uzunluğundaki boru akışında sürtünmeden dolayı oluşan basınç farkını, V borudaki ortalama akış hızını, f Darcy sürtünme faktörünü ve τ_w duvar kayma gerilmesini göstermektedir. Deneysel çalışmalar sonucunda tam gelişmiş boru akışları için Darcy sürtünme faktörleri Moody diyagramında verilmiştir. Tam gelişmiş akışta basınç düşüşü doğrusal fakat gelişen akış kısmında ise doğrusal olmayan bir eğriye sahiptir bu nedenle sürtünme faktörü tam gelişmiş akışta sabit değere sahipken gelişen boru akışında sürtünme faktörü değişmektedir.

Bu çalışmada $Re=100000$ 'de sayısal boru akış çözümlerinden her türbülans model çözümünden Darcy sürtünme faktörlerinin akış boyunca değişim değerleri çıkarılmıştır. Çıkarılan sayısal sürtünme faktörlerini deneysel verilerle karşılaştırmak için tam gelişmiş boru akışında verilen deneysel Darcy sürtünme faktörü kullanılmıştır. Deneysel Darcy sürtünme faktörü ise Moody diyagramındaki pürüzsüz boru akışı eğrisini ifade eden aşağıdaki ampirik bağıntıyla bulunmuştur.

$$f = \frac{0.316}{Re^{1/4}} \quad \Rightarrow \quad f = \frac{0.316}{100000^{1/4}} = 0.0177$$

Tam gelişmiş akış için bulunan Darcy sürtünme faktörü Şekil 3'de sayısal sürtünme faktörlerinin akış boyunca olan değişim eğrileri ile karşılaştırılmıştır. Şekil 3'de görüldüğü gibi Darcy sürtünme faktörleri boru girişinden itibaren üstel olarak hızlı bir şekilde değerleri düşmüştür. Sürtünme faktörü minimum bir değerden sonra belirli bir akış mesafesi için değerleri artmıştır ve daha sonra sabit değerlerle akış izlenmiştir. Sürtünme değerlerinin sabit olduğu akış bölgesi tam gelişmiş akış bölgesidir. Eğriler gözlemlendiğinde akışın yaklaşık olarak $x=1.6m$ 'den sonra tam gelişmiş akış olduğu görülür. Fakat (k-epsilon)_{1E} model le çözümde tam gelişmiş akış şartları daha uzun mesafede başladığı görülür.



Şekil 3. Sayısal Darcy sürtünme faktörlerinin boru akışı boyunca değişimleri ve deney değeri ile karşılaştırılması

Tam gelişmiş boru akışı için Moody diyagramından bulunan f değeri Şekil 3 'te sarı yuvarlak göstergeyle gösterilmiştir. Şekil 3 'te eğriler deney değeri f ile karşılaştırıldıklarında (k-epsilon)_{1E} ve SST gamma-theta modeli dışında diğer modellerin düşük değerlerde sürtünme faktörlerini tahmin ettikleri görülür. Deney değerinden sapmaları yüksek olan RNG k-epsilon, SSG RSM ve SST fully turbulent modelleri tam gelişmiş akış kısmında eğrileri çakışık olmuştur. Burada RNG k-epsilon ve SSG RSM modelleri k-epsilon bağıntılarını kullanan modellerdir. Bu nedenle duvar fonksiyonlarını kullanmaktadırlar. Deney değeri ile çok iyi uyum gösteren (k-epsilon)_{1E} ve SST gamma theta modelleri düşük Reynolds sayılı modellerdir. Bunlar duvar fonksiyonlarını kullanmadan duvara yakın akış bölgesini yüksek ağ oluşturarak doğrudan akış hızını çözmektedir. Burada duvar fonksiyonlarını tümüyle kullanan k-epsilon modellerine göre daha başarılı oldukları görülür. Ayrıca bu iki model deneysel bağıntıları kullanan iki modeldir. Örneğin SST ile birlikte kullanılan Gamma Theta modeli laminar türbülansa geçiş akışları için oluşturulmuş ve geçiş yerini belirlemek için deneysel bağıntıların kullanıldığı bir modeldir. Ayrıca Gamma-theta modeli geçiş mesafesini belirlemek için kullanıcıya izin vermektedir. Bu model laminardan türbülansa geçiş yerini deneysel bağıntılarla veya kullanıcı isteği ile belirleyen modeldir. Bu geçiş durumu Şekil 3'de görülmektedir. Burada SST gamma-theta model eğrisinin, boru girişine yakın kısımda, keskin bir parabolik eğri ile laminardan türbülansa geçişi sağladığı görülür.

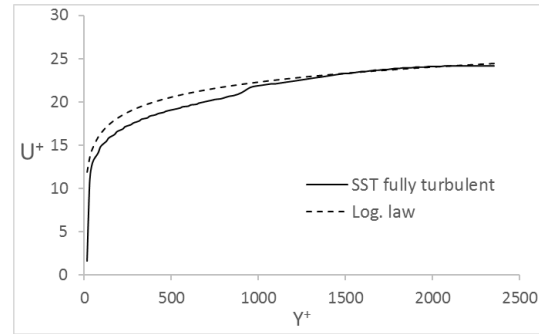
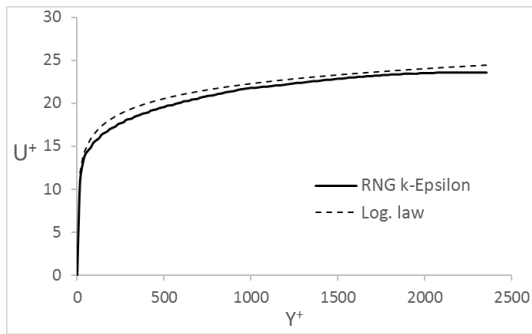
SST fully turbulent modeli ise normal SST modelidir ve gelişen akış için herhangi bir deneysel bağıntı içermemektedir. Burada SST modelinin deney değerinden yüksek sapma gösterdiği görülür. Bu nedenle SST Gamma Theta modelindeki tahmin başarısı SST modeli ile değil tümüyle Gamma Theta geçiş modelinin olduğu görülür. (k-epsilon)_{1E} modeli ise bir k-epsilon modelidir farkı ise k-epsilon modeli gibi duvar bağıntılarını kullanmaması ve akışı duvar yoğunluklu ağ ile çözmesidir. K-epsilon modeli deney değerini k-omega modeliyle aynı sapmayı göstermiştir. Bu iki model standart iki denklemlidir. Tablo1 de bu modellerin tam gelişmiş akış kısmında deney f değerinden sapma yüzdeleri verilmiştir.

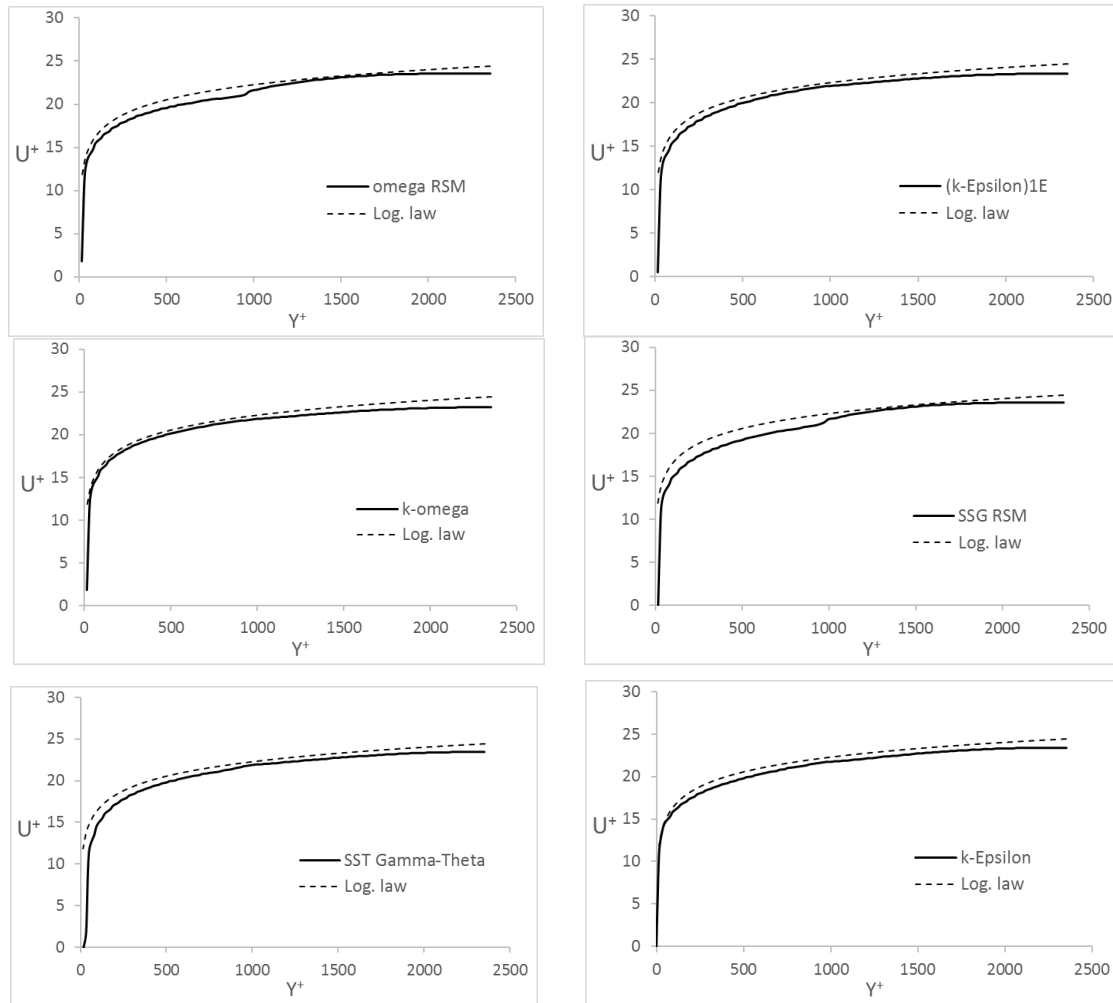
Tablo 1. Tam gelişmiş boru akışında sayısal sürtünme faktörlerinin Moody deney değeri ile karşılaştırılması

Türbülans Modeli	sayısal (f)	deney (f)	mutlak sapma
SST gamma-theta	0,017	0,0177	3,390
SST fully turbulent	0,015	0,0177	17,514
k-Epsilon	0,016	0,0177	9,040
(k-Epsilon)1E	0,018	0,0177	1,130
RNG k-Epsilon	0,015	0,0177	16,384
SSG RSM	0,015	0,0177	17,514
BSL RSM	0,016	0,0177	7,910
k-Omega	0,016	0,0177	7,910
Omega RSM	0,016	0,0177	9,040

Sayısal çözümden çıkarılan f değerlerinin deney değerine yakın olması bir akışta oluşan türbülansın sürtünme etkisinin iyi modellendiğini gösterir. Bu durum deneysel bağıntıların kullanıldığı modellerde akış tahminlerinin daha iyi olduğunu göstermektedir.

Ayrıca bu modellerin tam gelişmiş akışta hız profilini tahmin etme yeteneğini ortaya çıkarmak için duvar fonksiyonları adı verilen ampirik hız yasası bağıntılarıyla karşılaştırılmışlardır. Duvara yakın akış tabakasında akış hızının iki önemli ampirik bağıntıya uyduğu görülmüştür. Bunlar çeper yasası ve logaritmik yasadır. Duvara bitişik akışta oluşan viskozlu akış tabakası veya hız sınır tabakası, şekil 3 te görüldüğü gibi, hız değişimi yönünden birkaç akış tabakasına ayrılmıştır. Duvara bitişik çok ince olan akış tabakası laminer akışa sahip bir akış tabakasıdır. Bu akış tabakası çeper yasasına uyan bir akış tabakasıdır. Diğer akış tabakaları ise logaritmik hız yasasına uyan akış tabakalarıdır. Bu sayısal çalışmada tam gelişmiş akışta çıkartılan hız profilleri bu hız yasaları ile şekil 4 'te karşılaştırılmışlardır.





Şekil 4. Tam gelişmiş akış kısmında eksenel boyutsuz hız için sayısal değerlerin logaritmik hız yasası ile karşılaştırılması

Şekil 4 tam gelişmiş akışta duvardan itibaren yarıçap yönünde ölçülen (y) eksenel hızların boyutsuz hız değişimleri verilmiştir. Burada boyutsuz hız (U^+) boyutsuz mesafe (y^+) ile değişimleri verilmiştir. Ayrıca Şekil 4 'te ayrıca bir duvar fonksiyonu olan logaritmik yasa (log. law) eğrisi verilmiştir. Burada sayısal boyutsuz hızlar deneysel bir bağıntı olan logaritmik yasa değerleri ile karşılaştırılmışlardır. Genel olarak tüm türbülans modelleri ile çözümlerde bulunan hız değerleri logaritmik yasa değerleri ile uyum sağladıkları görülür. Fakat burada logaritmik eğriye en yakın değerlerin k-epsilon, SST Gamma Theta, k-omega ve (k-Epsilon)1E modeli çözümlere ait oldukları görülür. Ayrıca SST fully turbulent, SSG RSM ve OMEGA RSM modeli çözümlerde $y^+=1000$ civarında sayısal değerlerde bir sapma olduğu ve bu sapma ile $y^+<1000$ itibaren sayısal değerlerin logaritmik yasa eğrisinden uzak oldukları görülür. Görülen bu küçük sapmanın neden kaynaklandığını bilmek zordur. Gelecek sayısal çalışmalarda daha detaylı araştırılması gereken bir durum olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak farklı türbülans modeli çözümlerde tam gelişmiş akış kısmında hız ve basınç sayısal değerleri deneysel değerlerle karşılaştırılmıştır. Burada türbülans modellerin hız tahmininde deneysel çok yakın oldukları fakat basınç tahmininden ise iki türbülans modeli dışında diğer modellerin deneyden biraz uzak kaldıkları görülmüştür. Bu sayısal çalışma ile türbülans modeli çözümlerin tam gelişmiş boru akışını basınç tahmininde max. %17 sapma ve hız tahmininde ise max. %5 'lik sapma ile yüksek doğrulukta çözümler ürettikleri görülür.

4. SONUÇ

Bu çalışmada boru girişinden itibaren gelişen ve sonra tam gelişmiş türbülanslı akışın sayısal yöntemle çözümü yapılmıştır. Burada boru akışının çözümünde RANS denklemler kullanılmıştır. RANS denklemler zaman ortalamalı temel akış denklemleridir. Akış içerisinde oluşan türbülansın zaman ortalama etkileri ise çeşitli türbülans modellerle çözülür. Bu türbülans modellerin sayısal akış çözümlerinde tahmin yeteneklerini ölçmek için bir boru giriş akışı simule edilmiştir. Boru akışının tam gelişmiş akış kısmından çıkarılan sayısal sürtünme faktörleri Moody diyagramındaki Darcy sürtünme faktörleri ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmada $(k-\epsilon)_{IE}$ ve SST gamma-theta modelli çözümlerin deney değerlerine en yakın çözümler ürettikleri görülmüştür. Tam gelişmiş akış kısmında sayısal hız değerleri ise logaritmik yasa hız değerleri ile karşılaştırıldıklarında tüm modelli çözümlerin iyi uyum gösterdikleri görülmüştür. Hız tahmininde SST gamma-theta, k-omega ve $(k-\epsilon)_{IE}$ modelli çözümlerin deney değerleriyle daha uyumlu oldukları görülmüştür. Sonuç olarak deneysel bağıntıları kullanan modellerin ($(k-\epsilon)_{IE}$ ve SST gamma-theta) tam gelişmiş sürtünme faktörünü iyi tahmin ettikleri gibi ve hız tahmininde iyi oldukları görülmektedir. Fakat gelişen akış çözümünde ise $(k-\epsilon)_{IE}$ dışında diğer modellerin tam gelişmiş akışa geçiş mesafelerinin yakın olduğu görülmüştür. Ayrıca Reynolds gerilme modellerinin sürtünme faktörü ve hız profili tahmininde diğer modellere göre iyi olmadıkları görülür.

KAYNAKLAR

- 1) Ansys Student 18.2 2018. " CFX Help menu"
- 2) Bart A. Singer (2002), "Modeling the Transition Region" High Technology Corporation Research Scientist Mail Stop 156, NASA Langley Research Center Hampton, VA 23681
- 3) M. Necati Özışık, " Heat Transfer A Basic Approach", New York: McGraw-Hill, 1985.
- 4) Ugo Piomelli, "Large-eddy and direct simulation of turbulent flows", Department of Mechanical Engineering, University of Maryland, College Park, Maryland, USA.
- 5) Wolfgang Rodi, (2007) "Prediction of laminar-turbulent transition with DNS, LES and RANS methods" University of Karlsruhe, Germany
- 6) Y. A. Çengel, J. M. Cimbala. "Akışkanlar Mekaniği Temelleri ve Uygulamaları", Birinci baskıdan çeviri, İzmir-Güven Kitabevi, 2008.

GÜNEŞ ISISI İLE ÇEVİRİM AKIŞKANLI TÜRBİNLİ GÜÇ ÜRETİMİNDE YENİ VERİM ARTIRMA TEKNİĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Hasan DÜZ¹

ÖZET

Bu çalışmada güneş enerjisinin sıvı buhar faz değişimli bir çevrimde elektrik enerjisine dönüşümünde yeni bir verim artırma tekniği analiz edilmiştir. Fosil yakıtların yaydığı egzost gazları çevresel kirlilik ve küresel ısınma problemine neden olmuştur. Fosil yakıt tüketiminden kurtulmak için yenilenebilir enerjiden yararlanmak artık bir mecburiyet olmuştur. Güneş enerjisi en bol bulunan yenilenebilir bir enerji çeşididir ve yüksek verimlerde yararlanılması durumunda dünyanın tüm enerji ihtiyacı karşılanabilir. Güneş ısı ile faz değiştiren akışkan türbinden geçerek elektrik enerjisine dönüşür. Bu yöntem büyük ölçekli santrallerde uygulama alanı bulduğu halde küçük kapasiteli kullanımda verim düşük ve sistem kontrolü zor olduğundan uygulama alanı bulamamıştır. Bu çalışmada ise güneş ısı ile buharlaşan çevrim akışkanı yerçekimine karşı potansiyel enerji kazanmakta ve bir soğutma ekipmanı ile daha yüksek sıvı faza geçmesi sağlanmaktadır. Yükseklik potansiyeli kazanmış sıvı, bir türbinden geçirilerek elektrik enerjisine dönüşümü sağlanır. Bu sistemin diğer sistemlerden farkı hidrolik türbinlerin buhar türbinlerine göre daha yüksek verimlere sahip olmasıdır. Bu çalışmada güneş ısı makinesinin verimi ve güneş elektrik enerji dönüşümündeki toplam verim tersinir bir çevrim için analiz edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Solar Isı, Çevrim Akışkanı, Türbin, Isı Makinesi

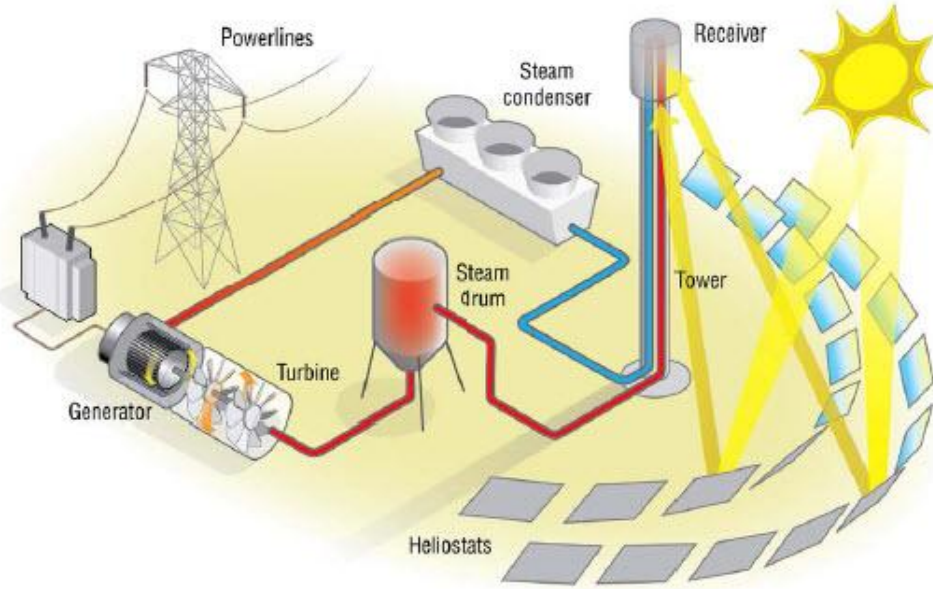
1. GİRİŞ

21. yüzyılda her gün artan dünya nüfusu enerji tüketimini de beraberinde artırmıştır. Yüzyılın başında petrolün bulunması ve buna uygun içten yanmalı motorların geliştirmesi makineleşmeye hızlı bir geçişe neden olmuştur. Petrol yakıtların sunduğu uzun mesafeler ve büyük güçler yenilenebilir enerjilerden (güneş, rüzgar, hidrolik vb.) yararlanmayı rafa kaldırmıştır. İnsan zaruri ihtiyaçları dışında daha rahat ve konforlu bir yaşam makineleşmenin hızla gelişmesine ve artmasına neden olmuştur. Teknolojik gelişmeler sağlık sorunlarını çözdüğü gibi ekonominin iyileşmesine yardımcı olmuştur. Bunun sonucu olarak dünya nüfusu hızla artmıştır. Artık makineler ve artan insan popülasyonu hızlı ve dinamik bir dünya yaratmıştır. Yaşam ve teknoloji artık koparılması güç bağlara sahip olmuştur. Çıkarılan fosil kaynaklar her gün ısı, elektrik ve mekanik güç sağlamak için yanmaktadır. Yanma sonucunda oluşan zararlı egzost gazları ise atmosfere yayılmaktadır. Egzost gazı atmosfere saldırdığı karbondioksit gazı ile sera etkisi yaratmaktadır. Sera etkisi bazı gazların güneş ışığını daha fazla absorbe etmesi sonucu küresel ısınmaya neden olmasıdır. Küresel ısınmayı engellemek ve daha temiz bir çevre için yenilenebilir enerjilerden yararlanmak artık bir zorunluluk olmuştur. Bugün küresel ısınma bilincinde olan hükümetler çeşitli yasalarla ve teşviklerle bu yenilenebilir enerjilere yönelmiştir. Artık çok geniş alanlardan güneş ve rüzgar enerjilerini toplayan dönüşüm sistemlerini pek çok ülkede görmek mümkündür. Şimdiye kadar güneş enerjisi ısıtma amaçlı kullanılmasına rağmen şimdi fotovoltaik panellerle doğrudan elektriğe dönüştürülebilmektedir. Fakat panellerin yüksek maliyeti ve düşük verimleri güneş kurulu gücün rüzgara göre daha az gelişmesine neden olmuştur. Fotovoltaik paneller dışında solar ısı güç termodinamik çevrimlerle elektriğe dönüştürülebilmektedir. Bu santrallerde dönüşüm verimleri fotovoltaiklere göre yüksek olup %40-45'lere kadar çıkabilmektedir. Bugün solar ısı enerjisiyle elektrik üretiminin yapıldığı sistemler ise aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

¹ Batman Üniversitesi, hasan.duz@batman.edu.tr

1.1. Yoğunlaştırıcı Solar Isıl Güç Sistemleri (CSP)

Yoğunlaştırıcı solar ısıl güç sistemleri, elektriği üretmek için gerekli olan yüksek sıcaklıklı ısıyı üretmek amacıyla güneş ışığını bir ekseninde veya noktada yoğunlaştıran sistemlerdir. Tüm solar ısıl güç sistemleri, iki ana bileşenli solar toplayıcıya sahiptir: Bunlar yansıtıcılar ve alıcılardır. Yansıtıcılar (aynalar) güneş ışığını yansıtarak bir odak çizgisinde veya noktasında bulunan bir alıcı üzerinde yoğunlaştırır. Alıcıda üretilen kızgın buhar, bir türbinden geçirilerek önce mekanik güce ve sonra jeneratörde elektrik enerjisine dönüştürülür. Solar ısıl güç sistemleri, güneşin gün boyu konumunu takip eden izleme sistemlerine sahiptirler. Solar ısıl güç santralleri, az güneşli dönemlerde solar ısıyı desteklemek amacıyla diğer yakıtların da (genellikle doğal gaz) birlikte kullanılabilirdiği hibrid tipleri de mevcuttur.



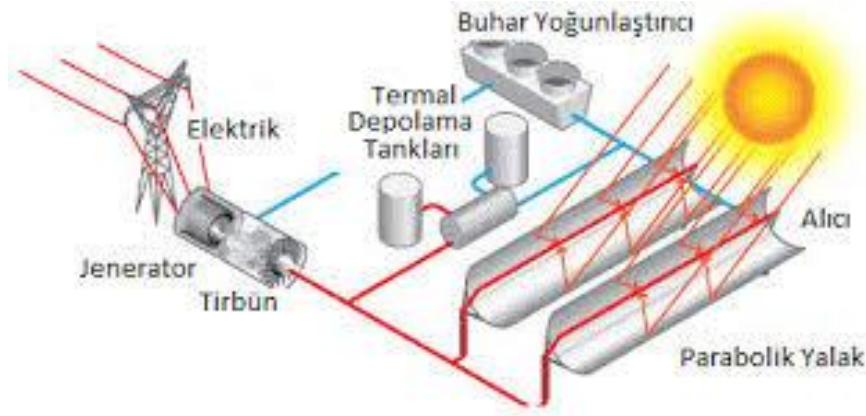
Şekil 1. Yoğunlaştırıcı solar ısıl güç santrali (CSP)

Yoğunlaştırıcı ısıl güç sistemlerinin üç ana çeşidi vardır. Bunlar

- Doğrusal yoğunlaştırıcı sistemler (Parabolik oluklar ve Fresnel reflektörler)
- Solar güç kuleleri
- Solar çanak/motor sistemi

1.1.1 Doğrusal Yoğunlaştırıcı Sistemler

Doğrusal yoğunlaştırıcı sistemler güneş enerjisini uzun, dikdörtgen, kavisli (U-şekilli) aynalar kullanarak toplar. Aynalar, güneş ışığını ayna boyunca uzanan alıcılar üzerine (tüpler) odaklar. Yoğunlaşmış güneş ışığı, tüplerin içinden akan bir akışkanı ısıtır. Bu ısı ile üretilen buhar elektrik üretmek için geleneksel bir buhar-türbin sisteminden geçerek güç üretir. İki tip ana doğrusal yoğunlaştırıcı sistemi vardır. Parabolik oluklar ve Fresnel reflektörler.



Şekil 2. Parabolik yalıklı (oluk) CSP sistemi

a) Parabolik Oluklar

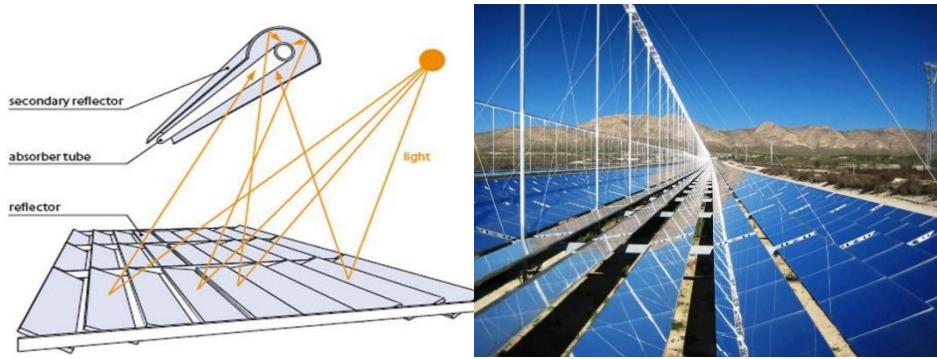
Bir parabolik oluk toplayıcı, güneş ışınlarını parabolün odağında bulunan bir alıcı tüpüne odaklayan uzun bir parabolik şekilli aynaya sahiptir. Güneş kolektörü, güneşin doğudan batıya doğru hareketinde güneşi takip ederek güneş ışığını sürekli alıcı tüpe odaklar. Alıcıdaki akışkanın 750°F'den daha yüksek sıcaklıklara ulaşılabilirdiği sistemlerdir. Parabolik oluk sistemler, CSP teknolojileri arasında en gelişmiş olanıdır.



Şekil 3. Çatıya kurulu parabolik oluklar

b) Doğrusal Fresnel Reflektörler

Doğrusal Fresnel reflektör (LFR) sistemleri, çok sayıda aynaların (reflektörler) beraber bir alıcı tüp üzerine güneş ışığını yoğunlaştırdıkları ve parabolik oluk sistemleriyle benzer sistemlerdir. Bu sistem düz aynaların parabolik aynalara göre ucuz olmasından ötürü daha az maliyetlidir. Parabolik oluk sistemine göre aynı büyüklükte bir alana daha çok yansıtıcı konularak daha fazla gün ışığı toplanabilmektedir. Bu sistemler güneş enerjisini normal yoğunluğunun yaklaşık 30 katına kadar yoğunlaştırabilmektedirler.



Şekil 4. Fresnal reflektörler

1.1.2. Solar Güç Kuleleri

Bir solar güç kule sistemi, bir kulenin tepesindeki alıcıya güneş ışığını yansıtmak ve yoğunlaştırmak için büyük bir alanda yerleşik duran heliostat denilen düz, güneş izleme aynalarından oluşmuş bir sistemdir. Güneş ışığının 1500 kat kadar yoğunlaştırılabildiği sistemlerdir. Bazı güç kuleleri, ısı transfer akışkanı olarak su kullanır. Gelişmiş tasarımlar, üstün ısı transferi ve enerji depolama yetenekleri nedeniyle solar ısı ile eritilmiş sıvı nitrat tuzu kullanırlar. Isıl enerji depolama kabiliyeti, sistemin bulutlu havalarda veya geceleri elektrik üretilmesine olanak sağlar. Enerji kuleleri, parabolik oluk sistemden daha az gelişmiş olmasına rağmen, daha yüksek bir verimlilik ve enerji depolamada daha iyi bir kapasite sunmaktadır. ABD 'de faaliyet gösteren iki solar güç kule tesisi aşağıda verilmiştir.

- Ivanpah Solar Güç Tesisi: üç kule ile 392 MW kurulu gücünde
- Crescent Dunes Solar güç tesisi: bir kule ile 110 MW kurulu güç



Şekil 5. Solar ısı güç kule santrali

1.1.3. Solar Çanak/Motor Teknolojisi

Güneş çanak/motor sistemleri, çok büyük bir uydu çanağına benzeyen aynalı bir çanak kullanan sistemlerdir. Maliyetleri azaltmak için, yansıtıcı çanak daha küçük düz aynalardan oluşur. Çanak şeklindeki aynalı yüzey, güneş ışığını çanak alıcısı üzerine yoğunlaştırır. Çanak alıcısı bu ısıyı doğrudan bir ısı motoruna aktarır. Çanak/motor sistemlerinde kullanılan en yaygın motor tipi Stirling motorudur. Bu sistem pistonları hareket ettirmek ve mekanik güç oluşturmak için alıcı tarafından ısıtılan havayı kullanır. Üretilen mekanik güç ise, elektrik üretmek için bir jeneratör veya

alternatörü çalıştırır. Güneş çanak/motor sistemleri, güneş enerjisini her zaman çanağın odak noktasında yoğunlaştırdığından 1380 °F 'den daha yüksek akışkan sıcaklıklarına ulaşmak mümkündür. Bu sistem diğer CSP teknolojileri arasında güneş enerjisinin elektrik enerjisine dönüşümünde en yüksek verimliliği sağlayan sistemdir.



Şekil 6. Solar ısı güç çanak/motor teknolojisi

1.2. Solar Enerji Sistemlerinin Çevre Etkileri

Solar enerji sistemleri/güç santralleri hava kirliliği, su kirliliği veya sera gazı üretmezler. Fakat her santralde olduğu gibi, büyük güneş enerji santralleri de buldukları yere yakın çevreyi etkileyebilir. İnşaat için arazinin temizlenmesi ve santralin kurulması, doğal bitki ve hayvanların yaşam alanları üzerinde uzun süreli etkilere sahip olabilir. Bazı güneş enerjisi santralleri, güneş kollektörlerini ve yansıtıcı aynaları temizlemek için veya türbin jeneratörleri soğutmak için su gerektirebilir. Bazı kurak bölgelerde büyük miktarlarda yeraltı suyu veya yüzey suyu kullanılması, bu su kaynaklarına bağlı ekosistemleri etkileyebilir. Bunlara ek olarak, bir solar kulesinin yarattığı yoğunlaşmış ışın demeti, ışın demetine giren kuşları ve böcekleri öldürebilir.

Solar ısı güç sistemleri ile ilgili yeni tasarımların olduğu bazı çalışmalar şöyle özetlenebilir. Andrea (2017) parabolik çanak yoğunlaştırıcılarda hava mikro gaz türbin sistemli kullanımı araştırmışlardır. Solar radyasyon verimini artırmak amacıyla yüksek sıcaklıklı bir sistem düşünülmüştür. Yıllık elektrik verimi %26.48 olan bu teknoloji CSP teknolojisine karşı enerji avantajını göstermiştir. Aynı şekilde bu sistem yüksek çalıştırma sıcaklığı nedeniyle ilk yatırım maliyetini ve teknolojik sorunları da azalttığı bildirilmiştir. Giocama vd. (2017) parabolik çanak kollektörler ve mikro gaz türbin üzerine kurulu bir küçük ölçekli yoğunlaştırılmış solar güç jeneratörü ile bir maliyet analizi yapmışlardır. Bu sistem elektrik güç üretimi veya birleşik ısı ve güç üretimi için sadece solar ısı ile veya fosil yakıt destekli kullanılabilen bir sistemdir. Sistem maliyeti hesaplandığında çanak-stirling sisteminden daha düşük fakat fotovoltaik panellerden daha yüksek olmuştur. Yüksek performanslı spesifikasyonlardan yararlanılması sistem maliyetini önemli derecede düşürmektedir. Bu maliyet seviyesinde bu sistemin fotovoltaik sistemlere karşı, olumlu çevresel, politik ve pazar şartlarında rekabet potansiyeli olduğu bildirilmiştir. Alemi vd. (2014) çalışmasında solar sürücülü bir reaksiyon buhar türbininin tasarımını ve performans analizini yapmıştır. Reaksiyon türbini yatay kurulumlu ve içiçe iki eksantirik silindirden oluşmaktadır. Dış silindir (rotor) sabit iç silindire (stator) göre dönmektedir. Yeniden suyla doldurulan sabit iç silindir içindeki su iç silindir duvarlarındaki deliklerden iki silindir aralığına akmaktadır. Solar toplayıcı ile ısınan dış silindir cidarı aralıktaki suyu kızgın buhara dönüştürmektedir. Kızgın buhar dış silindire teğet lülelerden çıkarak dış silindirin dönmesini sağlar. Üretilen tork bir alternatörde elektrik üretimi sağlamaktadır. Solar türbinin ana avantajı %3.7 'lik verimiyle sıcaklığa bağlı olmaksızın sabit bir tork üretmesi ve küçük ve orta ölçekli kullanılmasıdır. Mills (2004) çalışmasında yeni market yaklaşımları ve yeni

teknolojileri vurgulayarak çeşitli ileri solar ısı elektrik teknolojileri araştırmıştır. Market araştırmalarına göre önemin bilinen tek eksenli ve iki eksenli izleme teknolojilerden karşı yeni teknolojiler olan solar mikro gaz türbinli ve doğrusal fresnel yansıtıcı teknolojilerin önem kazanmaya başladığını ve buhar türbinli solar çanak teknolojiden kule teknoloji sistemlere geçişin olduğu bildirilmiştir.

2. SOLAR ISIL GÜÇ SIVI TÜRBİNLİ SİSTEM

Bu çalışmada, buhar çevrimli solar güç santrallerinde verim artırmak ve küçük ölçekli uygulamalarda kullanılmak üzere farklı tasarıma sahip bir solar güç üretim sistemi analiz edilmiştir. Önerilen sistemde buhar türbini yerine verimi daha yüksek olan bir sıvı türbini kullanılmıştır. Burada sistemin tasarımı ve solar dönüşüm çevrim analizi yapılmıştır. Sistemin diğer CSP sistemlerine göre avantajları ve farklı yönleri ortaya çıkarılmıştır. Tasarlanan yeni solar güç dönüşüm sistemi Şekil 7 üzerinde şematik olarak gösterilmiştir.

Şekil 7 'de görüldüğü gibi solar kollektör üzerinde ısıya dönüşen güneş enerjisi kollektörde bulunan bir sıvıyı buharlaştırmaktadır. Oluşan buhar bir boru hattı ile yerçekimine karşı belirli bir yüksekliğe çıkarılmaktadır. Bu yükseklikte bulunan buhar bir soğutma sistemi ile soğutularak tekrar sıvı faza geçmesi sağlanır. Yükseklik potansiyel enerjisi bulunan sıvı akışkan, su barajlarında olduğu gibi, aşağıda bulunan bir sıvı türbini içerisinden geçerek türbin milini döndürür. Türbin aracılığıyla sıvının potansiyel enerjisinin bir kısmı mekanik enerjiye dönüşmüş olur. Türbin mili ile dönen jeneratör mili mekanik enerjinin jeneratörde elektrik enerjisine dönüşmesini sağlar.

Görüldüğü gibi sistem solar ısı enerjisinin termodinamik bir çevrimle elektrik enerjisine dönüştürüldüğü bir sistemdir. Solar güç sisteminin dönüşüm verimi ise üretilen net elektrik gücünün kollektör üzerine düşen solar radyasyon gücüne oranı olur. Burada yüksekte buharın yoğunlaşmasını sağlayan soğutma ekipmanı ise elektrikle çalışan bir buhar sıkıştırımlı soğutma sistemi veya hava soğutmalı bir yoğunlaştırıcı sistemi olabilir. Bu solar ısı dönüşüm sistemi kapalı çevrimli bir ısı makinesidir. Isı makineleri bir ısı kaynağından (yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları) aldıkları ısıyı bir termodinamik çevrimle mekanik güce dönüştüren mekanik sistemlerdir. Bugün kullanılan içten yanmalı motorlar, doğalgaz veya kömürle çalışan termik santraller ve gaz türbinli motorlar birer ısı makinesi çeşididirler. Bugünün teknolojisi ile ısı makinelerinin ısı verimleri maksimum %40-45 civarındadır. Isıl verimleri ise ısı kaynağının sıcaklığına ve atık ısının atıldığı düşük sıcaklıktaki çevre ortamın sıcaklığına bağlıdır. Sıcaklık farkı artınca verim artmaktadır. Bu nedenle ısı enerji kaynağının çok yüksek sıcaklıkta olması ısı verimi artırmaktadır. Bu termodinamik çevrim bilgileri ile bu yeni solar güç sisteminin solar enerji dönüşüm verimi teorik olarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Solar enerji dönüşüm verimi: Alınan güneş radyasyon enerjisinin üretilen elektrik gücüne oranı olarak tanımlanır.

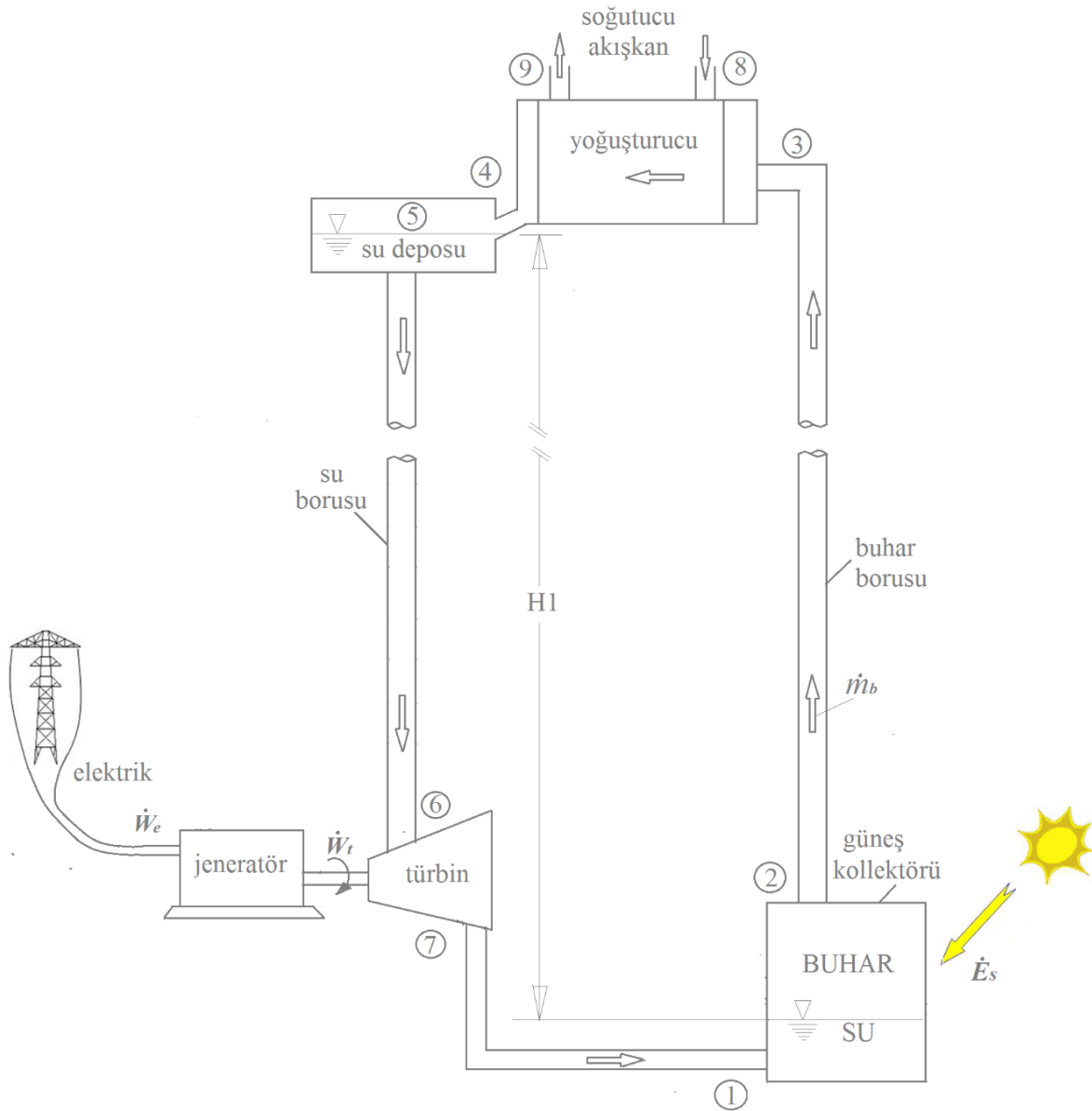
$$\eta_s = \frac{\dot{W}_e}{\dot{E}_s} \quad (1)$$

\dot{W}_e : jeneratörde üretilen elektrik gücü (kW)

\dot{E}_s : kollektöre düşen güneş ışınım gücü (kW)

H1 su sütunu yüksekliği akışkanın yükseklik potansiyel enerjisidir. Şekil 7 'de görüldüğü gibi 5 ve 1 noktaları arasında genel enerji denklemi yazılırsa aradaki basınç farkı bulunur. 1 noktasındaki basınç 5 noktasındaki basınçtan daha yüksek olacaktır çünkü yüksek basınçtan düşük basınca doğru akış gerçekleşir.

$$\frac{P_5}{\rho_s g} + \frac{V_5^2}{2g} + Z_5 = \frac{P_1}{\rho_s g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + h_t + h_{k1} \quad (m) \quad (2)$$



Şekil 7. Sıvı türbinli solar ısıl güç çevrim santrali

$V_1 = V_5 = 0$ (su serbest yüzeyi) $Z_1=0$ $Z_5=H_1$ (1 noktası düşey yönlü sıfır referans noktasıdır)

$$P_1 - P_5 = \rho_s g (H_1 - h_t - h_{k1}) \quad (\text{Pa}) \quad (3)$$

ρ_s = suyun yoğunluğudur $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$

h_t = türbine geçen akışkan yükseklik yükü (m)

h_{k1} = 1 – 5 arasında, su tarafı, akış sürtünme yük kaybı (m)

1-5 arasında buhar tarafı için genel enerji denklemi uygulanırsa

$$\frac{P_1}{\rho_b g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_5}{\rho_b g} + \frac{V_5^2}{2g} + Z_5 + h_{k2} \quad (\text{m}) \quad (4)$$

$$P_1 - P_5 = \rho_b g (H_1 + h_{k2}) \quad (\text{Pa}) \quad (5)$$

ρ_b = buhar yoğunluğudur $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$

$h_{k1} = 1 - 5$ arasında, buhar tarafı, akış sürtünme yük kaybı (m)

Denklem 5 'te $\rho_b g H_1$ buharın H1 sütün ağırlığından dolayı oluşan basıncıdır. Sistem çevrimde çalışırken çevrim akışkanının debisi üretilen buharın debisine eşit olacaktır.

$$\dot{m} = \dot{m}_b \quad (\text{kg/s})$$

Güneş kollektöründe suyun buharlaşmasına geçen solar ısı gücü (Q_s) 1 ve 2 noktalarında, sırasıyla, suyun ve buharın entalpi farkından bulunur.

$$\dot{Q}_g = \dot{m}_b (h_2 - h_1) \quad (\text{kW}) \quad (6)$$

Yoğuşturucuda yoğuşan buhardan soğutma akışkanına birim zamanda geçen ısı yoğuşturucu-nun giriş (3) ve çıkış (4) noktalarındaki, sırasıyla, buhar ve suyun entalpi farkından bulunur.

$$\dot{Q}_c = \dot{m}_b (h_3 - h_4) \quad (\text{kW}) \quad (7)$$

Buharın yoğuşması için soğutma akışkanına geçen ısı yoğuşturucu giriş çıkışları entalpi farkından bulunur. Suyun yoğuşması sonucu açığa çıkan gizli ısının bir kısmı yoğuşturucu yüzeylerinden çevre havaya geçerken kalan kısmı ise soğutucu akışkana geçer.

$$\dot{Q}_L = \dot{m}_{soğ.} (h_9 - h_8) \quad (\text{kW}) \quad (8)$$

$\dot{m}_{soğ.}$ = soğutucu akışkan debisi (kg/s)

\dot{Q}_L = birim zamanda soğutucu akışkana geçen ısı

Soğutma makinesinin tükettiği elektrik gücünü hesaplamak için soğutma makinesinin etkinlik katsayısı COP_{sm} ise aşağıdaki bağıntıdan,

$$\dot{W}_{sm,e} = \frac{\dot{Q}_L * COP_{sm}}{\eta_m} \quad (\text{kW}) \quad (9)$$

η_m : soğutma kompresörünü çalıştıran elektrik motorunun mekanik verimidir.

Su türbininde üretilen mil gücü ise giriş çıkış arasındaki basınç farkından veya h_t 'den bulunur.

$$\dot{W}_t = \frac{\dot{m} v (P_6 - P_7)}{\eta_t} = \frac{\dot{m} g h_t}{\eta_t} \quad (\text{kW}) \quad (10)$$

η_t : türbin verimi v : suyun özgül hacmi (m^3/kg)

Türbinde üretilen mil gücü Jeneratörde elektrik gücüne dönüştürülür ve verim bağıntılarından sistemde üretilen elektrik gücü ise aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\dot{W}_{e,\zeta} = \frac{\dot{W}_t}{\eta_j} \quad \eta_j : \text{jeneratör verimi} \quad (11)$$

Solar ısı güç santrali soğutma makinesi ile birlikte kapalı bir termodinamik sistem olarak ele alınırsa sistemden çıkan net elektrik gücü kapalı sistem enerji denkleminde bulunur.

$$\dot{W}_{e,\zeta} = \frac{\dot{Q}_g - \dot{Q}_c - \dot{W}_{sm,e}}{\eta_t * \eta_j} \quad (\text{kW}) \quad (12)$$

Yukarıda verildiği gibi termodinamik analizi yapılan sistem buhar türbinli sisteme göre daha yüksek verimli bir sistem olacağı görülmektedir. Verimin doğrudan teorik analizi zordur. Çünkü sistem sürtünmelerini ve ısı kayıplarının bilmek zordur. Çünkü su türbini buhar türbinlerine göre daha yüksek verimli cihazlardır. Bunun için deneysel çalışmalara ihtiyaç vardır.

3.2. Sistem Avantajları

Teorik hesaplamaları yapılan sistem diğer solar ısı güç sistemlerine göre aşağıda verilen bazı avantajlara sahip olacağı düşünülmektedir.

- Kapalı çevrimli bir sistem olduğundan yoğunlaştırıcıda atmosfere su kaybı yoktur bu nedenle diğer solar güç santrallerine göre su ekleme problemi de olmaz.
- Pahalı yoğunlaştırıcı güneş kolektörlerinin kullanılması zorunlu değildir kapalı çevrimli bir sistem olduğundan su yerine düşük ısıda buharlaşabilen soğutma akışkanları da kullanılabilir. Düz güneş kolektörleriyle bu sıvılar düşük sıcaklıklarda buharlaştırılabilir.
- Yüksek yapılar için uygun bir sistemdir. Çatıda yoğunlaştırıcı bölümü ve bahçede güneş kolektörü ve türbin jeneratör grubu olarak kurulabilir. Bu şekilde 100-200 m gibi yükseklikte su potansiyelleri elde edilebilir.
- Elektrik tüketiminin az olduğu gündüz vakitlerinde fazla enerji çatıda su olarak depo edilebilir ve gece vakitlerinde türbinden geçirilerek tüketime sunulur.
- Çatıda güneş enerjili adsorbsiyonlu soğutma sistemi kullanıldığında sistem verimi daha da artacaktır.
- En büyük avantajı ise buhar türbinli sistemlere göre su türbinli sistemin mekanik verimi-nin daha yüksek olmasıdır.

4. SONUÇ

Bu çalışmada solar ısıl enerji kaynağından yararlanarak kapalı çevrimli yeni bir solar ısı makinesi tasarlanmıştır. Kapalı çevrimli sistem su-buhar faz değişimli bir termodinamik çevrimdir. Buhar güç çevrimli sistemlerle benzer bir sistemdir. Bunlardan farkı ise buhar türbinin yerini su türbini almıştır. Genel olarak su türbinleri buhar türbinlerine göre daha yüksek verimli akış makineleridir. Bu kapalı çevrimde solar ısı ile üretilen buhar yerçekimine karşı belirli bir yüksekliğe çıkartılmaktadır. Bu yükseklikte yoğunlaştırılan buhar sıvı faza geçmektedir. Yükseklik potansiyel bulunan su sağladığı basınçla aşağıda bulunan bir türbinden geçerek mekanik mil gücüne dönüştürülmektedir. Üretilen mekanik güç jeneratörde elektrik gücüne dönüştürülmektedir. Sürekli akışlı bir sistemdir.

Burada çevrim sistem enerji dengesi ve basınç kayıpları yönünden teorik olarak analiz edildi. Analizler sonucu çevrim verimi ve solar dönüşüm verimlerinin hesaplama bağıntıları ortaya çıkarıldı. Ayrıca sistemin diğer solar ısıl güç sistemlerine göre avantajlı yönleri açıklandı. Teorik olarak analizi yapılan solar ısı makinesinin verim hesaplamalarını yapmak ve uygulanabilir bir sistem olduğunu göstermek için deneysel çalışmalar ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- 1) Mills D. (2004). Advances in solar thermal electricity technology. Solar Energy Volume 76, Issues 1–3, 2004, Pages 19-31
- 2) Andrea Giostri, Ennio Macchi (2016). An advanced solution to boost sun-to-electricity efficiency of parabolic dish. Solar Energy 139, 337–354.
- 3) Giacomo Gavagnin, David Sánchez, Gonzalo S. Martínez, José M. Rodríguez and Antonio Muñoz (2017). Cost analysis of solar thermal power generators based on parabolic dish and micro gas turbine. Manufacturing, transportation and installation. *Applied Energy* Volume 194, Pages 108-122
- 4) Abdul Hai Alami, Anis Allagui (2014). Design and analysis of a compact solar-driven constant-torque reaction steam turbine. *Energy Conversion and Management* 79, 456–460
- 5) Andrea Giostri (2017). Preliminary analysis of solarized micro gas turbine application to CSP parabolic dish plants. *9th International Conference on Applied Energy, ICAE 2017*, 21-24 August 2017, Cardiff, UK

VERİMLİ VE MALİYETLİ YENİ BİR RÜZGAR TÜRBİNİN TASARLANMASI VE TEORİK ANALİZİ

Dr. Öğr. Üyesi Hasan DÜZ

ÖZET

Yüzyıl önceki iklim ve atmosferik şartlar günümüzden çok farklı olarak temiz ve doğal döngüdeydi. Fosil yakıt tüketimi ile başlayan egzost gaz salınımı atmosfer havasını ve suyu kirletmekle birlikte saldığı karbondioksit gazı küresel ısınma problemine neden olmuştur. Kutuptaki buzulların erimesiyle küresel ısınma etkisini göstermeye başlamıştır. Günümüzde teknolojiyle yaşam artık vazgeçilmez olmuştur. Gelecekte çevresel sorunlarla karşılaşmamak için fosil tüketim yerine güneş, rüzgar gibi yenilenebilir enerjilere hızla geçilmelidir. Rüzgar enerjisi zaman zaman ve yer yer bulunabilen ve gücü yüksek önemli yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Günümüzde rüzgar enerjisinden yararlanmak en çok uygulanan yenilenebilir enerji yöntemidir. Rüzgar enerjisi genelde rüzgar türbinleriyle doğrudan elektriğe dönüştürülür. Bugün kullanılan türbinler verimleri düşük (maksimum % 30-40) maliyetleri ise çok yüksek olabilmektedir. Bu çalışmada daha yüksek verimli ve maliyetli bir rüzgar türbini tasarlamak için teorik ve tasarım içeren bir analiz yapılmıştır. Sunulan teoride maksimum türbin verimi %50 civarında olmakla birlikte diğer türbinlere göre işletme maliyetleri ve ilk yatırım maliyeti düşük olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Rüzgar, Rüzgar Enerjisi, Enerji Dönüşümü, Rüzgar Türbini

1. GİRİŞ

Bugün dünya üzerinde yaşayan insanların gereksinimleri, sosyal ve konforlu yaşamaları tümüyle enerji tüketen makinelere bağlanmıştır. Geçmiş yıllardaki enerji kullanım miktarları daima artan bir eğilim gösterdiğinden enerji tüketimi gelecekte de benzer şekilde artmaya devam edecektir. Bu enerji ihtiyacının çok büyük kısmı ise fosil kaynaklardan sağlanmaktadır. Fosil kaynaklar petrol, kömür ve doğalgaz olarak bilinmektedir. Günümüzde enerji konusu devletlerin uluslararası politikalarını belirlemede en önemli öğelerden biri haline gelmiştir. Fosil kökenli enerji kaynaklarının yanması sonucu büyük miktarda egzost gazı emisyonu uzun yıllardır atmosfere verilmektedir. Bununla etkisi ile küresel ısınma, hava kalitesinde bozukluklar, su kaynaklarının kirlenmesi gibi durumlar ortaya çıkmıştır. Petrol krizleri sonucunda gelişen arz güvenliği kavramı, 1980 'lerden itibaren ise temiz çevreye verilen önemin artması, Rio Sözleşmesi, Kyoto Protokolü, AB 'nin direktiflerinin etkisi ile yenilenebilir enerji kaynakları konusunda yapılan çalışmalar bu konudaki teşviklerin de etkisi ile artmıştır (Akdağ, (2008)). Sera gazları güneşten gelen radyasyonu diğer hava bileşenlerine göre bünyelerinde daha fazla hapsederler bu nedenle küresel ölçekte atmosfer havası mevsimlik ortalama sıcaklığının az biraz üstüne çıkmıştır ve bu küresel ısınma problemi olarak anılmaktadır. Küresel ısınmayı engellemek ve miktarı sınırlı olan fosil kaynaklara karşı alternatif kaynakları bulmak için pek çok yöntem önerilmesine rağmen şu an için en etkili yöntem yenilenebilir enerjilerden yararlanmaktır. Tümüyle temiz olan bu yenilenebilir enerjiler güneş, rüzgar, jeotermal, biokütle ve hidrolik enerji kaynaklarıdır. Hidrolik ve Rüzgar eskiden beri kullanılan yenilenebilir enerjilerdir. Yel değirmenlerinde tahıl öğütmek, kuyudan su çıkarmak, yelkenlerle gemileri yürütmek ve son zamanlarda barajlardan elektrik üretmek gibi kullanım alanı çokça bulmuş enerji kaynaklarıdır. Fakat petrolün bulunması ile enerjinin kolay ulaşılabilir olması ve sunduğu muazzam gücün büyüklüğü barajlardan yararlanmak dışında yenilenebilir enerjileri rafa bırakmıştır. Bu nedenle bu tür yenilenebilir enerji kaynakları araştırılması ve geliştirilmesi zamanla kesintiye uğramıştır.

İnsan eliyle doğaya zarar verilmiş bu yüzyılın en büyük problemi küresel ısınma olmuştur. Küresel ısınmanın önüne geçilmezse gelecekte çok büyük mevsim anormalliklerin ve kuraklıkların görüleceği kestirilmektedir. Bu nedenle yenilenebilir enerjilere geçilmesi, mevcut enerjinin

optimum kullanılması, enerjiyi az tüketen makinelerin ve yöntemlerin geliştirilmesi, sera gazlarının azaltılması gibi uygulamaları başlatmak artık bir zorunluluk olmuştur. Bugün sağlanan devlet teşvikleri ve destekleri sayesinde rüzgar ve güneş enerjisi artık pek çok gelişmiş ve gelişen ülkelerde uygulamaya sokulduğu görülmektedir. Rüzgar enerjisi yenilenebilir enerji üretimi metodları arasında potansiyeli en yüksek olan birisidir. Bu sebeple de kullanımı dünya çapında hızla yaygınlaşmaktadır. Rüzgar enerjisi ayrıca endüstrinin yarattığı iş imkanları ile ekonomik fayda da sağlar (Gökhan, (2007)).

Rüzgar enerjisinin mekanik enerjiye dönüşümünde çok çeşitli rüzgar türbinlerinin kullanıldığı görülmektedir. Rüzgar enerji dönüşümü için farklı tasarımlarda kanatlar kullanılmıştır. Kanatlar, rüzgar enerjisinin mekanik enerjiye dönüşümünde doğrudan sorumlu yapılardır. Kanat üzerinden esen rüzgar kaldırma kuvveti yaratarak kanadı harekete zorlar. Genelde bir eksene göre bu kuvvetin yarattığı moment, dairesel harekete dönüşmektedir. Dönen türbin mili rüzgar enerjisinin mekanik mil gücüne dönüşmüş halidir. Türbin mili jeneratörü çalıştırır ve sonucunda elektrik gücü üretilir. Şimdiki rüzgar türbin teknolojisi rüzgar enerjisinin, daha çok, doğrudan elektrik enerjisine dönüşümünden sorumlu sistemlerdir. Bu türbin teknolojisi kanadın ürettiği hareket bakımından yatay eksenli, düşey eksenli ve eğik eksenli olarak iki kısma ayrılmıştır.

1.1. Yatay Eksenli Rüzgar Türbinleri

Bu türbinlerde; dönme eksenini rüzgar yönüne paralel, kanatlar rüzgar yönüne dikdir. Bu türbinlerde rotor kanatların sayısı azaldıkça rotor daha hızlı dönmektedir. Bu türbinlerin verimi yaklaşık %45 civarındadır. Yatay Eksenli Rüzgar Türbinleri genel olarak yerden 20-30m yüksekte ve çevredeki engellerden 10m yüksekte olacak şekilde yerleştirilmektedir.



Şekil 1. Yatay eksenli üç kanatlı rüzgar türbinleri

1.2. Dikey Eksenli Rüzgar Türbinleri

Dönme eksenleri rüzgar yönüne dik ve düşey olan bu türbinlerin kanatları da düşeydir. Bu türbinler her yönden rüzgarı kabul edebilme üstünlüğüne sahiptir. Bu türbinlerin verimi yaklaşık %35 'dir. Türbinlerin üreteç ve vites kutusu toprak seviyesinde kurulabildiğinden kuleye gerek duymazlar. Bu yüzden düşük rüzgar hızlarında çalışmak zorunda kalırlar ve "yaw" mekanizmasına ihtiyaçları yoktur. Az miktarda su pompalamak için tasarlanmışlardır. Kanat sayısının artması malzeme ağırlığını da beraberinde getirdiğinden, yüksek rüzgar hızlarında verimsiz çalışır.



Şekil 2. Dikey eksenli rüzgar türbinleri

1.3. Literatür Araştırması

Dünyadaki mevcut toplam teknik rüzgâr potansiyeli yılda 53000 TWh 'tir ve bu dünyanın 1998 yılındaki toplam elektrik tüketiminin yaklaşık 4 katıdır. 2020 yılına kadar dünya elektriğinin %10'nu rüzgâr gücüyle sağlansa bile hala bu potansiyelin çoğu kullanılmamış olacaktır. Dünya rüzgâr enerjisi piyasasında 2004 yılında Almanya 16000 MW kurulu güç ve 1/3 payla birinci, %25 ile ABD ikinci, %15 ile İspanya üçüncüdür (Faruk).

Rüzgâr yatırım maliyeti 1980 yılında 3000 \$/kW iken, 2000 yılında 980 \$/kW 'a düşmüş ve bu sürede 20 sent/kWh olan üretim maliyeti de 7 sent/kWh 'e düşmüştür (Haas (2002); Moody (2002)). Birçok rüzgâr türbini üreticisi firma yeni geliştirdikleri santrallerle 5 m/s 'nin altındaki ve 20 m/s 'nin üstündeki rüzgâr hızlarında da çalışan türbin rotorları kullanmışlardır ve maliyeti 4-5 sent/kWh'e kadar garanti edebilmektedirler (Anonim, (2004)). Halen petrol ve doğal gazla elektrik enerjisi üretim maliyeti 4-6 sent/kWh olduğu düşünülürse, artık günümüzde rüzgâr santrallerinin konvansiyonel sistemlerle rahatlıkla rekabet edebileceği düşünülmektedir. Parezanovic vd. (2006) rüzgar türbinleri için yeni kanat profilleri tasarlamak amacıyla NACA 63(2)215, FFA-W3-211 ve A-AIRFOIL kanat profillerini kaldırma kuvveti ve sürüklenme kuvveti yönünden incelemişlerdir. Tangler ve Somers (1995) benzer şekilde yatay eksenli rüzgar türbinleri için NREL serisi kanatları kaldırma kuvveti ve sürüklenme kuvveti yönünden incelemişlerdir. Jang v.d. (1998) Gurney flap adını verdikleri %1 ile %3 veter uzunluğu arasında değişen düz flaplı NACA 4412 kanat profili için sayısal çalışma gerçekleştirmişlerdir.. Selig ve McGranahan (2004) Amerikada düşük hızlı rüzgar bölgelerinde kullanılmak üzere yüksek verimli, sessiz ve küçük rüzgar türbinlerini tasarlamak amacıyla E387, FX 63-137 (C), S822 (B), S834, SD2030 (B) ve SH3055 kanat profillerini aerodinamik ve aeroakustik durumlarını deneysel olarak test etmişlerdir.

2. RÜZGAR ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ TEORİK ANALİZİ

Rüzgar yeryüzünün, güneş etkisiyle, ısınması ve soğuması sonucu havanın farklı sıcaklıklarda olması ile oluşan bir hava hareketlenmesidir. Soğuk ve sıcak hava arasındaki yoğunluk farkı, yerçekimsel kuvvetlerin etkisiyle, bölgeler arasında basınç farklarına neden olur. Atmosferdeki bu basınç farkları büyük küçük her türlü rüzgarı oluşturur. Hava hareketinden dolayı bir kinetik enerjiye sahiptir bu enerjiye rüzgar enerjisi denir. Rüzgar enerjisi dolaylı olarak güneş kaynaklı bir enerjidir. Güneşten gelen radyasyon enerjisinin önce ısı ve sonra hareket enerjisine dönüşmesidir. Var olan enerji yok olmaz, korunur ve enerji sadece form değiştirir. Rüzgar enerjisi yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Bugün pek çok değişik rüzgar türbinleri ile rüzgar enerjisi elektrik veya mekanik enerjilere dönüştürülmektedir. Rüzgar enerjisi diğer enerjilere dönüşümü hiçbir zaman yüzde yüz

olmaz. Bunun teorik üst limiti ise betz limiti ile verilmiştir. Betz limitine göre rüzgar enerjisinin ancak %59 'u mekanik enerjiye dönüştürülebilir. Bugün kullanılan rüzgar türbinlerinin verimleri ise %40-45 civarında maksimumdur. Rüzgar enerjisinin kanat teknolojisi ile mekanik enerjiye dönüşümünde kanat üzerinde havanın yarattığı kaldırma kuvveti ile oluşmaktadır. Kaldırma kuvveti türbinlerde dairesel hareket yaratır ve sonucunda üretilen tork ile mekanik güç veya elektrik gücü sağlanır.

Bugün gücü 1MW bile geçen çok büyük yatay eksenli rüzgar türbinleri vardır. Kullanılan bu türbinler çok maliyetlidir ve devasal olduklarından kurulumları ve bakımları zor olmaktadır. Yüksek çok yüksek rüzgar hızlarında koruma amaçlı kapatılmaktadırlar. Küçük, orta ölçekli uygulamalar için pek çok rüzgar türbini çeşidi geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları uygulama alanı bulmuştur.

Bu çalışmada ise farklı bir rüzgar türbin tipi düşünülmüştür. Bu rüzgar türbini dairesel hareket üreten diğer türbinlere göre doğrusal hareket üretmektedir. Eski yelkenli gemilerden esinlenmiştir. Yelkenli gemiler rüzgar gücü ile denizde hareke edebilmekteydiler. Doğrusal hareket eden bir kanat yapısının rüzgar enerjisindeki maksimum dönüşüm verimini öğrenmek için teorik bir hava akış analizi yapılmıştır.

Yere göre hızı V olan bir hava hareketinde birim kütlesi başına sahip olduğu kinetik enerji aşağıdaki bağıntıdan hesaplanır.

$$E_r = \frac{1}{2} V^2 \quad \left(\frac{J}{kg} \right) \quad (1)$$

A kesit alandan birim zamanda geçen havanın kütlesi \dot{m} (kg/s) ise rüzgar gücü

$$\dot{E}_r = \frac{1}{2} \dot{m} V^2 \quad (W) \quad \dot{m} = \rho_h V A \quad (kg/s)$$

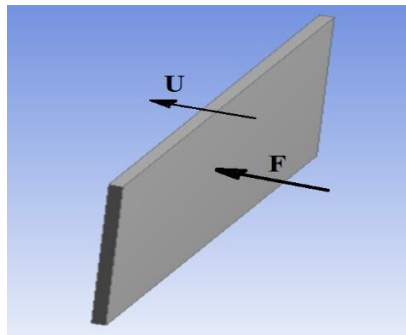
ve yerine yazılırsa

$$\dot{E}_r = \frac{1}{2} \rho_h A V^3 \quad (2)$$

E_r , A alandan geçen havanın gücüdür veya birim zamanda alanı geçen rüzgarın enerjisidir. Çıkan denklemde görüldüğü gibi rüzgarın gücü alanla ve hızın küpü ile doğru orantılıdır. Rüzgar hızının iki kat artması rüzgar gücünü sekiz kat artırdığı görülür. Denklem rüzgar hızının güç üretiminde çok önemli bir parametre olduğu göstermektedir.

Şekil 3 'te gösterildiği F kuvveti etkisiyle U hızıyla doğrusal hareket eden bir plaka düşünülürse kuvvetin yaptığı iş gücü aşağıdaki ifadeyle bulunur.

$$\dot{E}_y = F * U \quad (W) \quad (3)$$



Şekil 3. U hızıyla sürüklenen eden plaka

Eğer plaka rüzgara dik tutulur ve rüzgar itmesi sonucu U hızıyla hareket ediyorsa F itme kuvveti plaka hızı ile rüzgar hızı arasındaki bağıl hızdan oluşur. Bu kuvvet plaka sabit hareketsiz olursa

maksimum ve rüzgar hızında hareketliyse değeri sıfır olan bir kuvvettir. Her iki durumda plakanın yaptığı iş gücü sıfır olur. Bağlı hızdan gelen itme kuvveti momentum korunum denkleminde bulunabilir.

$$F = \dot{m} (V - U) \quad F = \rho_h VA(V - U) \quad (4)$$

Denklemden yerine yazılırsa

$$\dot{E}_y = F * U = \dot{m} (V - U) * U = \dot{m} (VU - U^2) \quad (5)$$

Denklemden ρ_h havanın yoğunluğudur. Görüldüğü gibi plakanın rüzgar sürüklenme gücü plaka hızına kesit alanına ve rüzgar hızına bağlıdır. Rüzgar hızı müdahale edilemeyen bir parametre olduğundan birim alanda maksimum sürüklenme gücü elde etmek için plakanın sürüklenme hızı ayarlanabilir. Plakanın sabit hızlı hareketinde üretilen sürüklenme gücü tümüyle plakaya yüklenen iş gücüne dönüşür. Bu nedenle plaka sürüklenmesine karşı yük artırıldığında hız düşer sürüklenme kuvveti ise artar. Maksimum bir plaka sürüklenme gücü elde etmek için güç denklemi U hızına göre türevi sıfıra eşitlenebilir.

$$\frac{d\dot{E}_y}{dU} = \dot{m} (V - 2U) = 0 \quad U = \frac{V}{2}$$

Bulunan F ve U denklemlerine yazılırsa

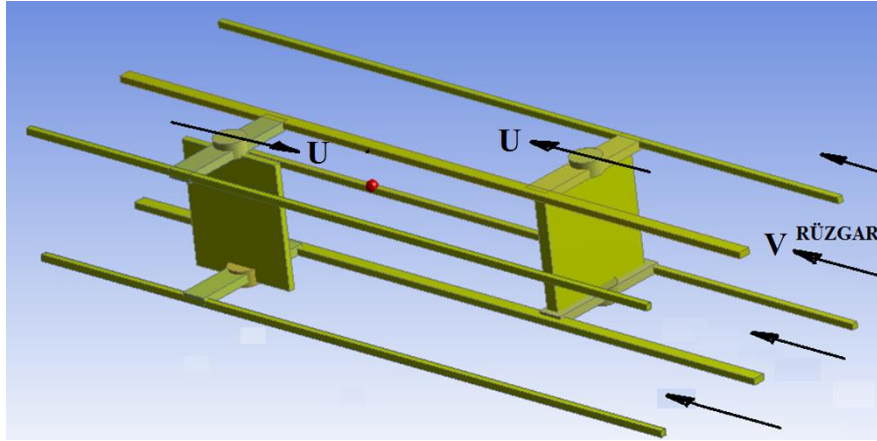
$$F = \dot{m} (V - U) = \dot{m} \left(V - \frac{V}{2} \right) = \dot{m} \frac{V}{2}$$

$$\dot{E}_{P,max} = F * U = \dot{m} * \frac{V}{2} * \frac{V}{2} = \frac{1}{4} \dot{m} V^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \dot{m} V^2 \right) \quad (6)$$

Son denklemden görüldüğü gibi plaka rüzgar hızının yarısı olacak şekilde sürüklenirse plaka maksimum sürüklenme gücüne sahip olur. Bu sürüklenme gücü rüzgar gücünün yarısına eşit bir güçtür. Bu teorik analiz plakanın doğrusal sürüklenme hareketi ile rüzgar gücünün yarısının mekanik güce dönüştürülebileceğini göstermektedir. Doğrusal harekete karşı sürtünmeleri az olan bir sistem için %45-50 arasında bir güç elde edilebileceğini göstermektedir. Rüzgar hızının değeri sensör bilgileriyle öğrenildiğinde plakaya gelen iş yükü kuvveti $\dot{m} * V/2$ olacak şekilde otomatik ayarlanabilir ve bu durumda her zaman rüzgar gücünün yarısı mekanik güce dönüştürülmüş olur.

3. Türbin Tasarımı

Teorik analiz gerçekleştirmek için aşağıda şekli verilen bir türbin sistemi düşünülmüştür. Burada rüzgara dik doğrusal hareket üretecek iki plaka düşünülmüştür. Plakalar L uzunluğunda bir türbinde, karşılıklı, git-gel hareketi yapacaklardır. Bu doğrusal harekette plakalardan biri rüzgar gücü ile doğrusal hareket ederken diğer plaka ise tekrar rüzgar yüklemesi için türbin başına geri dönmektedir. Geri gelen plaka sürüklenen plakanın hareket gücü ile geri getirilmektedir. Bu plakalar 90° lik açıyla açılıp kapanabilmektedirler. Rüzgar yönünde doğrusal harekette plaka rüzgara dik durumda geri dönüşte ise rüzgara paralel durumdadır. Geri dönüş hareketinde ihmal edilebilecek az bir direnç vardır. Bu nedenle bir plakanın sürüklenme gücünün az bir kısmı geri dönüş ve diğer hareket sürtünmelerine harcanacaktır. Rüzgar türbinin çalışmasında %45-50 arasında bir rüzgar dönüşüm veriminin olacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 4. Doğrusal hareketli rüzgar türbin modellemesi

Rüzgar türbini için farklı kanat konfigürasyonları da düşünülebilir. Örneğin tek plaka yerine her biri kendi ekseninde dönebilen birkaç plaka birleşiminden de oluşabilir. Plakalar yerine yelkenli gemilerde olduğu gibi bir branda da kullanılabilir. Bu durumda daha ekonomik bir yapı olur.

Düşünülen türbin tipinin avantajları ise aşağıda sıralanabilir.

- Diğer kanat tiplerine göre plaka imalatı daha basit ve ucuz olacaktır.
- Diğer kanatlara göre düzlemsel kanadın imalatında tüketilen enerji çok daha az olacaktır.
- Komple türbin sistemi üç kanatlı türbinlere göre çok daha ucuz olacaktır.
- Periyodik bakımlar diğer kanatlı büyük türbinlere göre daha kolay olacaktır.
- Düşük rüzgarda ve çok yüksek rüzgarda enerji üretebilen olacaktır.
- Kanatlar dört ucundan iskelet yapıya monteli olduklarında yüksek rüzgarlarda kanatların tahrip olması zordur.

4. SONUÇ

Bu çalışmada yenilenebilir enerjiden daha verimli yararlanmak için yeni bir rüzgar türbin tipi önerilmiştir. Yelkenli gemilerde rüzgar gücünden yararlanmak için kullanılan yelkenlerden esinlenerek yeni bir kanat tipi düşünülmüştür. Bu kanat tipi rüzgar yönüne dik düzlemsel bir kanat olup rüzgar itmesi sonucu rüzgar yönünde doğrusal hareket etmektedir. Doğrusal hareket sonucu rüzgar gücü mekanik güce dönüştürülmüş olur. Aerodinamik analizi yapılan bu kanat tipi, maksimum güç üretebilmesi için rüzgar hızının yarısı olacak şekilde bir hızda doğrusal hareket etmesi, gerekli olduğu bulunmuştur. Bu yarı hızda hareket rüzgar gücünün %50 'si mekanik güce dönüştürülebilmektedir. Rüzgar esinti hızına göre düzlemsel kanadın hızı iş yükü değiştirilerek her daim ayarlanabileceği görülmektedir. Bu da düzlemsel kanatlı türbinin veriminin her rüzgar hızında %50 olacağı anlamına gelir. Teorik analizi bu şekilde çıkan düzlemsel kanat, diğer dairesel hareket üreten kanatlı türbinlere göre, yüksek verim yanında düşük maliyeti ile daha avantajlı olacağı görülmektedir. Bu türbin tipini önermek ve teorik analizi doğrulamak amacıyla deneysel çalışmaların da yapılması gerektiği görülmektedir.

KAYNAKLAR

- 1) Nida Nurbay, Ali Çınar. Rüzgar Türbinlerinin Çeşitleri ve Birbirleriyle Karşılaştırılması, www.emo.org.tr
- 2) Akdağ, Seyit Ahmet (2008) Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Ve Ekonomik Analizinde Weibull Dağılımının Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi. <https://polen.itu.edu.tr/handle/11527/12854>
- 3) Gökhan Emniyetli (2007). Eysel elektrik ihtiyacının karşılanması için rüzgar türbini ve tasarımı.yüksek lisans tezi. <http://dSPACE.trakya.edu.tr>.

- 4) Faruk Köse, Muammer Özgören. Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Ölçümü Ve Rüzgâr Türbini Seçimi. Mühendis ve Makina - Cilt: 46 Sayı: 55
- 5) Haas, L. (2002). "Yeni Enerji Kaynağı: Rüzgâr Gücü", Deutschland, sayı 6, Say. 44-49
- 6) Moody, S. M.-Stuart (2002). "A Blueprint to Achieve 12% of the World's Electricity From Power by 2020", Co-Chair G8 Renewable Energy Task Force 2001-2, European Wind Energy Association.
- 7) Anonim, "Wind Power Economics", Renewable Energy House, Brussels, Belgium, 2004, www.ewea.org
- 8) Jang C. S., Ross J. C. and Cummings R. M. (1998), Numerical Investigation of an Airfoil with a Gurney Flap, Aircraft Design, 1(2), 75-85
- 9) Selig M.S. and McGranahan B.D. (2004) " Wind Tunnel Aerodynamic Tests of Six Airfoils for Use on Small Wind Turbines", NREL/SR-500-34515, National Renewable Energy Laboratory 1617 Cole Boulevard, Golden, Colorado 80401-3393 303-275-3000. www.nrel.gov.tr
- 10) Parezanovic V., Rasuo B. and Adzic M. (2006) "Design of Airfoils for Wind Turbine Baldes", The French-Serbian European Summer University : Renewable Energy Sources and Environment-Multidisciplinary Aspect, 17-24, Rnjačka Banja, Serbia
- 11) Tangler J. T. and Somers D. M. (1995), NREL Airfoil Families for HAWT, Proc. WINDPOWER'95, Washington D.C., ABD, 117-123

HİDROELEKTRİK SANTRALLERDE CEBRİ BORU GİRİŞ KAPAĞINDA BULUNAN PİRİNÇ CONTALARIN SIZDIRMAZLIKLARININ ARAŞTIRILMASI

Gökhan KAHRAMAN¹
Yahya TAŞGIN²

ÖZET

Hidroelektrik santraller mevcut potansiyeli, çevreye zarar vermemesi ve yenilenebilir enerji kaynağı oluşu sebebiyle dünya genelinde önemli bir konuma sahiptir. Hidroelektrik santrallerin işletme ve bakım masrafları fosil yakıtlardan elektrik üreten diğer santrallere göre kayda değer bir miktarda düşüktür ve verimleri %90'nın üzerindedir. Fakat Hidroelektrik santrallerde elektrik üretimi için kullanılan su santralin bazı teçhizatlarında kullanılmadan boşa gitmektedir. Bu tür sızıntı ve kaçak suları en aza indirmek bu suların çok değerli bir enerji kaynağı olan elektrik üretiminde kullanılmasını sağlayacak ve ulusal ekonomiye hiçte küçümsenmeyecek bir katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada; Keban hidroelektrik santralının cebri boru giriş kapakları kapatıldığı zaman oluşan kaçak suyu önlemek için yapılan yenileme çalışması incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda kaçak suyun ne kadar azaltıldığı ölçülmüş ve elektrik üretimine katkısı hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hidroelektrik, Cebri Boru Giriş Kapağı, Kaçak Su

ABSTRACT

Hydroelectric power plants have an important position worldwide due to their potential, environmental and renewable energy resources. The operating and maintenance costs of hydroelectric power plants are considerably lower than fossil fuels from other power generating plants and their efficiency is over 90%. However, the water used for the generation of electricity in hydroelectric power plants is wasted without being used in some installations of the power plant. Minimizing such leakage and leakage water will ensure that these waters will be used in electricity generation, which is a very valuable energy source, and will make a contribution that will not be underestimated in the national economy. In this study; The renovation work to prevent leakage from the penstock entrance doors of the Keban hydroelectric power plant has been investigated. As a result of the study, it was measured how much leakage water was reduced and its contribution to electricity production was calculated.

Keywords: Hydroelectricity, Penstock Inlet Cover, Leakage Water

1. GİRİŞ

Hidroelektrik santraller, fosil yakıtlarla üretim yapan santrallere göre çevreye en az zarar veren enerji üretim yollarından biridir. İşletilme sürecinde herhangi bir zararlı atık oluşmamakta ve enerji üretiminde fosil yakıt kullanan enerji santrallerine göre sera gazı salınımı (CO₂) önemli derecede düşük bir seviyededir. Bu sebeple diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıyla birlikte yenilenebilir enerjinin yaygın olarak kullanılan şeklidir. Hidroelektrik santraller tüm dünyada elektrik arz güvenliğinin sigortası durumundadır. Dünyada hidroelektrik enerji elektrik üretiminin %16'sını oluşturmaktadır[1]. Teknoloji ve ekonomideki dünya çapındaki ilerlemeyi değerlendirmek için enerji tüketimi ve kullanılabilirlik en önemli kaynaktır. Enerji, ekonominin ve teknolojinin tüm eylemlerinde önemli bir rol oynamakta olup bunun temeli doğrudan gelişmeyle paralellik göstermektedir. [2]. Yenilenebilir enerji kaynakları (güneş, rüzgar, hidroelektrik, jeotermal ve biyokütle) temiz çevre ve temiz enerji planları için en önemli çözümdür [3, 4]. Gelecekteki enerji

¹ Munzur Üniversitesi, gokhankahraman@munzur.edu.tr

² Munzur Üniversitesi, yahyatashgin@munzur.edu.tr

tüketimi için yenilenebilir enerji, enerji talebinin karşılanmasında ülkelerin optimum potansiyellerini kullanmayı hedefledikleri bir kaynaktır.

Asbest yerine kullanılmak üzere farklı boyutlarda bir metal conta geliştirilmiştir. Bu contanın ana avantajı, temas baskı kuvvetini mümkün olduğunca azaltarak, küçük bir temas alanı ile oluklu bir şekle sahip olmasıdır; ayrıca, metal yay etkisi ile bir sızdırmazlık çizgisi oluşturan yüksek bir lokal temas kuvveti oluşur. [5]. Temas yüzeyinin oluşturduğu baskı ve temas genişliği conta performansını optimize etmek için önemli tasarım parametreleri olarak dikkate alınmıştır. Haruyama ve diğ. contalarda temas genişliğinin ideal sınırlarını araştırmışlardır [6]. Yeni geliştirilen contada sızıntı yapmaması kaydıyla, flanşın sıkma yükü sonucu oluşan temas genişliği ile FEM analiziyle elde edilen temas genişliği karşılaştırılarak temas genişliğinin artmasının sızıntıyı azaltacağı sonucuna varmışlardır. Bu sonuçlar optimum conta temas genişliğinin elde edilmesi için kullanılmıştır. Choiron ve diğ. [7], simülasyon tabanlı bir analiz kullanarak temas genişliği ölçümünü doğrulamak için bir yöntem üzerinde çalışmışlardır. Simülasyon sonucu elde edilen deneysel sonuçlarla karşılaştırdıklarında basınca duyarlı kağıt kullanarak iki temas noktası arasında iyi bir uyum olduğunu tespit etmişlerdir..

Persson ve diğ. [8] contalarda temas gerilimi dağılımını incelediler. Analitik bir model kullanılarak elde edilen temas gerilme dağılımı sonucunu sayısal olarak karşılaştırmışlardır. Bir silindir ile bir nominal düz substrat arasında çok sayıda farklı uzunluk ölçütüne sahip yüzey pürüzlülüğü ile temas için elde edilen sonuç arasında iyi bir uyum olduğunu görmüşlerdir. Özellikle teorinin, çoğu durumda temas alanının yük ile doğrusal olarak değiştiğini ve bunun conta temas yüzeyinin genişlemesine bağlı olduğunu yorumlamışlardır. Her iki tahminde de sayısal sonuçlar mükemmel bir uyum gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Nurhadiyanto ve diğ. [9] FEM kullanarak şekillendirme etkisini dikkate alarak elastik ve plastik kontak gerilme analizine dayanan conta tasarımının optimizasyonunu incelemişlerdir.

2. GELİŞME

Hidroelektrik santrallerde cebri borular tahrik suyunu türbinlere taşımakla görevli yapılardır. Büyük miktardaki debilerde basınçlı suyu türbinlere ilettikleri için mukavemet hesapları büyük önem arz etmektedir. Hidroelektrik santrallerde meydana gelen hidrodinamik yatak arızalarında, kavitasyon olayının sebep olduğu arızalarda, ayar kanat kilitlerinin arızalarında, fren balatası değişimlerinde, cebri boru salmastra değişimlerinde cebri boruların suyunun boşaltılması gerekir. Cebri borular bir giriş kapağı veya bir giriş kapağı ve bir kelebek vana vasıtası ile baraj gölünden izole edilir. Kelebek vana bulunmayan cebri borularda cebri boru giriş kapağı emniyet açısından daha önemli bir rol üstlenmektedir. Yukarıda bahsedilen arızalara nedeniyle cebri boru giriş kapakları yılda yaklaşık bir ay kapatılır ve cebri boru boşaltılır. Cebri boru giriş kapağı kapalı iken kapaktan sızan sular enerjiye dönüştürülmeden boşa giden sulardır. bu tür kapakların sızıntı, kaçak sularını önlemek için kapakların üzerinde prinç malzemedeki imal edilmiş contalar vardır. Bu contaların zamanla aşınması özelliklerini kaybetmesi veya su içerisinde deforme olmaları nedeniyle barajlarda kaçak su miktarı artmaktadır. Keban hidroelektrik santralinde bir ünite de bu tür sebeplerden dolayı oluşan kaçak su şekil 1’de görülmektedir.



Şekil 1. Cebri boru giriş kapağı kaçak suyu

Şekil 1’de görülen kaçak su debisi hesaplanarak 60 lt/s bulunmuştur. Keban hidroelektrik santralinin bir türbininde $135 \text{ m}^3/\text{s}$ su debisi ile 175 MW enerji üretildiği referans alınırsa 60 lt/s’lik debi yaklaşık saatte 78 kW enerjiye denk gelmektedir. Cebri boru giriş kapağının bir ay kapalı kaldığı düşünüldüğünde bu enerji kaybı yaklaşık 56 MW olarak hesaplanmaktadır. TEDAŞ verilerine göre 4 kişilik bir ailenin aylık elektrik tüketimi 253 kW olduğu düşünüldüğünde 56 MW yaklaşık 220 ailenin aylık elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamaktadır. Bu kaybı engellemek için cebri boru giriş kapağı yukarı çıkartılarak deforme olan pirinç contalara revizyon yapılmıştır. Şekil 2’de cebri boru giriş kapağı görülmektedir.



Şekil 2. Cebri boru giriş kapağı

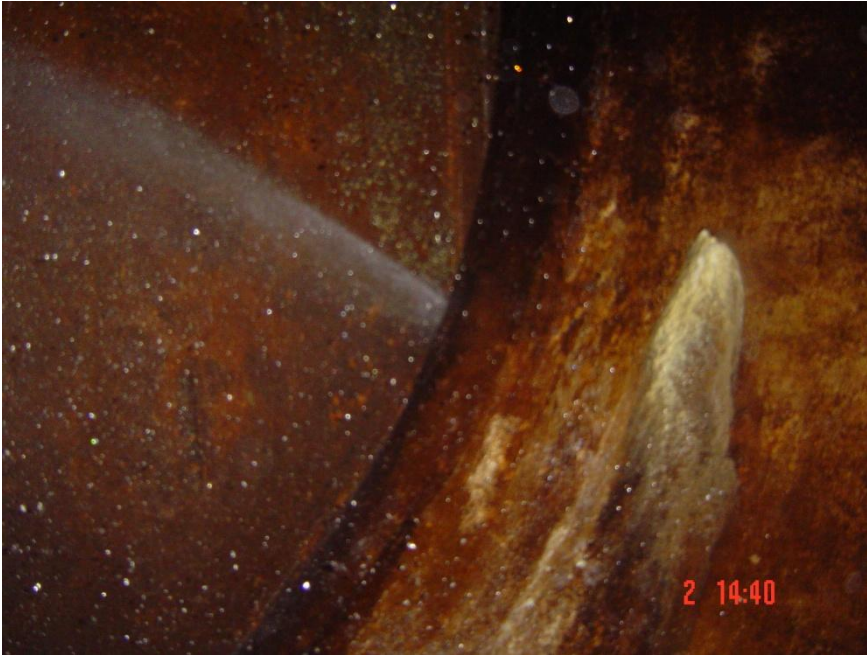
Şekilde görüldüğü gibi cebri boru giriş kapağı sekizgen bir yapıya sahip olup 5,2 m. çapındaki cebri borudaki suyu kesmektedir. Sekizgen yapının etrafına sabitlenen pirinç contalar su kaçaklarını engellemektedir. Revizyon esnasında pirinç contalar üzerinde yapılan ölçümlerde pirinç contalar arasında yükseklik farkı tespit edilmiştir. Pirinç contalar komple demontaj edilerek altların yerleştirilen şimler vasıtası ile yükseklikleri ayarlanmıştır. Contalar arasındaki birleşim yerlerindeki

boşluklar suya dayanıklı kimyasallarla doldurularak kapatılmıştır. Şekil 3’de pirinç contaların son hali görülmektedir.



Şekil 3. Cebri boru giriş kapağı üzerindeki pirinç contalar

Yapılan çalışmadan sonra kapak tekrar yerine indirilerek su kaçağının miktarı ölçülmüştür. Şekil 4’de cebri boru giriş kapağına yapılan revizyondan sonra sızıntı kaçak sular görülmektedir.



Şekil 4. Revizyon sonrası cebri boru giriş kapağı kaçak suyu

Şekilden de görüldüğü gibi gözle görülür bir şekilde kaçak su miktarı azalmıştır. Yapılan ölçümler sonucu kaçak su debisi 26 lt/s olarak ölçülmüş ve önceki duruma göre yaklaşık %60 tasarruf sağlanmıştır. Sağlanan tasarruf yaklaşık 120 ailenin aylık enerji ihtiyacını karşılamaktadır.

3. SONUÇ

Hidroelektrik santraller çevreye karbon salınımı yaymadan yüksek verimlerle elektrik üretirler. Özellikle baraj gölüne sahip hidroelektrik santraller göllerinde suyu biriktirerek aslında depolanması zamanımızdaki teknoloji ile çok maliyetli ve sınırlı olan elektrik enerjisini depolamış olurlar. Bu nedenle baraj gölünden enerjiye dönüştürülmeden mansaba dökülen kaçak ve sızıntı sular boşa giden enerji anlamına gelmektedir. Barajlardaki sızıntı ve kaçak suların önlenmesi için teknik çözümler uygulamak çok büyük enerji tasarrufu ve milli gelir anlamına gelmektedir. Çalışmamızda Keban hidroelektrik santralindeki cebri boru giriş kapaklarında pirinç malzemeden imal edilmiş sızdırmazlık contalarının yıllar içerisinde meydana gelmiş deformasyonları sonucu oluşan kaçak suyu asgari düzeye indirmek için yapılan çalışma anlatılmaktadır. Bu çalışma sonucunda kaçak su yaklaşık %60 azaltılarak 120 ailenin bir ayda tükettiği elektrik enerjisine eşdeğer miktarda enerji tasarrufu sağlanmış ve ülke ekonomisine önemli bir miktarda katkı sağlanmıştır.

KAYNAKÇA

- 1) World Energy Council, 2016
- 2) M.K. Padhy, R.P. Saini, Renewable and Sustainable Energy Reviews12 (2008) 1974–1987.
- 3) B.S.K. Naidu, 1st edition, National Power Training Institute New Delhi 2005.
- 4) P.S. Nigam, 2nd edition, Nem Chand & Bros. Roorkee 2008.
- 5) Saeed HA, Izumi S, Sakai S, Haruyama S, Nagawa M, Noda H. Development of new metallic gasket and its optimum design for leakage performance. Journal of Solid Mechanics and Material Engineering 2008;2(1):105e14.
- 6) Haruyama S, Choiron MA, Kaminishi K. A study of design standard and performance evaluation on new metallic gasket. In: Proceeding of the 2nd international symposium on digital manufacturing, Wuhan, China 2009. p. 107e13.
- 7) Choiron MA, Haruyama S, Kaminishi K. Simulation and experimentation on the contact width of new metal gasket for asbestos substitution. International Journal of Aerospace and Mechanical Engineering 2011;5(4):283e7.
- 8) Persson BNJ, Bucher F, Chiaia B. Elastic contact between randomly rough surfaces: comparison of theory with numerical results. Physical Review Letters 2002;65:184106.
- 9) Nurhadiyanto D, Choiron MA, Haruyama S, Kaminishi K. Optimization of new 25A-size metal gasket design based on contact width considering forming and contact stress effect. International Journal of Mechanical and Aerospace Engineering 2012;6:343e7.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN HİDROMETEOROLOJİK PARAMETRELER ÜZERİNDE ETKİSİ VE TAHMİN MODELLERİNİN ÖNEMİ

Dr. Öğr. Üyesi Gökmen ÇERİBAŞI¹
Merve ÖZDİN²
Umut AYTULUN³

ÖZET

Atmosferdeki bazı sera gazlarının miktarındaki artış nedeniyle küresel ısınma adı verilen ve tüm canlıların hayatını olumsuz yönde tehdit eden bir problem ortaya çıkmıştır. Küresel ısınma kavramı sonucunda meydana gelen iklim değişikliklerine bağlı olarak gözlemlenen doğal felaketler, başta insan yaşamı olmak üzere evrendeki diğer tüm canlıların da yaşam koşullarını olumsuz yönde etkilemektedir. Çünkü iklim değişikliği bazı bölgelerde olası uzun ve kuvvetli yağışlara sebep olurken bazı bölgelerde uzun süre yaşanan sıcaklıklara sebep olmaktadır. Bu nedenle, yaşanan felaketlerin önüne geçmek ve mevcut doğal kaynakların tüketimini daha bilinçli kullanmak alınması gereken önlemlerin başında gelmektedir. Dolayısıyla; sel, taşkın, kuraklık gibi afetlerin olumsuz etkilerini en aza indirgeyebilmek amacıyla ileriye dönük tahmin sistemleri büyük önem arz etmektedir. Bu makalede de çeşitli istasyonlara ait sıcaklık, yağış, nem ve kar yüksekliği gibi hidrometeorolojik parametreler kullanılmıştır. Batıda Susurluk Havzası, doğuda ise Van Gölü Havzası olmak üzere iki adet havzaya ait hidrometeorolojik parametrelerin geçmişten günümüze kadar olan mevcut tüm verilerinin gidiş grafikleri oluşturulmuştur. Gidiş grafikleri, Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan mevcut tüm hidrometeorolojik verilerin Matrix Laboratory (MATLAB) yazılım programına aktararak elde edilmiştir. Elde edilmiş olan bu grafiklerin geçmişten günümüze kadar olan belirli zaman dilimlerinde nasıl değişim gösterdiği ortaya çıkmıştır. Hidrometeorolojik parametrelerdeki bu değişim, ileriye dönük tahmin modellerinin gerekliliğini somut bir şekilde ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Hidrometeoroloji, Susurluk ve Van Gölü Havzası

GİRİŞ

Küresel ısınmanın sonucunda meydana gelen iklim değişikliği birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. Bu sorunların başında doğal su kaynaklarımızın hızlı bir şekilde tükenmesidir. İklim değişikliğinin etkilerinin yanı sıra insan faaliyetlerinin olumsuz etkileriyle birlikte bazı doğal kaynaklarımız mevcudiyetini korusa dahi kullanılamaz hale gelmektedir. Bu durum ekosistemde yaşamını sürdüren bütün canlılar için geri dönülemez sonuçlara neden olmaktadır. Olumsuz eylemler yerine kaynaklarımızın sürekliliğini sağlamak ve daha iyi bir yaşam ortamı oluşturabilmek adına mevcut kaynaklar bilinçli bir şekilde kullanılmalıdır. Aynı zamanda gelecek nesiller ve yaşam döngüsü düşünüldüğünde, etkisi artarak devam edecek olan küresel ısınma problemine karşı önlemler alınması gerekir. Bu durumun önemi ne kadar fazla kavranırsa o kadar ileriye dönük sürdürülebilir bir yaşam oluşturulabilir. Bunun için tahmin sistemlerinden faydalanılabilir. İleriye dönük tahminler yapılırken gerçekçi sonuçlar elde edilebilmesi için gerçek verilere ihtiyaç duyulur. Bu nedenle bazı parametre değerleri gereklidir. Örnek olarak yağış miktarı; doğal su kaynakları, bitki yaşamı ve daha birçok açıdan en önemli parametrelerden biridir. İleriki yıllarda bu önemli parametrenin gerçekçi bir şekilde tahmin edilmesi bütün ekosistem için büyük önem arz eder [1-3]. Dolayısıyla bu çalışmada, iklim değişikliğinin hidrometeorolojik parametreler üzerindeki etkisi ve

¹ Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 54187, Sakarya, Türkiye, gceribasi@subu.edu.tr

² Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 54187, Sakarya, Türkiye, merveozdin5454@gmail.com

³ Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 54187, Sakarya, Türkiye, umutaytulun@gmail.com

ileriye dönük tahmin sistemlerinin önemi aktarılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla, bazı istasyonlara ait parametre değerleri kullanılarak gidiş grafikleri oluşturulmuş ve çeşitli kaynaklardan literatür taraması yapılarak teorik bilgiler ortaya konmuştur.

Küresel Isınma ve İklim Değişikliği

Özellikle fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma ve sanayi süreçleri gibi çeşitli insan etkinlikleri ile atmosfere salınan sera gazlarının atmosferdeki birikimindeki hızlı artışa bağlı olarak şehirleşmenin de katkısıyla doğal sera etkisinin kuvvetlenmesi sonucu, yeryüzü ve atmosferin alt bölümlerindeki sıcaklık artışına küresel ısınma adı verilmektedir [1, 2]. Küresel ısınma kısaca tüm dünyayı ve canlıları etkileyen, çevresel değişikliklere neden olan yeryüzü sıcaklığındaki artıştır [3].

İklim, yeryüzünün herhangi yerinde uzun zaman periyodunda gözlenen hava koşullarının ortalama özelliklerinin yanı sıra oluşma sıklıklarının zamansal dağılımlarının, gözlenen uç değerlerin, şiddetli olayların ve tüm değişkenlik tiplerinin bileşimi olarak tanımlanır [4]. İklim değişikliği ise, karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucu iklimde oluşan değişiklik olarak tanımlanır [5]. Genel yaklaşımla iklim değişikliği, nedeni ne olursa olsun iklim koşullarındaki büyük ölçekli ve önemli yerel etkileri bulunan, uzun süreli ve yavaş gelişen değişikliklerdir [6]. Küresel iklim değişikliği küresel ısınma sonucu hava hareketleri, yağışlar, nemlilik gibi diğer iklim öğelerinin etkilenecek, dünya ikliminin uzun jeolojik devirlerdekini aksine son 15-20 yıl gibi çok kısa dönemde hızla değişmesini ifade eden kavramdır [7].

Çoğu zaman küresel ısınma ile iklim değişikliği kavramları aynı anlamda kullanılmaktadır; ancak iki kavram arasında fark vardır. Küresel ısınma, dünyanın ortalama sıcaklık değerlerindeki iklim değişikliğine yol açabilecek artışı ifade ederken, iklim değişikliği belirli bölgedeki mevsimlik sıcaklık, yağış ve nem değerlerindeki değişimleri ifade etmektedir. Başka bir anlatımla küresel ısınma günlük, aylık ve yıllık en yüksek sıcaklıklardaki artıştan çok, en az sıcaklıklardaki artışı ifade etmektedir [8].

Küresel düzeyde artan sıcaklık etkisiyle oluşan ısınma, birbirleriyle ilişkili diğer iklim elemanlarında değişimlere neden olmaktadır. Sıcaklık artışıyla oluşan küresel ısınma; kuraklık, hidrolojik döngünün değişmesi, su kaynaklarının hacminde ve kalitesinde azalma, temiz su kaynaklarının denize karışması ve su sorunu, deniz seviyesinin yükselmesi, kar ve buzulların erimesi, aşırı buharlaşma, meteorolojik felaketlerde artış, yağış miktarı ve rejiminde değişiklikler, yangınlar gibi sorunların da kaynağını oluşturmaktadır. Küresel ısınmanın fiziksel etkileri yanında ekonomik, sosyolojik, psikolojik etkileri vardır. Tarım ve orman ürünlerinde azalış, su kaynaklarının azalmasıyla enerji darboğazının yaşanması, turizm ve rekreasyon olanaklarının sınırlandırılması ile pek çok sektörün olumsuz etkilenmesi, sahil kenarlarındaki yerleşim alanlarının risk altında olması, göçlerin artarak sosyal ve ekonomik zorluklara neden olması, insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle sağlık maliyetlerinin artması, az gelişmiş ülkelerin sorunlarla başa çıkacak kaynaklara sahip olmaması nedeniyle krizlerin yaşanması iklim değişikliğinin sosyo-ekonomik ve politik önemini ortaya koymaktadır [3, 7, 9-11].

Küresel Isınmanın Su Kaynakları Üzerine Etkisi

Küresel ısınmaya bağlı olarak ileriki yıllarda çölleşmelerin görülmesi beklenmektedir. Bu nedenle doğal su kaynakları ve bilinçli tüketim çok daha fazla önem kazanmaktadır. Günümüzde petrol için çıkan savaşlar görülürken su kıtlığının başladığı zamanlarda ise su için savaşlar çıkacağı öngörülmektedir [12].

Akarsu havzalarındaki yıllık akımlarda oluşabilecek azalma sonucu kentlerde su sıkıntıları başlayacak, su gereksinimi artacaktır. Su kaynaklarındaki azalma tarımsal üretimi olumsuz bir şekilde etkileyecektir. Yıllık ortalama sıcaklığın artması çölleşme, tuzlanma ve erozyonu arttıracaktır. Mevsimlik kar örtüsünün kapladığı alan azalacak, karla örtülü dönem kısalmaktadır. Kar

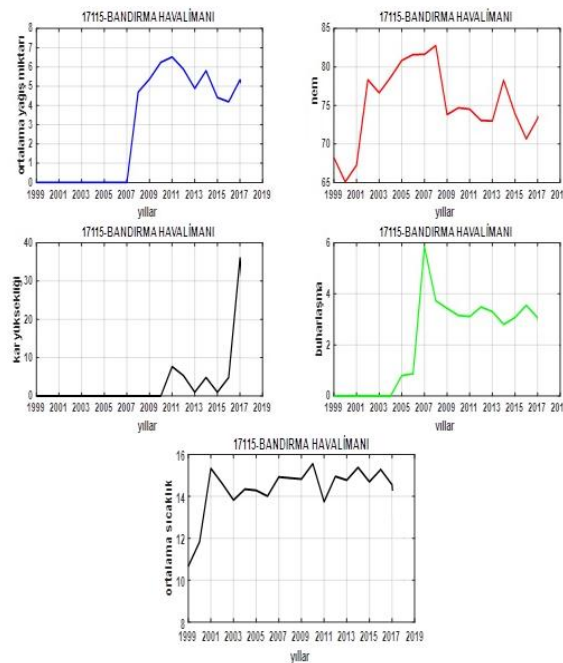
erimesinden kaynaklanan akış zamanı ve hacmindeki değişiklik birçok sektörü olumsuz bir şekilde etkileyecektir. Ayrıca küresel ısınma iklim kuşaklarının yer değiştirmesi, buzulların erimesi ve buna bağlı olarak deniz seviyesinin yükselmesi gibi değişikliklere de neden olacaktır [13].

Küresel ısınmanın su sağlama üzerinde önemli etkileri olacağı kesindir ve yağış değişkenliğinin artması, tarım sektöründe önemli sorunlar oluşturacaktır. Daha sıcak iklim hidrolojik döngüyü hızlandıracak, yağış ve Evapotranspirasyon'un (ET) küresel miktarlarında artış olacaktır. Dağlardaki karın erimesinden oluşan yüzey akış gibi yağışın zamansal dağılımı da tarihsel biçimlerinden farklılık gösterebilir. Bu değişikliklerin bazılarının gerçekleşmesine karşın, bölgesel etkileri iyi biçimde bilinmemektedir. Hidrolojik belirsizlikler özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde, yağış ve sıcaklıktaki göreceli olarak küçük değişikliklerin yüzey akışı ile ET'nin hacmi ve zamanlaması üzerinde oldukça büyük etkilere sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Kısaca küresel ısınma, sulamacıları ve bir bütün olarak toplumu önemli yeni belirsizlikler ve sorunlarla karşı karşıya bırakmaktadır [14, 15].

GELİŞME

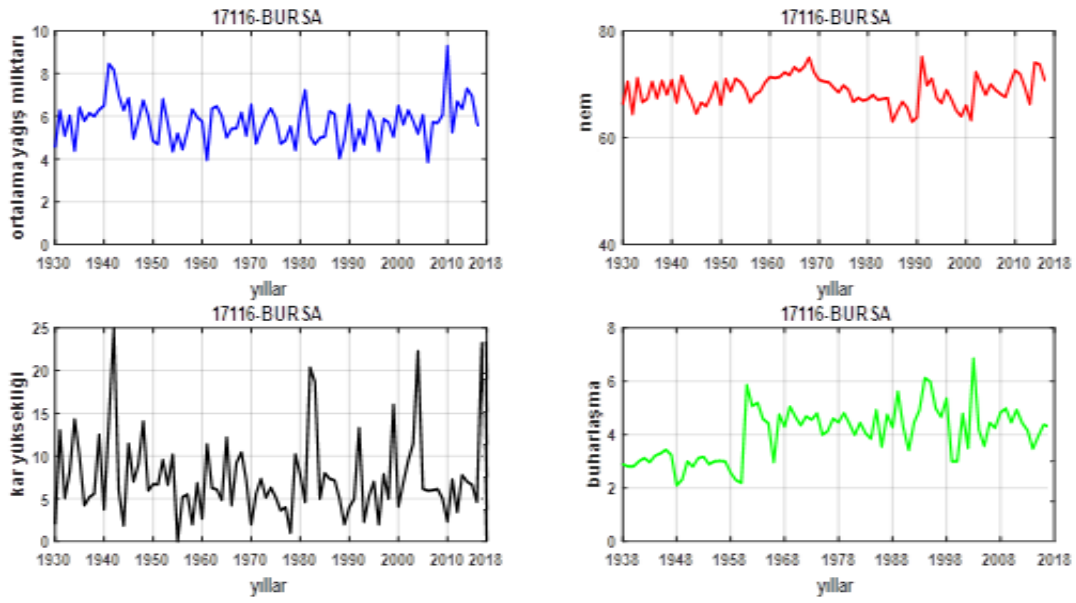
Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan belirli istasyonlara ait sıcaklık, yağış, nem ve kar yüksekliği gibi verilerin Excel programında yıl bazında ortalama değerleri alınarak düzenlenmiş ve MATLAB programına aktarılmıştır. Batıda Susurluk Havzası, doğuda ise Van Gölü Havzası olmak üzere iki adet havzaya ait hidrometeorolojik parametrelerin geçmişten günümüze kadar olan mevcut tüm verilerinin gidiş grafikleri oluşturulmuştur. Doğuda Van Gölü havzasından, 17205 numaralı istasyon olan Tatvan bölgesi ve 17172 numaralı istasyon olan Van bölgesi ele alınmıştır. Batıda ise 17115 numaralı istasyon olan Bandırma Havalimanı bölgesi ve 17116 Bursa bölgesi ele alınmıştır. Hidrometeorolojik parametrelerin birimleri; sıcaklıklar °C, yağışlar mm, nem %, kar yüksekliği cm, buharlaşma mm cinsindedir.

Şekil 1'de Bandırma istasyonuna ait hidrometeorolojik parametrelerin yıllara göre değişim grafiklerini göstermektedir.



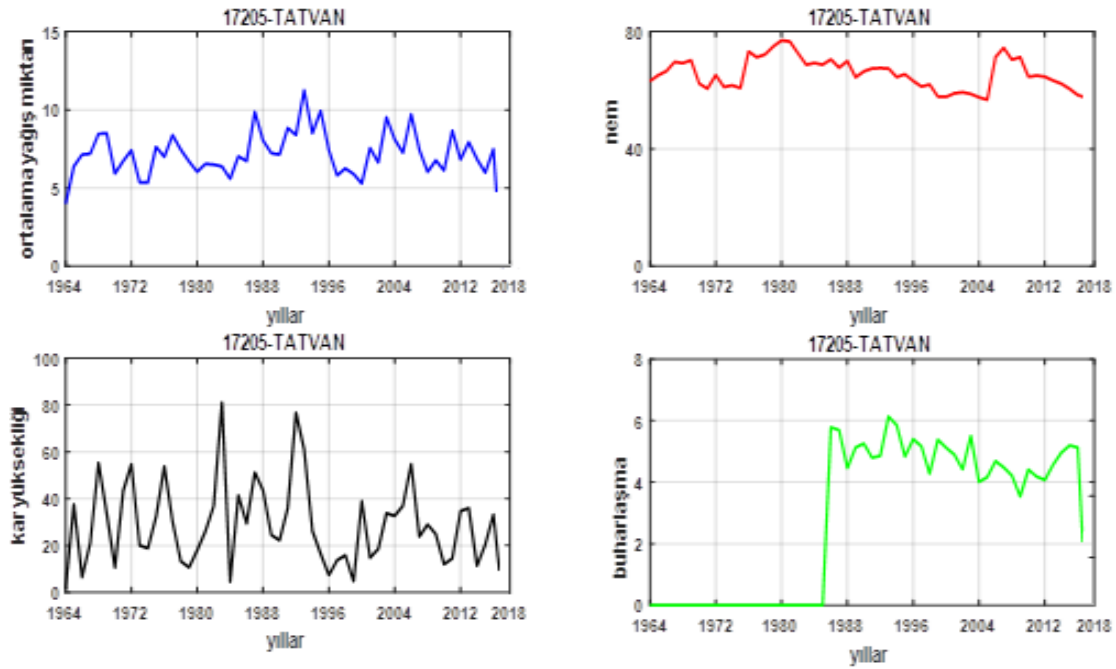
Şekil 1. Bandırma istasyonuna ait hidrometeorolojik parametrelerin yıllara göre değişimi.

Şekil 2'de Bursa istasyonuna ait hidrometeorolojik parametrelerin yıllara göre değişim grafiklerini göstermektedir.



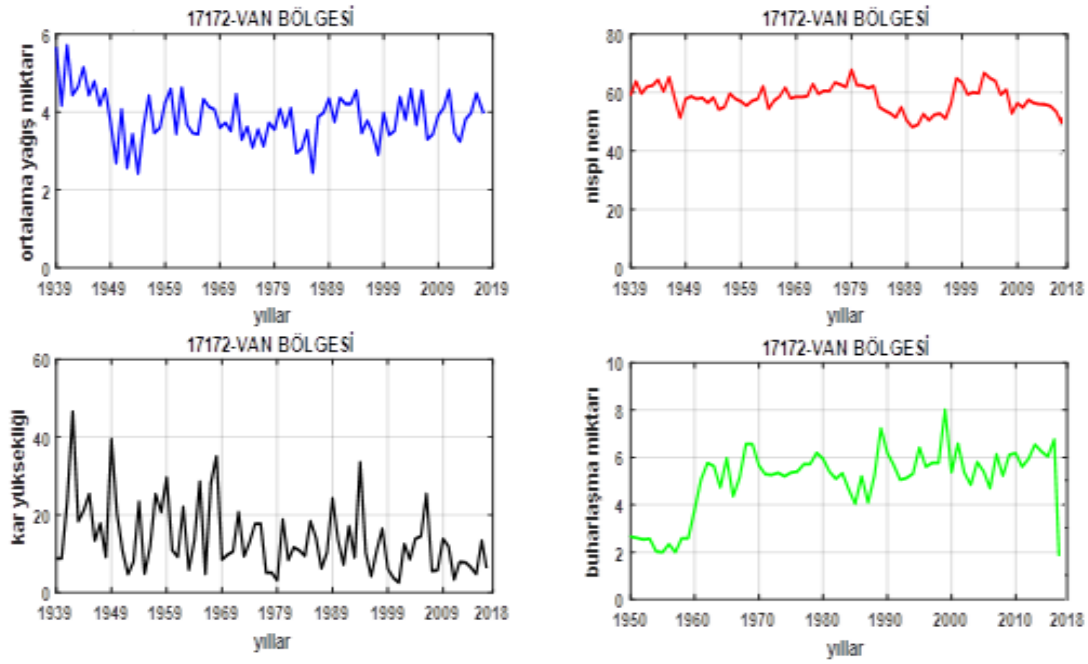
Şekil 2. Bursa istasyonuna ait hidrometeorolojik parametrelerin yıllara göre değişimi.

Şekil 3'de Tatvan istasyonuna ait hidrometeorolojik parametrelerin yıllara göre değişim grafiklerini göstermektedir.



Şekil 3. Tatvan istasyonuna ait hidrometeorolojik parametrelerin yıllara göre değişimi.

Şekil 4'de Van istasyonuna ait hidrometeorolojik parametrelerin yıllara göre değişim grafiklerini göstermektedir.



Şekil 4. Van istasyonuna ait hidrometeorolojik parametrelerin yıllara göre değişimi.

Elde edilen grafiklerin sonuçları gösteriyor ki zaman içerisinde beklenen artış ya da azalış oranları beklenen ölçüde olabileceği gibi farklı gidişatlar da gösterebilmektedir. Bu durum da doğal kaynaklarımız bilinçli bir şekilde kullanılmazsa ileride öngörülemez zamanlarda ihtiyaç duyduğumuz miktarları karşılayamayacak olduğumuzu göstermektedir. İleriye dönük tahmin sistemlerinden faydalanmak gelecekte karşımıza çıkacak bu sorunları tamamen ortadan kaldırmaya dahi bu sorunları önceden tahmin ederek olumsuz etkileri minimize etmemizi sağlayacaktır.

SONUÇ

Küresel ısınma ile birlikte ortaya çıkan iklim değişikliği ekosistem için büyük bir tehlike oluşturmaktadır. Elde edilen grafiklerden, iklim değişikliğinin son yıllarda hidrometeorolojik parametreleri ciddi bir şekilde etkilediği açık bir şekilde görülmektedir. Bu nedenle de değişimlerin daha önceden tahmin edilerek ileriki yıllar için tahmin modellerinin ortaya konması büyük önem arz etmektedir. Bu şekilde doğal kaynaklarımız daha bilinçli bir şekilde kullanabilecek, ileride meydana gelebilecek olumsuz durumların etkisi en aza indirgenebilecektir.

KAYNAKÇA

- 1) Anonymous, 2005, Küresel Isınma Nedir? REC, Türkiye İklim Değişikliği Bülteni, Cemre, Yıl:1, Sayı:1 (15).
- 2) Kocaman, F.Ö., 2009, Türkiye’de Sivil Toplum Kuruluşlarının Küresel Isınmaya Bakışı ve Faaliyetleri (Y. Lisans Tezi), A. Ü. SBE, Sosyoloji ABD., Ankara, 227s.
- 3) Öğüt, A., 2008, Küresel Isınma Sürecinde Örgütsel Performansın Sürdürülebilir Kılınması Açısından İşletmelerde Eko-Verimlilik Çalışmaları: Örnek uygulamalar (Yüksek Lisans Tezi), S.Ü., SBE. İşletme ABD., Yönetim Organizasyon Bilim Dalı, Konya 132 s.
- 4) Türkeş, M., 2007, Küresel İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler, I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi-TİKDEK, İTÜ, İstanbul.
- 5) Selçuk, İ. Ş., 2009, Küresel Isınma, Türkiye’nin Enerji Güvenliği ve Geleceğe Yönelik Enerji Politikaları (Yüksek Lisans Tezi), A.Ü., SBE, İktisat ABD. Ankara, 166 s.
- 6) Türkeş, M., 1997, Hava ve İklim Kavramları Üzerine, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 355, 36-37, Ankara.

- 7) Yönten, A., 2007, Küresel Isınmanın Azaltılması Politikaları ve Stratejileri-Türkiye için bir Yaklaşım (Y. Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniv. SBE, Kamu Yönetimi ABD, İzmir, 170 s.
- 8) Yamanoglu, G.Ç., 2006, Türkiye’de Küresel Isınmaya Yol Açan Sera Gazı Emisyonlarındaki Artış ile Mücadelede İktisadi Araçların Rolü (Y. Lisans Tezi), A.Ü., SBE, Ankara, 139 s.
- 9) Babuş, D., 2005, Küresel Isınma Sorununun Uluslararası Çevre Politikası İçerisinde İrdelenmesi ve Türkiye’nin Yeri (Yüksek Lisans Tezi), Ç.Ü. FBE, Peyzaj Mimarlığı ABD, 212, s. Adana.
- 10) Dündar, M., 2007, Su Kaynaklarının Uluslararası Sorun Oluşturması (Y. Lisans Tezi), KTÜ SBE, Uluslararası İlişkiler, ABD., Uluslararası İlişkiler Programı, Trabzon, 157 s.
- 11) Küçükklavuz, E., 2009, Küresel Isınmanın Su Kaynakları Üzerine Etkileri: Türkiye Örneği (Yüksek Lisans Tezi), Harran Üniv., SBE İktisat Anabilim Dalı, 134 s. Şanlıurfa.
- 12) Denhez, F., 2007, Küresel Isınma Atlası, NTV Yay., Çeviri: Özgür Adadağ. İstanbul, 80s.
- 13) Kibaroglu, A., 2008, Küresel İklim Değişikliğinin Sınırşan Su politikalarına Etkileri, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi Bildiriler Kitabı, Cilt 2, TMMOB İMO, Mart, s. 347-57.
- 14) Kanber, R, Baştuğ, R., Büyüктаş, D., Ünlü, M., Kapur, B., 2010, Küresel İklim Değişikliğinin Su Kaynakları ve Tarımsal Sulamaya Etkileri, TMMOB ZMO, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, 11-15 Ocak, s.83-118, Ankara
- 15) Hoffman G.J., Evans, R. G., 2007, Introduction, Chapter 1, in Design and Operation of Farm Irrigation Systems (Eds. Hoffman, G. J.R. G. Evans, M.E. Jensen, D.L. Martin and R.L. Elliot) Amer. Soc. of Agricultural and Biological Engineers, 1-32.

SAKARYA HAVZASINDAKİ HİDROELEKTRİK ENERJİ SANTRALLERİNİN ENERJİ POTANSİYELLERİNİN ARAŞTIRILMASI VE TAHMİN MODELLERİNİN ÖNEMİ

Dr. Öğr. Üyesi Gökmen ÇERİBAŞI¹
Muhammed ÇALIŞKAN²
Umut AYTULUN³

ÖZET

Enerji insanlık tarihinin gelişimine yardımcı olan en önemli etmenlerden bir tanesidir. Son zamanlarda Dünya’da enerji hem günlük hayatın vazgeçilmezi olmuş hem de sanayi devriminden sonra hızla gelişen dünya düzeni ve teknoloji enerjiye olan ihtiyacı daha da zorunlu hale getirmiştir. Ülkemizde geneli itibari ile enerji üretiminde kullanılan ana kaynaklar kömür, petrol, doğal gaz ve barajlardır. Enerji kaynaklarının yenilenebilir olması ve çevreye en az zarar vermesi ise insanlığın başlıca tercihleri haline gelmiştir. Son yıllarda çevre ile barışık enerji çeşitliliğinin artırılması çevreye verilen zararın minimize edilmesi ve ülkemizde mevcut olan su gücü potansiyelinin daha etkin bir şekilde kullanılması istenmiştir. Bu yüzden hidroelektrik santraller enerji üretimi için kullanılan kaynakların en önemlileri haline gelmiştir. Bu santrallerde enerji için kullanılan su miktarı ve düşü yüksekliği ile elde edilebilecek enerjinin önceden tespit edilebilmesi enerji planlaması açısından çok önemlidir. Ayrıca ileriye dönük tahmin modelleri kullanılarak gelecekte üretilecek enerjinin yaklaşık olarak tespit edilmesi yine enerji planlanması için son derece önem teşkil edecektir. Dolayısıyla, bu makalede Sakarya Havzası’nda bulunan Hidroelektrik Santrallerinin enerji değerleri kullanılmıştır. Enerji değerlerinin geçmişten günümüze kadar olan mevcut tüm verilerinin gidiş grafikleri oluşturulmuştur. Gidiş grafikleri, üretilen enerji verilerinin Matrix Laboratory (MATLAB) yazılım programına aktarılarak elde edilmiştir. Elde edilmiş olan bu grafiklerin geçmişten günümüze kadar olan belirli zaman dilimlerinde nasıl değişim gösterdiği ortaya çıkmıştır. Enerji değerlerindeki bu değişim, ileriye dönük tahmin modellerinin gerekliliğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Hidroelektrik Enerji Santralleri, Yapay Sınır Ağları, Enerji Potansiyeli, Sakarya Havzası

GİRİŞ

Sanayileşmenin artışı ve teknolojinin gelişmesi sonucu günümüzde kişi başına düşen enerji miktarı artmıştır. Sanayi tesislerinin çalışması, aydınlatma, ısınma ve ulaşımın sağlanması büyük ölçüde enerjiye dayanmaktadır. Enerji, ülkelerin kalkınmasında önemli bir güç olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle ülkelerin gelişmişlik düzeyleri belirtilirken ürettikleri ve tükettikleri enerji miktarları da göz önünde bulundurulmaktadır. Her şeye rağmen büyümek zorunda olan ve kişi başına tüketilen yıllık enerji miktarı dünya ortalamasının çok altında olan ülkemiz, enerji krizini son yıllarda sürekli olarak yaşamaktadır. Bu yüzden enerjinin yenilenemeyen enerji kaynaklarından (doğal gaz, petrol, kömür ve nükleer) sağlanması yerine, yenilenebilir enerji kaynaklarından (hidrolik, güneş, jeotermal, rüzgâr, dalga, biyoenerji ve gelgit enerjisi) karşılanması çok önemlidir [1].

Ülkemizin başlıca ulusal ve yenilenebilir enerji kaynağı olan hidroelektrik potansiyelin değerlendirilmesi için gerçekleştirilen hidroelektrik santrallerin (HES) yakıt masrafları bulunmamaktadır ve sudan elektrik enerjisi elde etmek için inşa edilen santrallerin ilk yatırım

¹ Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 54187, Sakarya, Türkiye, gceribasi@subu.edu.tr

² Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 54187, Sakarya, Türkiye, muhammedcaliskan@hotmail.com

³ Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 54187, Sakarya, Türkiye, umutaytulun@gmail.com

maliyetleri olmasına karşın uzun vade de düşünüldüğünde diğer enerji kaynakları için yapılan tesislere göre birim enerji başına düşen maliyet daha azdır. Bakım onarım maliyetleri hidroelektrik santrallere göre daha külfetli olan diğer enerji kaynakları için yapılan tesisler, ekonomikliğini yitirmekte ve hidroelektrik santrallerin yapımı zamanla artmaktadır [1].

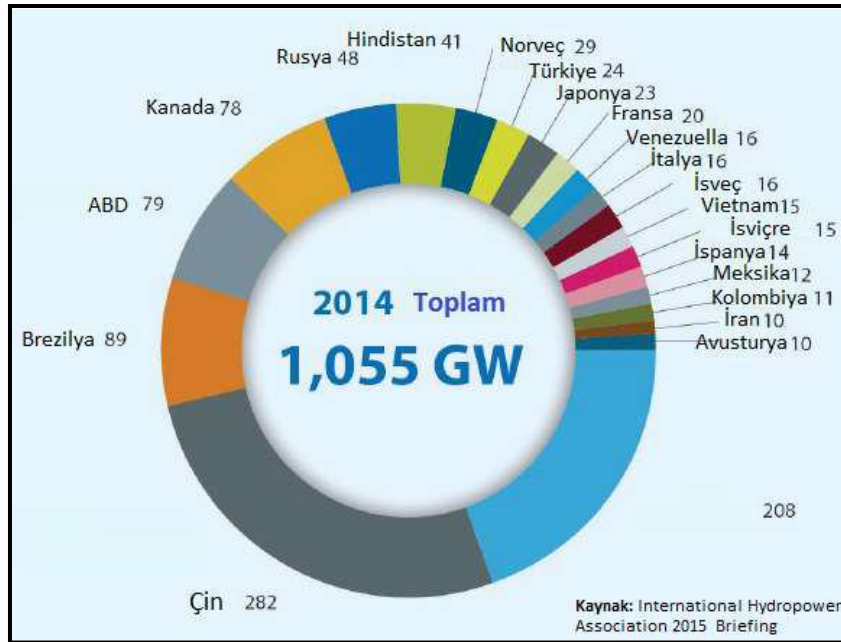
Son yıllarda çevre ile barışık enerji çeşitliliğinin artırılması çevreye verilen zararın minimize edilmesi ve ülkemizde mevcut olan su gücü potansiyelinin daha etkin bir şekilde kullanılması istenmiştir. Bu yüzden hidroelektrik santraller enerji üretimi için kullanılan kaynakların en önemlileri haline gelmiştir. Bu santrallerde enerji için kullanılan su miktarı ve düşü yüksekliği ile elde edilebilecek enerjinin önceden tespit edilebilmesi enerji planlaması açısından çok önemlidir. Ayrıca ileriye dönük tahmin modelleri kullanılarak gelecekte üretilecek enerjinin yaklaşık olarak tespit edilmesi yine enerji planlanması için son derece önem teşkil edecektir. Dolayısıyla, bu makalede Sakarya Havzası'nda bulunan Hidroelektrik Santrallerinin enerji değerleri kullanılarak enerji değerlerinin yıllara göre değişimlerinin grafikleri oluşturulmuş ayrıca ileriye dönük tahmin sistemlerinin önemi aktarılmaya çalışılmıştır.

Hidroelektrik Enerji

Ülkemiz için endüstri, tarım, turizm ve dış ticaret sektörlerinin rekabet edebilir konumu muhafaza edebilmesi ve sürdürülebilmesi için elektrik fiyatında ucuzluk sağlamak gerekir ki bu durumda hidroelektrik enerji; en etkin, en ucuz, dışa bağımsız ve yenilenebilir bir güç kaynağı olacaktır. Özellikle üçüncü dünyadaki birçok ülke, kırsal yörelerde enterkonnekte sistemle bağlantısı olmayan küçük santralleri (15 MW ve altı) sürekli olarak enerji elde etmek için inşa etmektedirler. Küçük ölçekli hidrolik santraller lokal işçilik ve malzeme kullanma avantajına sahip olup, gelişmekte olan ülkelere yoksulluk ve bağımlılıklarının azaltılmasında yardımcı olmaktadır. 1980 yılından beri, uygun yerel yaklaşımların geliştirilmesi için ilerlemeler sağlanmıştır. Bu açıdan, yukarıdaki faydaları yanında kendi sermaye ve teknolojisini kullanarak on binlerce küçük hidrolik santral inşa etmiş olan Çin'in bu konudaki deneyimi başka hiçbir ülkede yoktur. Sayılan faydaları yüzünden, küçük hidrolik santrallerin gelecekte (özellikle Türkiye'de) daha geniş ilgi ve daha fazla sermaye çekmesi beklenmektedir [1, 2].

Dünyanın Hidroelektrik Enerji Potansiyeli ve Üretimi

Dünya Enerji Konseyinin verilerine göre dünyanın hidroelektrik enerji potansiyelinin üçte biri geliştirilmiş durumdadır. Yine aynı kurum dünyada 100'den fazla ülkenin ciddi hidroelektrik enerji potansiyeline sahip olduğunu açıklamaktadır. Bu kapasitenin 110.000 HES tesisi ile 936.000 MW olduğu tahmin edilmiştir. Bu potansiyelin kullanımında Çin, Kanada, Brezilya ve ABD öne çıkmaktadır. Norveç ve Hindistan da bu ülkeleri takip etmektedir. (Şekil 1) [2].



Şekil 1. Dünyadaki Hidroelektrik Enerji Santral Kurulu Gücünün Ükelere Göre Dağılımı [2].

Dünyadaki hidroenerji üretimi artmakta olup Son 20 yılda tüm dünyada Hidroelektrik Enerjinin kurulu gücünde %55 elektrik üretiminde ise %21 oranında artış tespit edilmiştir [3].

Tablo 1. Dünyanın Hidroelektrik Enerji Potansiyeli [4].

Bölge	Brüt Hidroelektrik Enerji Potansiyeli (TWh/yıl)	Teknik Hidroelektrik Enerji Potansiyeli (TWh/yıl)	Teknik ve Ekonomik Hidroelektrik Enerji Potansiyeli (TWh/yıl)
Afrika	4000	1665	1000
Asya	19000	6800	3600
Avustralya/Okyanusya	600	270	105
Avrupa	3150	1225	800
K. ve Orta Amerika	6000	1500	1100
Güney Amerika	7400	2600	2300
Dünya	40150	14060	8905
Türkiye	433	216	160
Türkiye/Dünya (%)	1.08	1.54	1.80

Tablo 2. Hidroelektrik Enerjinin Dünyadaki Durumu (2011 yılı) [5].

Ülke	Kurulu Gücü (GW)	Üretimi (TWh)	Dünya Üretimi İçindeki Payı (%)	Yerli Elektrik Üretiminde Hidroelektriğin Payı (%)
Çin	212	722	19.8	14.8
ABD	79	328	9.4	7.4
Brezilya	79	430	12.3	80.6
Kanada	75	377	10.8	59.0
Japonya	28	85	2.4	8.0
Rusya	47	165	4.7	15.7
Hindistan	42	132	3.8	12.4
Norveç	30	122	3.5	95.2
Türkiye	17	52	1.5	22.8
TOPLAM	609	2413	68.2	

Türkiye'nin Hidroelektrik Enerji Potansiyeli ve Üretimi

Türkiye Elektrik İletim A.Ş.'nin yayınladığı bilgilere dayanarak günümüzde ülkemizin yıllık elektrik enerjisi tüketimi ortalama olarak 313.599,00 GWh tahmin edilmektedir (Tablo 3). Ülkemizde kişi başına elektrik tüketimi 3.373,00 kWh civarlarındadır. Şu anki beklenen yıllık enerji tüketim artışı %6 olması kişi sayısı artışı ve sanayileşmenin hızlanmasıyla ilerleyen yıllarda daha da fazlaşacağı anlamına gelmektedir. Bu talebi karşılamada inşası uzun yıllar sürebilecek, doğa tahribatı daha fazla olan büyük barajlar yapmak yerine daha hızlı devreye girebilecek ve doğaya daha az zarar veren Hidroelektrik Enerji Santralleri potansiyelinin %21 düzeyinden %75-80 düzeylerine arttırmak daha verimli olacaktır. Bu sayede milli kaynağımız olan beyaz kömür daha fazla işlenmiş olur bununla birlikte ilk yatırım ve işletme maliyetlerini uzun yıllara yayarak ülke ekonomisine daha hızlı katkı sağlar [1,5,6].

Tablo3. Elektrik enerjisi talep tahmini

Yıl	Enerji Talebi	
	GWh	Artış (%)
2005	159650	-
2006	169517	6,2
2007	180248	6,3
2008	191677	6,3
2009	203827	6,3
2010	216747	6,3
2011	230399	6,3
2012	244951	6,3
2013	260401	6,3
2014	276799	6,3
2015	294560	6,4
2016	313599	6,5
2017	334297	6,6
2018	356500	6,6
2019	380503	6,7
2020	406533	6,8

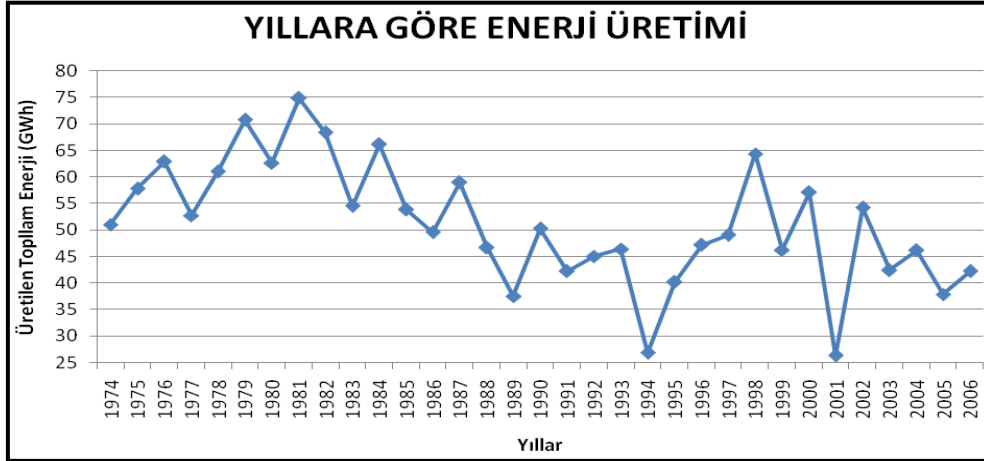
Ülkemiz teorik hidroelektrik potansiyeli dünya teorik potansiyelinin %1'i, ekonomik potansiyeli ise Avrupa ekonomik potansiyelinin %16'sıdır. Ülkemizin yenilenebilir enerji potansiyeli içinde en önemli yeri tutan hidrolik kaynaklarımızın teorik hidroelektrik potansiyeli 433 milyar kWh olup teknik olarak değerlendirilebilir potansiyel 216 milyar kWh ve ekonomik hidroelektrik enerji potansiyel ise 140 milyar kWh/yıl'dır. 2017 yılında hidroelektrik kaynaklı 58,2 milyar kWh elektrik üretilmiştir. 2018 Haziran ayı sonu itibarıyla, işletmede bulunan 27.912 MW'lık kurulu güce sahip 636 adet Hidroelektrik Enerji Santrali Türkiye toplam kurulu gücünün %32'sine karşılık gelmektedir [6,7].

GELİŞME

Bu çalışmada, Sakarya Havzası'nda bulunan Akım Regülatörü ve Hidroelektrik Santrali ile Ova Regülatörü ve Hidroelektrik Santralinin enerji değerleri kullanılarak enerji değerlerinin yıllara göre değişimlerinin grafikleri oluşturulmuştur.

Akım Regülatörü ve Hidroelektrik Santrali

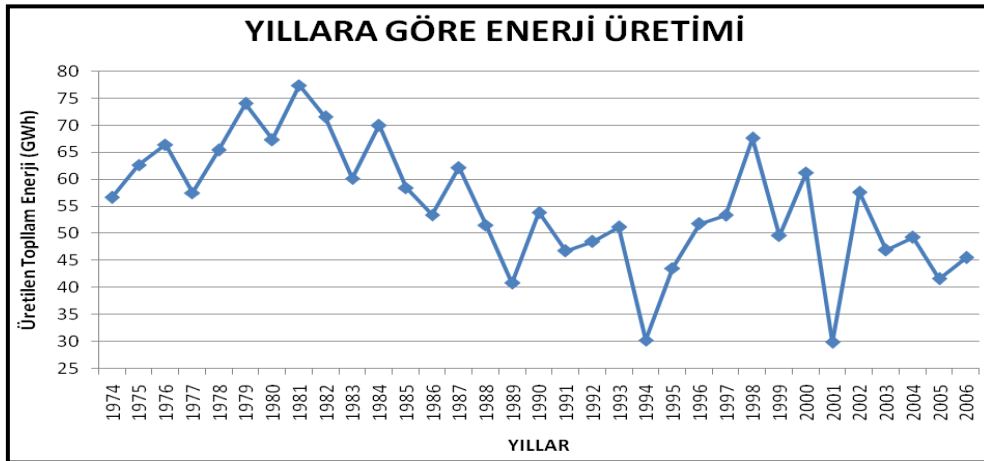
Akım Regülatörü ve Hidroelektrik Santrali, Türkiye'nin kuzeybatısında Aşağı Sakarya Havzasında Adapazarı şehir merkezinin kuzeydoğusunda Sinanoğlu Belde sınırları içerisinde Sakarya Nehri üzerinde planlanmıştır. Regülatör ve santral yeri 1/25000 ölçekli Adapazarı G25-a1 paftasında yer almaktadır. Proje yeri Sakarya Nehri'nin 14,50 m ile 7,50 m kotları arasında yer almaktadır. Şekil 2'de Akım Regülatörü ve Hidroelektrik Santralinin enerji değerlerinin yıllara göre değişimini göstermektedir.



Şekil 2. Akım Regülatörü ve Hidroelektrik Santralinin Enerji Değerlerinin Yıllara Göre Değişimi.

Ova Regülatörü ve Hidroelektrik Santrali

Ova Regülatörü ve Hidroelektrik Santrali, Türkiye'nin kuzeybatısında Aşağı Sakarya Havzasında Adapazarı şehir merkezinin kuzeydoğusunda Pamukova Belde sınırları içerisinde Sakarya Nehri üzerinde planlanmıştır. Regülatör ve santral yeri 1/25000 ölçekli Adapazarı H24-a2 paftasında yer almaktadır. Proje yeri Sakarya Nehri'nin 73,50 m ile 65,50 m kotları arasında yer almaktadır. Şekil 3'de Ova Regülatörü ve Hidroelektrik Santralinin enerji değerlerinin yıllara göre değişimini göstermektedir.



Şekil 3. Ova Regülatörü ve Hidroelektrik Santralinin Enerji Değerlerinin Yıllara Göre Değişimi.

SONUÇ

Hidroelektrik Enerji santrallerinde enerji için kullanılan su miktarı ve düşü yüksekliği ile elde edilebilecek enerjinin önceden tespit edilebilmesi enerji planlaması açısından çok önemlidir. Ayrıca ileriye dönük tahmin modelleri kullanılarak gelecekte üretilecek enerjinin yaklaşık olarak tespit edilmesi yine enerji planlaması için son derece önem teşkil edecektir. Dolayısıyla, bu çalışmada

Sakarya Havzası'nda bulunan Hidroelektrik Santrallerinin enerji değerleri kullanılarak enerji değerlerinin yıllara göre değişimlerinin grafikleri oluşturulmuş ayrıca ileriye dönük tahmin sistemlerinin önemi aktarılmaya çalışılmıştır.

Çalışma sonucunda her iki hidroelektrik enerji santralının yıllara göre enerji değerlerinin grafikleri incelendiğinde yıllara göre azaldığı görülmektedir. Bu sonuç, kişi başına düşen enerji miktarı da göz önüne alınarak ve her geçen yıl nüfus sayısında oluşacak artış ile beraber enerji miktarının yeterli derecede olmayacağı sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Dolayısıyla ileriye dönük enerjinin sayısal sonuçlarla tahmin edilmesi gelecekteki enerji planlanması için önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

- 1) Bozkurt, S. (2009) Su Kaynakları, Barajlar ve Hidroelektrik Enerji, Dünya ve Türkiye Geneline Bakış. Su Yapıları Sempozyumu, Orhantepe, İstanbul.
- 2) Briefing (2015) Key Trends in Hydropower. International Hydropower Association. London-United Kingdom.
- 3) World Energy Resources (2013) Survey: World Energy Council. Summary www.worldenergy.org.
- 4) DEKTMK (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi), Hidrolik Yenilenebilir Enerji Çalışma Grubu (2007) Hidrolik Enerji Alt Çalışma Grubu Raporu. Ankara.
- 5) Koç, E. ve Şenel, M.C. (2013). Dünya'da ve Türkiye'de Enerji Durumu Genel Değerlendirme, Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- 6) Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü, "Türkiye Elektrik Enerjisi Üretim Planlama Çalışması", TEİAŞ Raporu, Ankara (2004).
- 7) Hidroelektrik Santralleri (2018) <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Hidrolik>.

BURSA İLİNİN YAĞIŞ VE SICAKLIK VERİLERİNİN TREND YÖNTEMLERİ İLE ANALİZİ

Gökmen ÇERİBAŞI¹
Umut AYTULUN²

ÖZET

Su insan yaşamında, tüm canlılarda, kısacası doğada vazgeçilmez en kıymetli doğal kaynaklardan biridir. Geçmiş dönemlerde yerleşik hayata geçmek tamamen suya yakınlık ile ilgiliydi. Tarih boyunca medeniyetler daha çok suya yakın yerlerde yaşamlarını sürdürmüşlerdir. İlk yerleşim yerlerinden biri olan Bursa ilimiz, ülkemiz içme suyunun üretiminde büyük öneme sahip olan su kaynaklarından biridir. Son yıllarda ülkemizi de yakından etkileyen küresel ısınma adı verilen ve tüm canlıların hayatını olumsuz yönde tehdit eden bir problem ortaya çıkmıştır. Küresel ısınma kavramı sonucunda meydana gelen iklim değişiklikleri beraberinde aşırı sıcaklıkları getirmiş ve su kaynaklarını olumsuz yönde etkilemiştir. Dolayısıyla suya olan ihtiyaç her geçen gün artmıştır. Artan su ihtiyacını karşılamak için birçok önlem alınmış olsa da en etkili yol suyun geçmişteki davranışını inceleyip gelecekteki davranışını tahmin etmektir. Bu çalışmada Türkiye'nin önemli illerinden biri olan Bursa iline ait yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama sıcaklıktaki değişimi belirlemek amacıyla trend analizi yapılmıştır. Bu amaçla Bursa ilinin 17116 numaralı Bursa gözlem istasyonuna ait yıllık ortalama yağış ve yıllık ortalama sıcaklık verilerine parametrik olmayan Sen'in T, Spearman'ın Rho, Mann-Kendall ve Mevsimsel Mann-Kendall trend testleri uygulanmıştır. Trend analizleri bu aşamada ortalama yağışlar ve ortalama sıcaklıklar yıllık bazda değerlendirilmiş ve incelenmiştir. Trend analizi sonuçları incelendiğinde; Bursa istasyonundan alınan yağış verilerinde trendlere rastlanmazken sıcaklık verilerinde artan yönde trendlere rastlanılmıştır.

Anahtar kelimeler: Trend Analizi, Mann-Kendall Testi, Spearman'ın Rho Testi, Yağış, Sıcaklık, Trend Yöntemleri, Bursa

GİRİŞ

İklim değişikliği çağımızın en önemli sorunlarından bir tanesidir. Küresel ısınma kavramı sonucunda meydana gelen iklim değişiklikleri bazı bölgelerde aşırı yağışlara sebep olurken bazı bölgelerde aşırı sıcaklara sebep olarak su kaynaklarını olumsuz yönde etkilemiştir. Dolayısıyla suya olan ihtiyaç her geçen gün artmıştır. Artan su ihtiyacını karşılamak için birçok önlem alınmış olsa da en etkili yol suyun geçmişteki davranışını inceleyip gelecekteki davranışını tahmin etmektir [1]. Çünkü fazla yağış olan bölgelerde suyun korunup akıllıca kullanılarak gelecek nesillere aktarılması sağlanırken aşırı sıcaklık olan bölgelerde mevcut su kaynaklarının akıllıca yönetilmesi gerekmektedir. Bunun iyi bir şekilde uygulanması için ileriye dönük tahminlerin yapılması büyük önem arz etmektedir.

Dolayısıyla bu çalışmada, Türkiye'nin önemli illerinden biri olan Bursa iline ait yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama sıcaklıktaki değişimi belirlemek amacıyla trend analizi yapılmıştır. Bu amaçla Bursa ilinin 17116 numaralı Bursa gözlem istasyonuna ait yıllık ortalama yağış ve yıllık ortalama sıcaklık verilerine parametrik olmayan Spearman'ın Rho, Mann-Kendall ve Mann-Kendall Meritebe Korelasyon testleri uygulanmıştır.

¹ Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 54187, Sakarya, Türkiye, gceribasi@subu.edu.tr

² Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 54187, Sakarya, Türkiye, umutaytulun@gmail.com

GELİŞME**Trend Analiz Yöntemleri**

Hidrolojik büyüklükler zaman içinde rastgele değişen karakterde olduğundan sürekli bir azalma veya artma eğiliminin araştırılması özel yöntemler kullanmayı gerektirir. Klasik parametrik testlerdeki normalite, doğrusallık ve bağımsızlık gibi temel varsayımlar genellikle tipik yüzey suyu kalitesi verilerinde sağlanmamaktadır. Bu nedenle parametrik olmayan testlerin kullanılması parametrik testlere oranla daha uygundur [2].

Spearman'ın Rho Testi

İki gözlem serisi arasında korelasyon olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılan bu test, lineer trend varlığının araştırılmasında hızlı ve basit bir testtir. Sıra istatistiği olan R_{xi} verilerin küçükten büyüğe veya büyükten küçüğe doğru sıralanması ile belirlenir [3, 4]. Gözlem serisi $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ vektörü olmak üzere; iki yönlü test ile tanımlanan H_0 hipotezine göre x_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) değerleri eş olasılıklı dağılımlardır, H_1 hipotezine göre ise x_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) değerleri zamanla artar veya azalır. Spearman'ın Rho testi istatistiği (r_s), aşağıdaki bağıntısı ile hesaplanır.

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - i)^2}{(n^3 - n)}$$

$n > 30$ için r_s dağılımı normale yaklaşacağından normal dağılım Tabloları kullanılır. Bunun için r_s 'nin test istatistiği (Z),

$$Z = r_s \sqrt{n-1}$$

Şeklinde hesaplanır ve eğer Z değeri, α önem seviyesinde standart normal dağılım Tablolarından tespit edilen $Z_{\alpha/2}$ değerinden büyük ise, H_0 hipotezi reddedilerek, belirli bir trendin olduğu sonucuna varılır.

Mann-Kendall Testi

Mann Kendall Trend testi parametrik olmayan (nonparametrik) bir test olduğundan rastgele değişkenin dağılımından bağımsızdır [5, 6]. Bu test ile bir zaman serisinde trend olup olmadığı sıfır hipotezi; " H_0 : trend yok" ile kontrol edilmektedir [6-8]. Testin uygulanacağı zaman serisi x_1, x_2, \dots, x_n de x_i, x_j çiftleri iki gruba ayrılır. $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı P ve $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı M ile gösterilirse test istatistiği (S)

$$S = P - M$$

Şeklinde hesaplanır.

Kendall korelasyon katsayısı:

$$\tau = \frac{S}{\sqrt{n(n-1)/2}}$$

$n \geq 10$ için

$$\sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18}$$

Olmak üzere;

$$Z = \left. \begin{array}{ll} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{array} \right\}$$

Şeklinde tanımlanan Z istatistiğinin dağılımı standart normal dağılımdır. Örnekte birbirine eşit olan gözlemler varsa σ_s aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\sigma_s = \sqrt{\left[\frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_i t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18} \right]}$$

Burada t_i değeri eşit olan gözlemlerin sayısını göstermektedir. Örneğin 5 gözlem aynı değeri taşıyorsa $t_1 = 5$, 3 gözlem aynı değerde ise $t_2 = 3$ ve ayrıca değerleri aynı olan 2 gözlemlik iki grup bulunuyorsa $t_3 = 2$, $t_4 = 2$ alınacaktır.

Yukarıda anlatıldığı Şekilde hesaplanan Z'nin mutlak değeri seçilen α anlamlılık düzeyine karşı gelen normal dağılımın $Z_{\alpha/2}$ değerinden küçükse sıfır hipotezi kabul edilmekte ve incelenen zaman serisinde trend olmadığı, büyükse trend olduğu ve S değeri pozitif ise artan yönde negatifse azalan yönde trend olduğu sonucuna varılmaktadır. Ayrıca verilerin belirli bir dağılıma uyması zorunluluğu aramadığı için özellikle kullanışlıdır [7-9].

Mann-Kendall Mertebe Korelasyon Testi

Parametresiz olan bu test, uygulanan seride zamanla artma mı azalma mı olduğunu bulmak için kullanılır. Test, sonuçları grafiksel olarak ifade ederken trendin başlangıç noktasını da belirleyebilmektedir. Hidro -meteoroloji zaman serisinde sol taraftan başlayarak veriler x_i , teker, teker göz önünde bulundurularak veri yerine kendisinden önce gelen veriler içinde kaç tanesinin kendisinden büyük olduğu sayılır. Bu sayıya n_i dersek x_i veri değerleri bunlarla yer değiştirerek tam sayılı bir örnek fonksiyon elde edilir [3, 10, 11].

Bu tam sayıların ardışık toplamları, t_i ile gösterirsek yöntemi sınamak için gerekli büyüklük olan (t);

$$t = \sum_{i=1}^n n_i$$

Şeklinde tanımlanır. Bunun ortalaması E(t);

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4}$$

Varyansı;

$$\text{var}(t) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72}$$

u(t) fonksiyonu ise

$$u(t) = \frac{[t - E(t)]}{\sqrt{\text{var } t}}$$

Zamanla bir değişim yok varsayımı, u(t)'nin sıfıra yakın değerleri ile ifade edilirken u(t)'nin büyük değerleri bir değişiminin olduğunu gösterir. u'(t) ise seri içinde geri yönde u(t)'ye benzer Şekilde hesaplanır. u(t) ile u'(t)'nin grafiksel olarak kesiştikleri nokta trendin başladığı zamanı gösterir [3, 12, 13].

Bu çalışmada trend analizi yöntemi kullanılarak yıllık ortalama yağış ve yıllık ortalama sıcaklık verilerinin analizi yapılmıştır. Analizi yapılacak olan hidrometeoroloji parametrelerden olan yağış ve sıcaklık verileri Devlet Meteoroloji İşleri Müdürlüğünden alınmıştır. Veriler yıllık ortalama yağış ve yıllık ortalama sıcaklık olarak hesaplanmış ve analizler yapılmıştır.

Bursa ilinin Bursa istasyonunun yer aldığı lokasyon haritası şekil 1'de verilmiştir.

ilinin Bursa istasyonunun yağış değerlerinin test sonuçlarında trendin olmadığı gözlenirken, sıcaklık verilerinde artan trende rastlanılmıştır. Ayrıca Şekil 3'e bakıldığında artan trendin 1986 yılında başladığı görülmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada, Devlet Meteoroloji İşleri Müdürlüğü'nden alınan Bursa ilinin 17166 numaralı Bursa istasyonunun 1980-2018 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklık ve ortalama yağış verileri kullanarak Trend Analizi Yöntemi uygulaması yapılmıştır. Trend Analizi yöntemini uygulamak için kullanılan testler diğer testlere göre daha güçlü olduğu bilinen parametrik olmayan Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testi tercih edilmiştir. Trend tespit edilen parametrelerin trend başlangıç yılını tespit etmek için ise, parametrik olmayan Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi kullanılmıştır. Bursa ilinin yağış ve sıcaklık trend analizi sonuçları incelendiğinde; yağış verilerinde herhangi bir trende rastlanmazken sıcaklık verileri incelendiğinde artan trende rastlanmıştır. Bu bölgede iklim değişikliği etkisini artan yağışlar olarak gösterebilir. Sayısal sonuçlarla ileriye dönük tahminlerin yapılması daha sağlıklı sonuçlar vereceğinden son derece bu tahminler önem arz etmektedir. Çünkü ileriye dönük tahminlerde artan yönde eğilim gösteren bu bölgede suyun korunup akılcıca kullanılarak gelecek nesillere aktarılması gelecekte su problemini tamamen çözmüş olamasa da minimize etmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

- 1) Ecer, R., (2009). İklim Değişikliği ve GAP Bölgesindeki Su Kaynaklarına Etkisi, Yüksek Lisans tezi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harran Üniversitesi.
- 2) Helsel, D.R. ve Hirsch, R.M. (1992) Statistical Methods in Water Resources, Techniques of Water-Resources Investigations of the United States Geological Survey, Book 4, Hydrologic Analysis and Interpretation, Chapter A3, Amsterdam.
- 3) Gümüş, V., Fırat Havzası Akımlarının Trend Analizi İle Değerlendirilmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, Türkiye, 2006.
- 4) Buyukkaracigan, N. and Kahya, E., the Dependency Analysis of Annual Peak Flows of Streams in Konya Basin. In: Proc. of the International Conference on Water Problems in the Mediterranean Countries, Ankara, Turkey, 1997.
- 5) Mann, H.B., Non-Parametric Tests Against Trend. The Econometric Society, Vol. 13, 3:245–259, 1945
- 6) Nikhil RAJ, P.P. and Azeez, P.A., Trend Analysis of Rainfall İn Bharathapuzha River Basin, International Journal Of Climatology, Vol. 32, 4:533–539, 2012.
- 7) Yu, S., Zou, S. and Whittemore, D., Non-Parametric Trend Analysis of Water Quality Data Of Rivers İn Kansas. Journal Of Hydrology, Vol.150, 1:61–80, 1993.
- 8) M. G. Kendall: Rank Correlation Methods. 4th ed. Charles Griffin, London, 1975.
- 9) Tahas, S.V., Muntean, L., Ristoiu, D., Rosian, G. and Dimen, L., Statistical Analysis of Temperature Trends At Cluj-Napoca, Romania, Over The Last 35 Years Using The Student T-Test. Journal of Environmental Protection Ecology, Vol. 13, 2012.
- 10) Sneyers, R., on The Statistical Analysis of Series of Observations. World Meteorological Organization, Technical Note 143, Geneva, Switzerland, 1990.
- 11) Karaslavova, E., Dimitrova, T., Donchev, N. And Teneva, B., Influence of Some Meteorological Factors on Mortality From Cardiovascular Diseases İn The City And in The Region of Plovdiv. Journal of Environmental Protection and Ecology, Vol. 14, 1:323–334, 2013.
- 12) Sen, Z., Statistical Data Processing Methods (Hydrology And Meteorology). Istanbul, Turkey, 2002.

- 13) Zdenek, K., Milada, M., Ondrej, L. and Vaclav, K., Trend Analysis Of Rainfall-Runoff Regimes In Selected Headwater Areas Of The Czech Republic. Journal of Hydr. Hydromech, Vol. 59, 2011.

HASTANELERDE MEDİKAL GAZ TESİSATI**Erdem IŞIK¹
Anıl SÖZEN²****ÖZET**

Medikal gaz sistemleri kurulumunda, personelin kullanım noktaları, kliniklere tıbbi gazların sağlanması için güvenli, uygun ve düşük maliyetli bir sistem sağlamak temel amaçtır. Bu tür güvenlik, taşıma ve depolama gaz silindirlerinin kullanımı ile ilgili sorunları minimize eder. Bu sistemleri iki bölümde inceleyebiliriz. İlk aşama, borulu tıbbi gazları, tıbbi ve cerrahi havayı; tıbbi vakum tesisatlarını kapsar. Sağlık tesislerinde ve anestezi atık gaz tahliye sistemleri kurulu tüm tıbbi gaz boru hattı sistemleri için geçerlidir. Özellikle, bir medikal gaz tesisatında, dizayn, montaj, test ve devreye alma önemli aşamalardır. Sonraki aşama ise; işlevsel yönetimi ile ilgilidir. İşlevsel yönetimden kasıt, tüm yeni tesisler, yenileme ve mevcut tesislerin iyileştirilmesi için takip edilmelidir. Hasta ve personel güvenliği tehlikeye girmediği geriye dönük çalışma yapmaya gerek yoktur. Mevcut sistemi iyileştirmek için hasta güvenliğini öncelikli dikkat alarak bir plan hazırlanması gereklidir. Yöneticilerin, meslektaşları ile teknik eksiklikler için sistemi değerlendirmek amacıyla sağlık bakanlığı tarafından yayınlanan standartları dikkate alarak birlikte hareket etmeleri gerekir. Çalışmamızda özellikle modern hastanelerdeki medikal gaz tesisatında dikkate alınması gereken konular üzerinde durulmuştur. Hasta birimlerinin ihtiyaç duyduğu medikal gaz ile ilgili projesel ve uygulama olarak yapılması gereken işlemler verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Medikal Gaz, Hastane, Anestezi, Tesisat

Giriş

Hastaneler, hastalara kaliteli, hijyen ve sürekli bir tedavi sunacak şekilde tasarlanmalıdır. Medikal gaz tesisatı da bu sürekli ve kesintisiz hizmetin sağlanmasında önemli parametrelerinden biridir. Medikal amaçlı kullanılan gazların bir bölümü, alevi harekete geçiren yakıcı özelliği olan gazlar, diğer bir bölümü ise yanıcı özelliğe sahip gazlardır. Özellikle yanıcı özelliğe sahip gazlar kullanım sırasında tehlikeye sebep olacağından kullanımında oldukça dikkatli olunmalıdır. Tıbbi gazların çok çeşitli kullanım alanları vardır. Medikal amaçlı olarak gazlar hastanelerin değişik bölümlerinde solunumdan, cihaz laboratuvarlarına, ameliyathanelere çok farklı birimlerde (patoloji, mikrobiyoloji, eczacılık vb. gibi) gerek teşhis, tedavi gerekse değişik cihazları aktif ve rahat kullanmak amacıyla kullanılabilir [1-5]

Gaz Tesisatı

Medikal gaz sistemi, boru hattı dağıtım sistemi vasıtasıyla uygun terminal birime, medikal hava ve cerrahi hava besleme kaynağından emin ve etkili bir metot ile gazı temin etmek üzere dizayn edilmektedir. Medikal vakum tesisatı da bir gaz tesisatı gibi dikkate alınır ve bir boru hattı vasıtası ile uygulanır. Uygulanacak tüm sistem kendi içinde çapraz bir bağlantısı olmadığına dikkat edilmelidir. Yani her bir tesisatın, sistemin tüm bileşenleri o tesisatta kullanılacak gaz dikkate alınarak yapılacaktır.

Medikal gaz ve sistemlerini *Oksijen, Azot protoksit, Medikal hava (4 bar – 7 bar), Cerrahi hava 7 bar, Karbondioksit, Karışım gazlar, Anestezi atık gaz ve Vakum tesisatı* şeklinde sıralayabiliriz. Genelde hastanelerde medikal gazlar, *Oksijen tesisatı*; Solunum, anestezi ve oksijen terapisi için, *Azot protoksit tesisatı*; anestezi(uyutma) için, *Medikal Hava 4 Bar tesisatı*; solunum destekleyici gaz ve anestezi - solunum aparatı sondaj türbini, buhar aracılığıyla ilaç verme ve enjektöre çekme

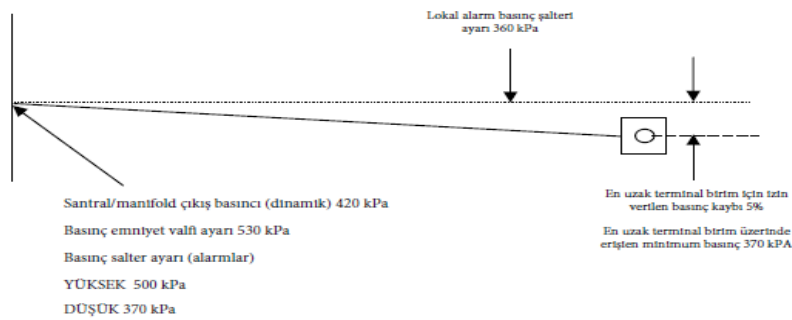
¹ Munzur Üniversitesi erdem@munzur.edu.tr,

² Rönesans Holding, Mekanik Dizayn Mühendisi

için; *Cerrahi Hava 7 Bar tesisatı*; cerrahi aletleri çalıştırmak için, *Karbondioksit tesisatı*; fiziksel tedavi, inkübatörler, laminar flow çalışma kabinleri için, *Karışım Gazları tesisatı*; inkübatörler, çalışma kabinleri için, *Saf Azot tesisatı*; cerrahi aletleri çalıştırma ve test işlemleri için, *Vakum Tesisatı*; bronşiyal emme, sabit drenaj, ameliyat sırasında emme için ve son olarak ta *Anestezik Atık Gaz Tesisatı*; uyutma, uyandırma ve operasyon odalarından anestezi gazlarını uzaklaştırmak için kullanılır [4].

Gaz Akışı

Boru hattı dağıtım sistemi dizayn edilirken, özen ve önem verilmesi gereken kriterler vardır. Bunlar, farklı zaman dilimlerinde kullanılan veya kullanılacak terminal birimlerinin miktarı takip edilmelidir. Tesisatın her bir alt kolundaki gerekli akış durumu, hasta odaları ve diğer ünitelere giden akış miktarı toplamını bilmek önemli bir kriterdir. Ana kollar / diğer kısımlardaki akışların ve her terminal ünitesi için ihtiyaç olan özgün akış (klinik kullanımında ihtiyaç olan en yüksek akış) ve ayrı ayrı terminal ünitelerinde ihtiyaç olan test akışı toplamı değerleri Tablo 1 de gösterilmiştir. Dikkat edilmesi gereken bazı noktaları da ameliyat ve anestezik odalarında oksijen temizleme sırasında, minimum basınç 275 L/dak. olmalıdır. Bu akışlar belirli çalışma koşulları altında vantilatörlerin belirli türleri ve nebulizatörleri için vardır. İlave olarak cerrahi hava turnikeler için bir güç kaynağı olarak kullanılır. Tasarım akış şartlarında medikal hava/ oksijen / azot protoksit - oksijen karışımlarının tipik basınçları Şekil 1 de gösterilmiştir.



Şekil 1. Tasarım akış şartlarında medikal hava/ oksijen / azot protoksit - oksijen karışımlarının tipik basınçları [6]

Tablo: 1 Gaz Akışı - terminal birimlerde gereken akışlar [6]

Hizmet	Yer	Nominal basınç (kPa)	Dizayn akışı (L/dak)	Özgün gerekli akış (L/dak)	Test akışı (L/dak)
Oksijen	N2O nun anestezik amaçlı sağlandığı ameliyathaneler ve diğer bütün alanlar	400	100 ⁽¹⁾	20	100
		400	10	6	40
Azot Protoksit	Bütün alanlar	400	15	6	40
Azot Protoksit / Oksijen karışım	LDRP (sancı, doğum, recovery, doğum sonrası) odaları	310 ⁽²⁾	275	20	275
	Diğer bütün alanlar	400	20	15	40
Medikal Hava 400 kPa	Ameliyathaneler	400	40 ⁽³⁾	40	80
	Yoğun bakım alanları, yenidoğan	400	80 ⁽³⁾	80	80
	Diğer alanlar	400	20	10 ⁽³⁾	80
Cerrahi hava/ nitrojen	Ortopedik ve Nöroşirürji ameliyathaneler	700	350 ⁽⁴⁾	350	350
Vakum	Bütün alanlar	40 (300 mm Hg below atmospheric pressure)	40	40 maximum, further diversities apply	40
Helyum/oksijen karışımı	Yoğun bakım alanları	400	100	40	80

Oksijen

Oksijen 5-6 L/dak tipik bir akışta kullanılır. Her terminal bitiminde gereklidir. Ancak nebulizatörlerin ada solunum cihazı kullanılması durumunda Tablo 1'de gösterildiği gibi 400

kPa'lık bir besleme basıncında 10 L/dak. geçiş kapasitesine sahip olmalıdır. Tablo'2 de ise akış formüllerini görmekteyiz.

Azot Protoksit

Azot protoksit anestezi amaçlı ve bazen analjezik amacı sağlar. Tüm durumlarda her bir terminal birimi, 15 L/dakika kapasiteye sahip olabilir, fakat pratikte akışın 6 L/dakika aşması olası değildir.

Hava

Hava cerrahi aletlerde dahil olmak üzere ekipmanların çeşitli türleri için, ventilatörler ve nebulizatörlere güç sağlamak amacıyla kullanılır. Oksijenin yangın riski ve maliyeti nedeniyle güç kaynağı olarak kullanılmasından kaçınılmalıdır ve özellikle cihaz üreticisi tarafından tavsiye edilmedikçe medikal hava kullanılmamalıdır. Hava için iki farklı basınçta sağlanmalıdır. Medikal havanın özellikle solunumda ve anestezi sırasında kullanımında son yıllarda belirgin bir artış olmuştur.

Tablo 2. Oksijen: Dizayn ve Çeşitlendirilmiş Akışlar [6]

Departman	Her terminal birimi için dizayn akışı (L/min)	Çeşitlendirilmiş akış Q (L/min)
Hasta konaklama (ward (hasta odaları) birimleri): Tek 4-yataklı odası ve tedavi odası Ward bloğu/departmanı	10 10	$Q_w = 10 + [(n-1)6/4]$ $Q_d = Q_w[1 + (nW-1)/2]$
Acil Servis: Resüstasyon odası, sedye alanı başına Major tedavi/alçı odası, sedye alanı başına Anestezi sonrası iyileşme, sedye alanı başına Tedavi odası/cubicle	100 10 10 10	$Q = 100 + [(n-1)6/4]$ $Q = 10 + [(n-1)6/4]$ $Q = 10 + [(n-1)6/8]$ $Q = 10 + [(n-1)6/10]$
Ameliyathane: Anestezi odaları Operasyon odaları Anestezi sonrası iyileşme	100 100	$Q = \text{no addition made}$ $Q = 100 + (nT-1)10$ $Q = 10 + (n-1)6$
Doğumhane: LDRP odaları: Anne Bebek Operasyon odaları: Anestezist Pediatrist Anestezi sonrası iyileşme Hasta konaklama: Tek/çok- yataklı odalar Çocuk odası, her bebek kotu alanı başına Özel bakım bebek ünitesi	10 10 100 10 10 10 10 10 10 10	$Q = 10 + [(n-1)6/4]$ $Q = 10 + [(n-1)3/2]$ $Q = 100 + (nS-1)6$ $Q = 10 + (n-1)3$ $Q = 10 + [(n-1)3/4]$ $Q = 10 + [(n-1)6/6]$ $Q = 10 + [(n-1)3/2]$ $Q = 10 + (n-1)6$
Radyoloji: Tüm anestezi ve prosedürler odaları	100	$Q = 10 + [(n-1)6/3]$
Yoğun bakım alanları	10	$Q = 10 + [(n-1)6]3/4$
Koroner yoğun bakım birimi (CCU)	10	$Q = 10 + [(n-1)6]3/4$
Yüksek bağımlılık birimi (HDU)	10	$Q = 10 + [(n-1)6]3/4$
Renal(böbrek)	10	$Q = 10 + [(n-1)6/4]$
CPAP ventilasyonu	75	$Q = 75n \times 75\%$
Yetişkin ruh hastalığı konaklama: Elektrokonvülsif terapi (EKT) odası Anestezi sonrası, her yataklı alanı başına	10 10	$Q = 10 + [(n-1)6/4]$ $Q = 10 + [(n-1)6/4]$
Yetişkin akut gündüz bakım konaklama: Tedavi odaları Anestezi sonrası iyileşme, her yataklı başına	10 10	$Q = 10 + [(n-1)6/4]$ $Q = 10 + [(n-1)6/4]$
Günübirlik hasta konaklama ("Yatan hasta konaklama")		"Yatan hasta konaklama"
Ağız cerrahisi / ortodontik: Muayenehaneler, tip 1 Muayenehaneler, tip 2 & 3 İyileşme odası(recovery), her yataklı başına	10 10 10	$Q = 10 + [(n-1)6/2]$ $Q = 10 + [(n-1)6/3]$ $Q = 10 + [(n-1)6/6]$
Günübirlik Hasta: Tedavi odaları	10	$Q = 10 + [(n-1)6/4]$
Ekipman servis odaları, steril hizmetler vb.	100	Yedek kapasite ilave edenek olmadan yeterli olacaktır.

Tablo 3. Azot Protoksit Dizayn ve Çeşitlendirilmiş Akışları [6]

Departman	Her terminal birimi için dizayn akışı (L/dak)	Çeşitlendirilmiş akış Q (L/dak)
Acil Servis: resüstasyon odası, sedye alanı başına	10	$Q = 10 + [(n-1)6/4]$
Ameliyathane	15	$Q = 15 + (nT-1)6$
Doğumhane: operasyon odaları	15	$Q = 15 + (nS-1)6$
Radyoloji: bütün anestezi ve prosedür odaları	15	$Q = 10 + [(n-1)6/4]$
Yoğun bakım alanları	15	$Q = 10 + [(n-1)6/4]$
Ağız cerrahisi/ ortodontik: muayene odaları, tip 1	10	$Q = 10 + [(n-1)6/4]$
Diğer departmanlar	10	Ek akış dahil değildir.
Ekipman Servis odaları	15	Ek akış dahil değildir.

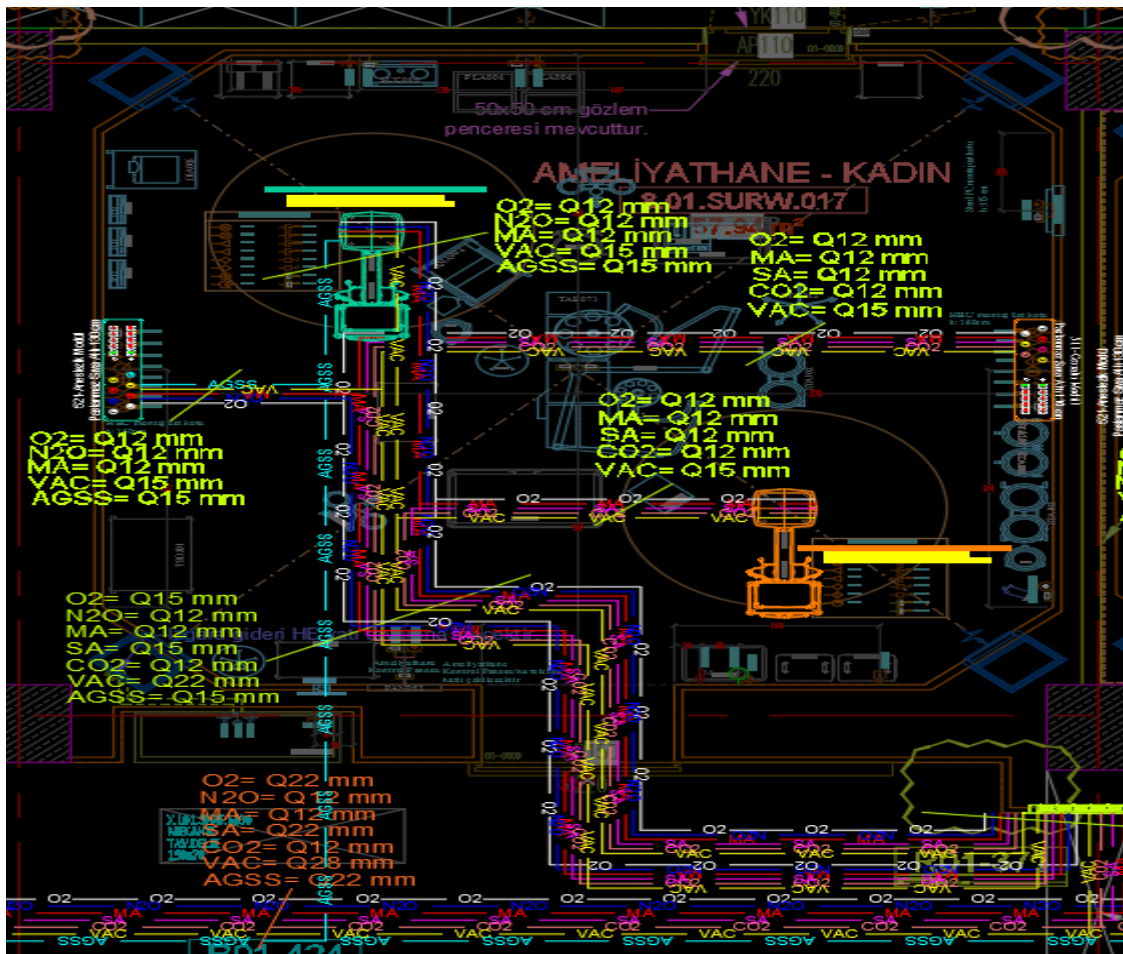
SİSTEMLERİN PROJELENDİRİLMESİ

Ameliyathane

Ameliyathane bölümleri için çeşitlendirilmiş akış oksijen için 100 L/dak. dır. Bu nedenle ameliyathane ve anestezi salonunda her oksijen terminal biriminden 100 L/Dak akış geçmelidir. Şekil 2 de örnek bir ameliyathane projelendirilmesi görülmektedir.

Yoğun Bakım

Bu birimler için akış, tüm yatak yerlerinin dolu olmasına rağmen, bunların dörtte üçünde oksijen kullanımını gerektirir. Her bir terminal birimi 10 L / dk besleme kapasitesine sahip olmalıdır. Çeşitlendirilmiş akış birinci yatak alanı için 10 L / dk varsayılarak hesaplanır ve geri kalan dörtte üçü ve 6 L / dk dır. Şekil 3 de örnek bir yoğun bakım projelendirilmesi görülmektedir.



Şekil 2. Ameliyathane Projelendirmesi



Şekil 3. Yoğun Bakım Projelendirmesi

SONUÇ

Medikal gaz tesisatları hasta sağlığı ve tedavi edilebilirlik olarak en önemli tesisatların başında yer almaktadır. Bilinmelidir ki bu tesisatın hesap ve projelendirilmesi son derece dikkatli yapılmalı imalat esnasında büyük hassasiyet gösterilmelidir. Özellikle çapraz testler hayati öneme sahip olacak düzeyde öneme haizdir. Sistemin oluşturulmasını takiben validasyon işlemlerindeki kabul edilebilirlik kalitenin artmasında önemli olacaktır. Uluslararası standartları, teknolojideki güncel gelişmeleri takip ederek mühendisler sistemleri projelendirmelidirler. İnsanı direkt ilgilendirmesi nedeniyle hem proje safhasında, hem uygulamada, hem de sistem çalıştırılırken eğitilmiş, tecrübeli ve hassas olunmalıdır.

KAYNAKÇA

- 1) Özen, Z., Medikal Gaz Tesisatı, II. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 153-183, 10-14 Ekim 1995, İzmir.
- 2) MEB-MEGEP Komisyon, Biyomedikal Cihaz Teknolojileri - Medikal Gazlar, 2008, ANKARA
- 3) Demirel, D., Hastanelerde Elektrik Dağıtımının Sağlığı Nasıl Değerlendirilir?, V. Elektrik Ulusal Kongre ve Sergisi Bildirileri, 18-21 Ekim 2017, İzmir.
- 4) Evren, E., Medikal Gaz Sistemleri, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 13-16 NİSAN 2011, 579-635, İzmir.
- 5) Işık, E., Sözen, A., İklimlendirme Sistemlerinde Hastane Uygulamaları: Ameliyathane Mahali Örneği, International Engineering and Technology Symposium - IETS 2018, Batman.
- 6) Medical Gazlar, Medikal Gaz Boru Hattı Sistemleri, 2006

**REPLACING THE COMPRESSION RATIO IN GASOLINE ENGINES IMPACT OF ITS
ENGINE PERFORMANCE PARAMETERS**
BENZİNLİ MOTORLARDA SIKIŞTIRMA ORANININ DEĞİŞTİRİLMESİNİN PERFORMANS
PARAMETRELERİNE ETKİSİ

Deniz SÜTCÜ¹
Selman AYDIN²

ABSTRACT

Increasing the energy needs has made it necessary to use the most efficient and effective energy resources in today's technology. Especially in the automotive sector, serious work is being done in this regard. At the same time, it has been tried to increase the engine power continuously in the vehicles produced from past to present and to reduce fuel consumption and harmful exhaust emissions. These efforts have been on the working principle of the motors and the compression ratio. The compression ratio is determined by the up and down movement of the pistons running in the engine cylinders. As a result of the upward movement of the pistons, the fuel-air mixture in the cylinder is compressed at a certain rate. In other words, the compression ratio; When the piston is down, the volume (cylinder volume) in front of it is the ratio of compressed volume (combustion chamber volume) at the front of the piston when the piston is up. The compression ratio of diesel engines is higher than gasoline engines because of the fact that diesel fuel does not ignite immediately. As a result, the burning temperature and pressure values of the diesel engines are higher and the efficiency increases. The fuel consumption also decreases accordingly. However, the fact that diesel engines have more exhaustive exhaust emissions has led automotive manufacturers to develop new and gasoline engines. When the compression ratio is increased in gasoline engines, deterioration occurs because of the early ignition of the gasoline and this creates an undesirable situation. However, with the change in compression ratio which can be done without causing knock, the fuel consumption is reduced while the efficiency and power increase. Some manufacturers develop such engines and carry out the necessary tests and receive positive results. In this paper, changing the compression ratio and its effects on gasoline engines will be examined.

Keywords: Compression Ratio, Technology, Cylinder Volume, Engine Performance

ÖZET

Enerji ihtiyaçlarının artması günümüz teknolojisinde mevcut enerji kaynaklarının en verimli ve etkin bir şekilde kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Özellikle otomotiv sektöründe bu konuda ciddi çalışmalar yapılmaktadır. Geçmişten günümüze üretilen araçlarda motor gücü sürekli olarak arttırmaya çalışılmış aynı zamanda da yakıt tüketimi ve zararlı egzoz emisyonları azaltmaya çalışılmıştır. Bu uğraşlar motorların çalışma prensibi ve sıkıştırma oranı üzerinde olmuştur. Motor silindirleri içerisinde çalışan pistonların aşağı-yukarı hareketi sonucu sıkıştırma oranı belli olmaktadır. Pistonları yukarı hareketi sonucunda silindir içerisinde bulunan yakıt-hava karışımı belli bir oranda sıkışmaktadır. Diğer bir ifadeyle sıkıştırma oranı; piston aşağıdayken önünde bulunan hacmin (silindir hacmi) piston yukarı çıktığında piston önünde bulunan sıkışmış hacme (yanma odası hacmi) oranıdır. Dizel motorların sıkıştırma oranı, motorin yakıtının hemen tutuşmaması özelliğinden, benzinli motorlara göre daha yüksektir. Bunun sonucunda dizel motorların yanma sonu sıcaklık ve basınç değerleri daha yüksek olmakta ve verim artmaktadır. Yakıt tüketimi de buna bağlı olarak azalmaktadır. Ancak dizel motorların çevreye zararlı egzoz emisyonlarının daha fazla olması otomotiv üreticilerini yeni çalışmalara ve benzinli motorları geliştirmeye yöneltmiştir. Benzinli motorlarda sıkıştırma oranı arttırıldığında benzinin erken

¹ Batman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı, tegmen-deniz@hotmail.com

² Batman Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü, selman.aydin@batman.edu.tr

tutuşması sebebiyle detenasyon meydana gelmekte ve bu da istenmeyen bir durum oluşturmaktadır. Ancak benzinli motorlarda vuruntuya sebep olmadan yapılabilen sıkıştırma oranı değişikliğiyle verim ve güç artarken yakıt tüketimi de azaltılmaktadır. Bazı üreticiler bu tür motorları geliştirerek gerekli testleri yapmakta ve olumlu sonuçlar almaktadır. Bu yazıda benzinli motorlarda sıkıştırma oranının değiştirilmesi ve etkileri irdelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Sıkıştırma Oranı, Teknoloji, Silindir Hacmi, Motor Performansı

1.GİRİŞ

İçten yanmalı motorlar 1800'lü yıllarda hayatımıza girmiş ve günümüzde ulaşımda en yaygın kullanılan araçların en önemli parçası haline gelmiştir. İlk üretilen araçlar düşük güçler üretmekte ve hız kademeleri sınırlıydı. Ancak teknolojinin gelişmesi her sektörde olduğu gibi otomobiller üzerinde de çok fazla etki bırakmıştır. İçten yanmalı motorlarda icadından bu yana performans ve verim artışı üzerine sürekli çalışmalar olmuş ve bunun neticesinde günümüzde çok güçlü araçlar üretilmiştir.

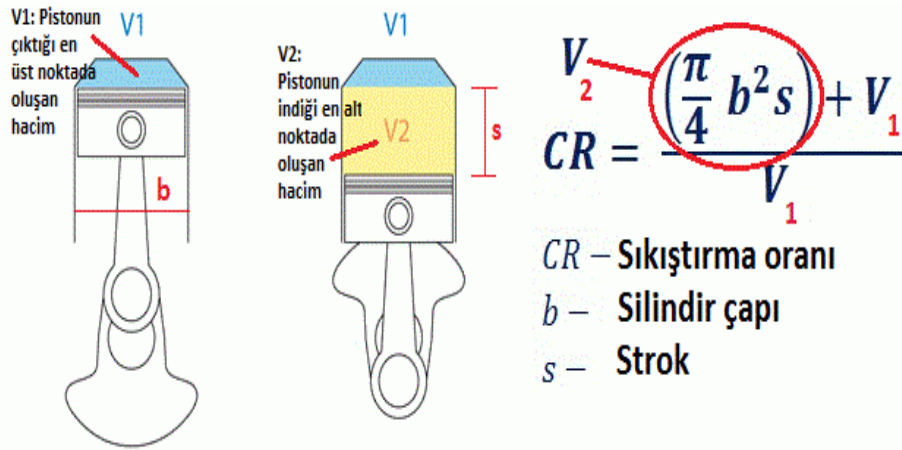
Benzinli motorların mucidi Nicolaus August OTTO (1832-1891) bu motoru yakıt-hava karışımının sıkıştırılması ve ateşleme ile yanması prensibine göre oluşturmuştur. Rudolf DIESEL (1858-1913) ise sıkıştırılmış hava üzerine yakıtı yüksek basınçla göndererek yanmayı gerçekleştirmiştir. Bu iki motorda prensip olarak sıkıştırma üzerine kurulmuştur. Ancak benzin ve dizel yakıtının kimyasal özelliklerinin farklı olması sebebiyle sıkıştırma oranları değişiklik göstermektedir. Motorin yüksek alevlenme sıcaklığı ve setan katkısı sebebiyle vuruntuya daha dirençlidir. Fakat benzinin alevlenme sıcaklığının düşük olmasından dolayı yüksek sıkıştırmada detenasyon oluşmaktadır. Bunu azaltmak için benzine oktan ilavesi yapılmakta ve vuruuntu direnci artırmaktadır [2].

2.1. Benzinde Vuruuntu Direncinin Arttırılması

Benzin fosil kökenli bir yakıt olup petrolün işlenmesi sonucu elde edilen 32-204 °C'ler arasında kaynayan, özgül ağırlığı 0,680-0,760 g/cm³ olan renksiz ve kendine özgü kokusu bulunan bir hidrokarbonlar karışımıdır[1].Buji kıvılcımı yardımıyla ateşlenen dört zamanlı motorlarda sıkıştırma zamanı sonunda yanma odasına sıkıştırılmış olan yakıt-hava karışımının normal zamanda yanması normal yanma olarak adlandırılır. Normal yanmada buji kıvılcımıyla başlayan alev daireler halinde diğer kısımlara yayılır ve bu yayılma hızına alev yayılma hızı denir. Alev yayılma hızı normalden yüksek olursa ani basınç artışları meydana gelir ve bu olaya vuruuntu denir. Vuruuntu olayı yakıtın oktan sayısına bağlı olarak değişmekte olup oktan sayısı arttıkça vuruuntu miktarı da azalır. Oktan sayısı izo-oktan için 100, n-heptan için 0 kabul edilmiş olup mutlak değer değildir. Sadece izo-oktanın göreceli olarak n-heptana göre daha yüksek sıkıştırma oranlarında vuruuntusuz olarak yanacağını ifade etmektedir. Yakıttaki n-heptan miktarı arttıkça vuruuntuya meyil artar izo-oktan miktarı arttıkça da vuruuntu dayanımı artmaktadır[2]. Bu maksatla yakıt üreticileri benzinin içerisine katkı olarak yüksek oktan oluşturacak karışımlar ilave etmektedir.

2.2. Sıkıştırma Oranı(ε)

Sıkıştırma oranı silindir toplam hacminin sıkıştırma hacmine oranı olarak bilinir[4]. Daha açık ifade etmek gerekirse şekil 1'de ifade edildiği gibi piston alt ölü noktada iken yukarıda kalan V1 ve V2 hacimlerinin toplamının, piston üst ölü noktada iken sıkışan V1 hacmine oranı olarak ifade edilir. İçten yanmalı motorlarda sıkıştırma oranı, ortalama efektif basınç, özgül yakıt tüketimi ve çıkış gücünün belirlenmesinde önemli bir parametredir.

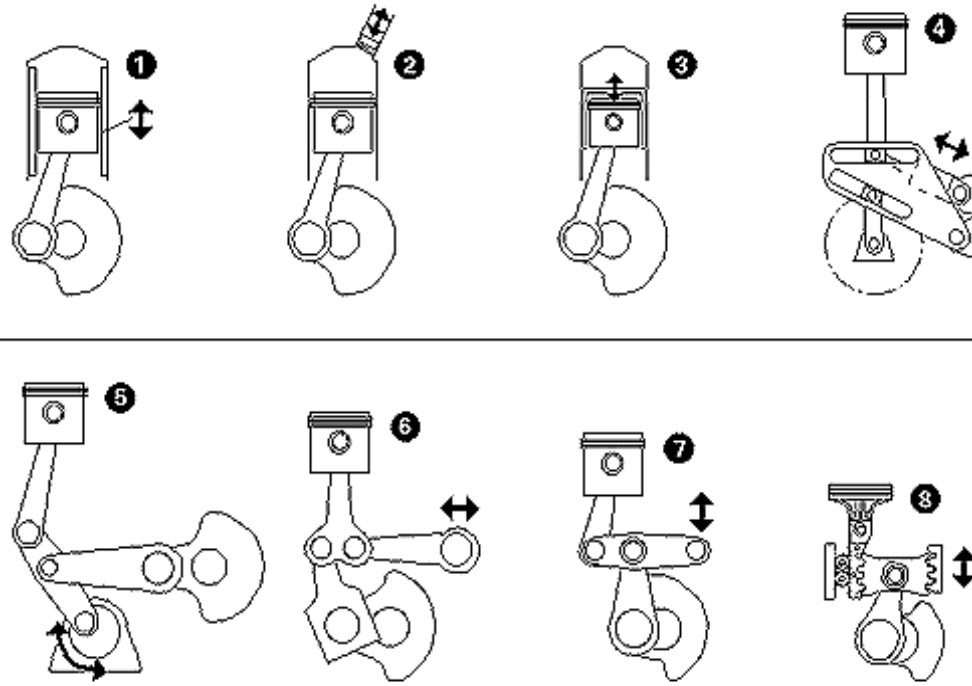


Şekil 1. Sıkıştırma Oranı Hesaplanması [3]

2.3. Sıkıştırma Oranının Performansa Etkisi

İdeal Otto-hava çevriminde sıkıştırma oranının artırılmasıyla sıkıştırma sonu basınç ve sıcaklık yükselmekte buna bağlı olarak da yanma hızı artmaktadır. Yanma hızının artması motor performansını yükseltmektedir[5]. Ancak gerçek çevrimde ise sıkıştırma oranının etkisi beklenen ölçüde olmayıp bunun başlıca sebepleri vardır. Bunlar; sıkıştırma oranıyla beraber yanma odası yüzey alanının yanma odası hacmine oranı artmakta ve yanma sonu sıcaklıkların artarak yanma odası çeperiyle aradaki sıcaklık farkını yükseltmektedir. Bunun sonucunda ısı iletimi artar ve indike verim düşer. Ayrıca oluşan yüksek sıcaklıklar dissosiasyon oranını artırır ve basınç sınırlanarak indike verim artışını durdurur[8]. Sıkıştırma oranı vuruntulu yanmaya sebep olan en önemli etkendir. Motorun verimini artırmak için sıkıştırma oranını da artırmak gerekir. Ancak bu durumda yanma hızı artmakta ve artan sıcaklıklarla yakıtın cinsine bağlı olarak da belli bir değerden sonra vuruntulu yanma başlamakta ve giderek şiddeti artmaktadır. Artan sıkıştırma oranıyla vuruntunun oluşmaması için daha yüksek oktana sayılı yakıt kullanmak veya ortalama efektif basıncı azaltmak, yani motorun gücünü kısıtlamak gerekecektir[9]. Sıkıştırma oranının vuruntuya sebep olmayacak kadar artırılmasıyla çıkış gücü artmakta ve yakıt ekonomisi iyileşmektedir. Motorda sıkıştırma oranının artması ateşleme sırasında hava-yakıt karışımının yoğunluğunu artırdığından açığa çıkan enerji daha faydalı kullanılabilir ve motor termal verimi ile güç artışı sağlanacaktır[6]. Belirli limitler içerisinde termodinamik verimi sıkıştırma oranının artırılmasıyla %4-5 oranında artırmak mümkündür[7].

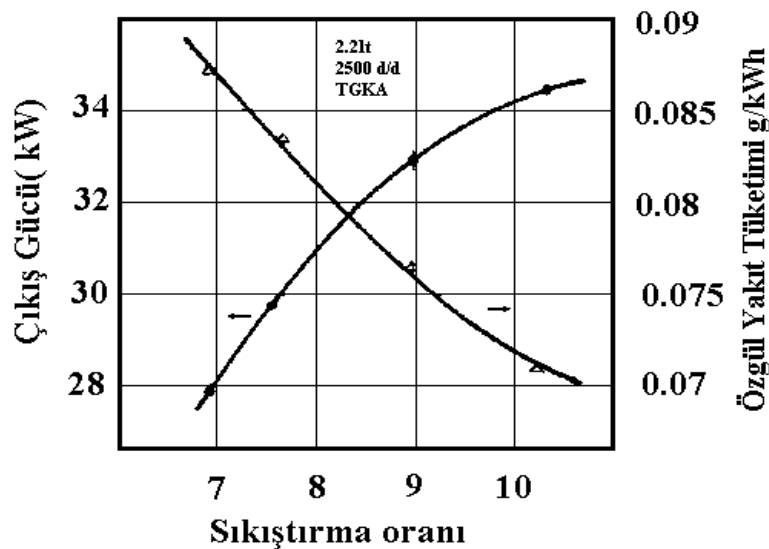
Sıkıştırma oranının değişken hale dönüştürülmesi çeşitli şekillerde yapılmaktadır. Bunlar, biyel boyu ve piston yüksekliğini değiştirerek, yanma odası hacmini büyütüp küçülterek, krank mili ana ve biyel muylu çapını değiştirerek veya silindir kapağını hareket ettirilerek olabilmektedir[6]. Bu değişikliklerden çoğu tasarımsal süreçte yapılması gerekirken günümüzde biyel boyu ve piston yüksekliğinin sürekli değiştiği sistemler üzerinde çalışılmakta olup yazımızda ayrıca değinilecektir.



Şekil 2. Değişken Sıkıştırma Oranı için Tasarlanmış Mekanizma Örnekleri [6]

1 ve 2 numaralı mekanizmada yanma odası veya silindir kapağında değişiklik yapılmıştır. 3 numaralı mekanizmada kontrol ve iç kuvvetler açısından ciddi problemler olduğu iddia edilmekte olup 4,5,6 ve 7 numaralı mekanizmalarda motor boyutları ve iç kuvvetlerin arttığı iddia edilmektedir. 8 numaralı mekanizmada ise pistonda meydana gelen radyal kuvvetin ve piston eteğinin elemine edildiği, silindir ile piston temasının bulunmadığı ve ovalik sayesinde aşınmanın yüksek oranda azaltıldığı ve yağlamanın daha iyi sağlanması ile sürtünme kuvvetinin azaltıldığı bundan dolayı da daha ağır parçaların yer almasına karşın yakıt tüketiminde azalma sağlandığı iddia edilmektedir[6].

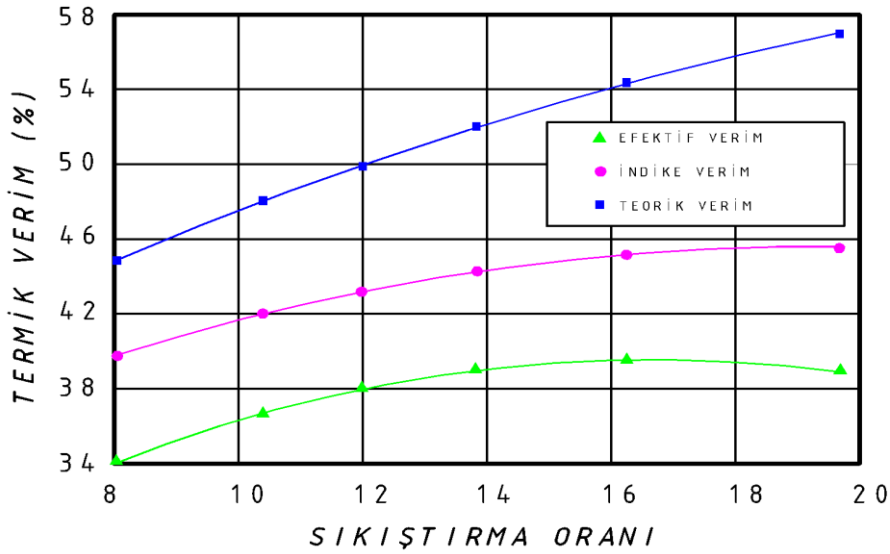
Yapılan bir araştırmada, buji ile ateşlemeli 2,2 litre hacimli bir motorda gaz keleşiği tam açık konumda ve 2500 d/dk sabit devirde sıkıştırma oranının artışıyla birlikte motor çıkış gücünün arttığı ve yakıt tüketiminin azaldığı tespit edilmiştir[6].



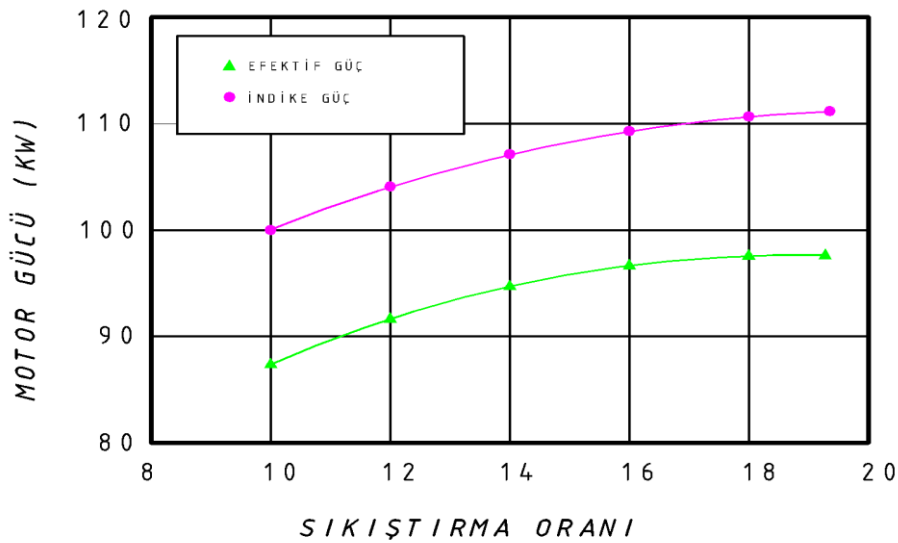
Şekil 3. Sıkıştırma Oranına Bağlı Olarak Motor Gücü ve Özgül Yakıt Tüketiminin Değişimi [5]

2.4. Sıkıştırma Oranının Yakıt Tüketimine Etkisi

Caris ve Nelson'un (1958) yaptığı çalışmada sıkıştırma oranı 9:1'den 20:1'e kadar değiştirilmiş olup deneylerde 7 tane V8 5,3 litre hacimli motorlar kullanılmıştır. Yanma odası piston üzerinde açılan oyuklar ile oluşturulmuştur. 2000 d/d'de tam yükte hava-yakıt oranı ve avansın maksimum ekonomiye göre ayarlanarak yapılan deneylerde motorun maksimum termik verimine 17:1'lik sıkıştırma oranında ulaştığı tespit edilmiş olup bu noktadan sonra sıkıştırma oranının artmasıyla da termik verim düşmeye başlamıştır. Aynı zamanda 17:1'lik sıkıştırma oranından sonra motor gücünün de azaldığı tespit edilmiştir[5].



Şekil 4. Tam Yükte Sıkıştırma Oranının Termik Verime Etkisi [5]



Şekil 5. Sıkıştırma Oranının Motor Gücüne Etkisi [5]

Wong et al., (1998), değişken hacimli ve değişken sıkıştırma oranına sahip Avlar çevrimli Volvo 850 motorunun silindir kapağının içine içerisinde hareketli ikincil bir piston bulunan yardımcı bir oda tasarlayarak sıkıştırma oranını değiştirmişlerdir. Bu tasarımla birlikte emme, sıkıştırma, iş ve egzoz zaman karakteristikleri ana ve ikincil pistonlar arasındaki safha ayarlanarak kontrol edilmiştir. Ana ve ikincil pistonlar arasındaki aşama farklarına bağlı olarak toplam silindir hacmi de değiştirilmiştir. Kısmi yüklerde uygulanan yüksek sıkıştırma oranlarında %6'a yakın iyileşme kaydedilmiştir. Ayrıca referans çıkış gücü için motor boyutlarının ve ağırlığının azaltılmasıyla yakıt ekonomisine ilave katkılar olmuştur[5].

3. Değişken Sıkıştırma Oranı ve Sıkıştırma Oranının Yükseltilmesine Yönelik Yapılan Çalışmalar

3.1. Skyactive-X Motor Teknolojisi

Günümüzde dizel motorlar daha az yakıt tükettiği ve verimi daha yüksek olduğundan tercih edilmektedir. Ancak egzoz emisyonları bakımından çevreye NOx gibi zararlı gazları daha fazla salınım yaptığından birçok ülke tarafından terk edilmektedir. Avrupa'nın birçok başkentine dizel araçların girişı kısıtlanmış birçok firma dizel motorlu araç üretimini durdurmuştur. Bu sebeple alternatif yakıt teknolojisine yönelmiş hibrit ve elektrikli araçlar üzerine yoğunlaşmıştır. Ancak hali hazırda hibrit ve elektrikli araçların maliyet ve bakımının yüksek olması nedeniyle üreticiler benzinli motorlarda düşük hacimli yüksek performanslı motor üretmeye yoğunlaşmışlardır. Japon firması Mazda yeni bir benzinli motor geliştirmiş ve adına Skyactive-X adını vermiştir[10].

Skyactive-X teknolojisini ürün motorlar çalışma prensibi olarak dizel gibi olsa da aslında benzinli bir motordur. Hava-yakıt karışımı benzinli motorlarda olduğu gibi önceden karıştırılmakta bu karışım yüksek sıkıştırma oranı ile sıkıştırılıp buji olmadan dizel motorlardaki gibi patlaması sağlanmaktadır. Bu anlamda dizel motorun üstünlüğü olan yüksek tork ve düşük yakıt tüketimi elde edilmekte. Ancak dizel motorlarda yüksek tork yüksek devirlerde sağlanamadığından bu noktada benzinli motor özelliğini almakta bu sayede düşük emisyon ile yüksek torku yüksek devirlere kadar sağlayabilmektedir[10].

Bu sistemdeki en büyük zorluk patlamanın zamanını ayarlamaktır. Benzinli motorlarda istenilen zamanda bujiden kıvılcım alınarak yanma gerçekleştirilmekte. Bu teknolojiye hava yakıt karışımının sıkıştırılıp yüksek sıcaklığa çıkması kendiliğinentutuşması istenmektedir. Fakat benzinli motorlarda yüksek sıkıştırma oranı yanma odasında kontrolsüz bir patlamanın gerçekleşmesine sebep olacağından iki durumu bir arada oluşturmak oldukça zordur. Ancak Mazda farklı yöntemler uygulayarak bunu başarmıştır. Burada sistem yüksek sıkıştırma oranında yakıtın kendi kendine tutuşmaması için fakir karışım ile beslenmektedir. Fakir karışıma daha fazla hava ihtiyacı olduğundan sistem süperşarj ile desteklenmiş ve böylece düşük yakıt tüketimi de elde edilmiş olmaktadır[10].



Şekil 6. Skyactive Motor kesit görüntüsü [11]

Skyactive-X teknolojisi motorda buji de yer almakta fakat çoğu zaman kullanılmamaktadır. Yüksek sıkıştırma oranı ile elde edilen patlamanın kontrol edilmesi bazı durumlarda (ilk çalışma sırasında, soğuk motorlarda, yüksek güce ihtiyaç duyulan yüksek devirlerde) zor olduğundan sıkıştırma sonu basıncı yükseltmek ve patlamaya yardımcı olmak için buji kullanılmaktadır. Mazda yetkilileri Skyactive-X teknolojisinin daha önceki skyactive motorlarına göre %10 ile %30 arasında daha fazla tork üreteceğini, motor veriminin de %20 ile %30 arasında iyileşeceğini ve yakıt tüketiminin de %30 oranında azalacağını bildirmektedir[10].

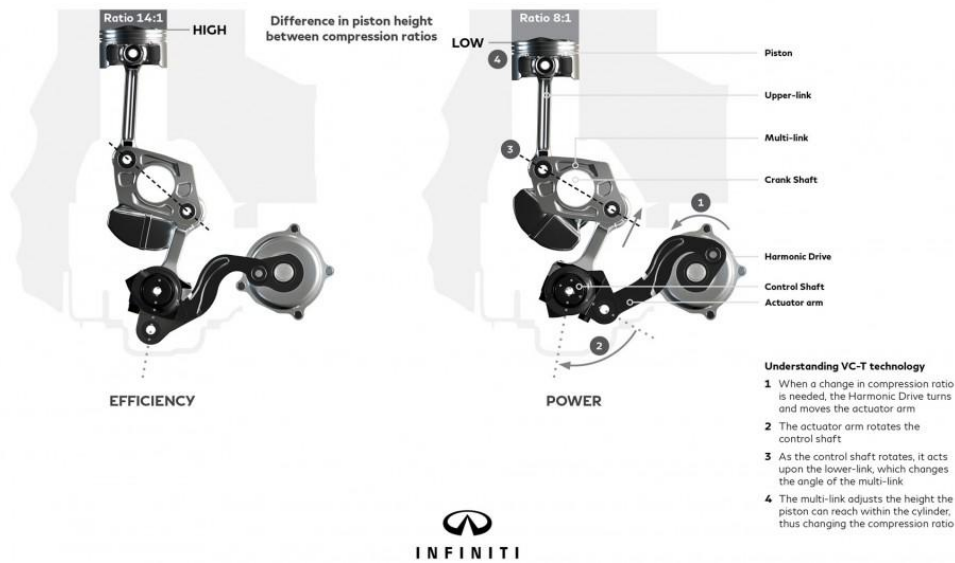
3.2. VC-Turbo Motor Teknolojisi

Japon Nissan firmasının lüks segment markası olan Infiniti VC-Turbo adı altında dünyanın ilk değişken sıkıştırma oranına sahip içten yanmalı motorunu üretti[12]. 1998 yılından beri üzerinde çalışılan motor 20 yıllık bir emek sonucu ortaya çıkmış ve otomotiv dünyasında yankı uyandırmıştır.

VC-Turbo teknolojisi ile 2.0 litrelik 4 silindirli bir motordan 6 silindirli motordan alınabilecek güç ve tork değerleri alınmakta ve daha az yakıt tüketimi olmaktadır. Sabit bir kompresyon (sıkıştırma) oranıyla sınırlı kalmak zorunda olunmayan bu motor teknolojisi sayesinde, kompresyon oranı 8:1 (yüksek performans için) ve 14:1 (yüksek verimlilik için) arasında değişiklik göstermektedir[12]. Bu sistemde bilindik krank mili yerine harmonik sürüş denilen elektrik motoru ile kontrol edilen mekanik bir tertibat bulunmakta ve bu mekanik bağlantılarla, bu bileşen piston ile krank mili arasındaki bağlantıyı değiştirebilir, böylece pistonun silindir içinde ulaşabileceği maksimum yükseklik (ve dolayısıyla sıkıştırma oranı) kontrol edilebilmektedir[13].

INFINITI VC-T ENGINE

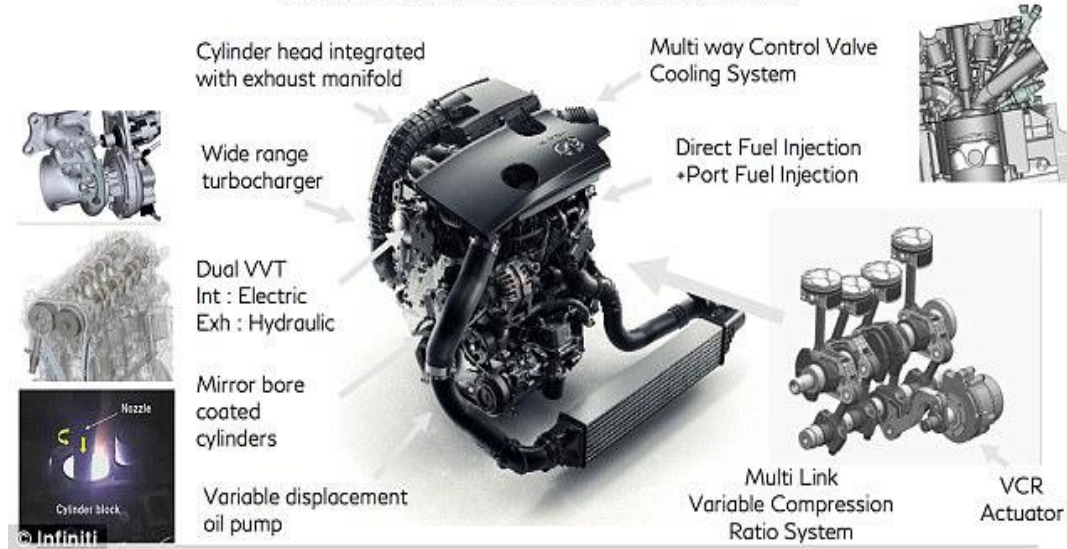
COMPARISON OF VC-T TECHNOLOGY IN HIGH AND LOW COMPRESSION RATIOS



Şekil 7. VC-T Motorun değişken sıkıştırma oranı mekanik tertibatı [13]

VC-Turbo teknolojisi değişik sürüş koşullarına göre (yüksek performans ve ekonomik sürüş gibi) kendini dönüştürebilme ve piston yüksekliğini ayarlayabilme yeteneği sayesinde optimum sürüş sağlamaktadır. Turbosarj beslemesi ve çift enjektör bulunan bu sistemde yüksek performans durumunda sıkıştırma oranını 8:1 olarak ayarlamakta ve yanma odasına direkt yapılan yakıt püskürtmesi sayesinde yüksek güç elde edilmektedir. Ekonomik sürüş durumunda sıkıştırma oranı 14:1 olarak ayarlanmakta ve emme supapları arkasında bulunan enjektör ile yakıt hava karışımı sağlanmakta ve bir dizel motor tasarrufu elde edilmektedir.

VC-TURBO KEY TECHNICAL COMPONENTS



Şekil 8. VC-T Motorun teknik bileşenleri [14]

VC-Turbo teknolojisi, belirgin şekilde azaltılmış yakıt tüketimi, emisyonlar, ses ve titreşim seviyeleri gibi özellikleri de içeren birçok fayda sunmakla birlikte, karşılaştırılabilir geleneksel motorlardan daha kompakt ve hafif yapısıyla dikkat çekmektedir[12]. Ayrıca pistondan krank miline iletilen hareketin neredeyse dik gelmesi sebebiyle motor daha rahat ve sarsıntısız çalışmaktadır. VC-Turbo motoru için nerdeyse 100'den fazla prototipi yapılmış, 3 milyon km'den

fazla yol simülasyon testi gerçekleştirilmiş ve 30.000 saatten fazla (Yaklaşık 5 milyon km'ye denk) motor test yataklarında denemeler yapılmıştır. Yapılan denemeler sonucunda 2.0 litrelik VC-T motorundan 272 HP güç ve 390 Nm tork elde edilebileceği bildirilmiştir. Ayrıca benzer güçteki V6 motorlara göre yüzde 27 daha düşük yakıt tüketimine sahip ve yine V6 motorlara göre 25 kg daha hafif yapıdadır. Infiniti markasının gelecek yıllarda VC-T motor teknolojisini SUV segmenti araçlarda kullanacağı öngörülmektedir [12].

4. SONUÇLAR

Günümüzde otomobil kullanıcıları araçlardan düşük yakıt tüketimi, aktif-pasif güvenlik sistemleri ve yüksek performans gibi özellikler beklemektedir. Buna bağlı olarak tüm araç üreticileri yoğun rekabet içerisinde olup yeni teknoloji ile araçlarını donatmaktadır. Alternatif yakıtlar üzerinde yapılan çalışmaların yetersiz olması ve elektrikli araçların maliyetinin yüksek olması sebebiyle hala fosil kökenli yakıtların kullanımı yaygınlığını korumaktadır. Trafikte olan araçların büyük çoğunluğu benzin ve motorinle çalışan motorlara sahiptir. Dizel motorların benzinli motorlara göre veriminin daha yüksek olması buna bağlı olarak yüksek efektif güce ve düşük yakıt tüketimine sahip olması sebebiyle ağır vasitalardan sonra binek araçlarda da kullanımını yaygınlaştırmıştır. Fakat dizel motorların çevreye daha zararlı egzoz emisyonları salınımı yapması ve gelişmiş ülkelerin çevre politikaları sonucunda binek araçlarda dizel yakıtlı motorların kullanımı azalmıştır. Hatta bazı Avrupa ülkeleri başkentlerine dizel araçların girişini yasaklamıştır. Tüm bu gelişmeler gözleri benzinli motorlarda yapılacak iyileştirmelere dikmiştir. Dizel yakıtlı motorların yüksek sıkıştırma sonucu elde edilen yüksek verimi benzinli motorlara da uyarlanmaya çalışılmıştır. Değişken sıkıştırma oranı ile vuruntu olmadan kısmi ve orta yüklerdeki çalışmada önemli bir miktarda yakıt tüketimi sağlanmaktadır. Ayrıca yakıt ihtiyacı için yapılan çalışmalarda dikkate alındığında ortalama %20'lik bir yakıt tasarrufu sağlanmaktadır. Özellikle şehir içi çalışmalarda geometrik sıkıştırma oranının artmasıyla motorun termik verimi artmakta yakıt tüketimi de buna bağlı olarak azalmaktadır. Ancak sıkıştırma oranının belli noktadan sonraki artışı yüzey/hacim oranını fazla artıracığından yanma üzerinde olumsuz etkisi olmakta ve bunun sonucunda motor verimi düşürmekte, yakıt tüketimini ve hidrokarbon emisyon değerlerini artırmaktadır. Sıkıştırma oranının değiştirmesiyle vuruntuya dayanıklı yakıtlara yönelik çalışmalar ve yüksek oktanlı yakıtların kullanımı artmıştır.

KAYNAKLAR

- 1) <https://www.tesisat.org/benzin-nedir-yapisi-ve-ozellikleri/> Erişim tarihi: 16/08/2018
- 2) Peker, A., Benzin ve Dizel Motorların performansına Alternatif Yakıtların ve Katkı Maddelerinin Etkisinin İncelenmesi, 2000, Yüksek Lisans Tezi İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- 3) <http://www.yarisgaraji.com/2016/08/sikistirma-orani-nedir/> Erişim tarihi: 16/08/2016
- 4) Deniz, O., İçten Yanmalı Motorlar, 2008, Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü
- 5) Sekmen, Y., Erduranlı, P., Akbaş A., Salman, M,S., Sıkıştırma Oranının Değişiminin Buji ile Ateşlemeli Motorlara Etkisi, 2002, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü
- 6) Yolaçan, F., Otomobil Motorlarında Yakıt Sistemleri, 1998, GÜTEF. Ankara,
- 7) Öz, A., Demir, A., Küçük Hacimli-Yüksek Performanslı Motor Teknolojileri ve Uygulamaları, 2012, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Otomotiv Teknolojisi Programı, Burdur.
- 8) Söylemez, O., Benzinli Motorlarda Kısmi Yük Karakterinin İncelenmesi İçin Bir Deney Düzeninin Hazırlanması, 2006, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- 9) Karayolu Taşıtları Otomobiller Yakıt Ekonomisi Tayini, 1991, TSE 1984, Ankara
- 10) <https://www.muhendisbeyinler.net/mazda-skyactiv-x-motor/> Erişim tarihi: (13/02/2018)

- 11) https://www.diariomotor.com/imagenes/picscache/750x/5-datos-mazda-skyactiv-x-01_750x.jpg Erişim tarihi: (14/02/2018)
- 12) <https://www.otopark.com/2016/10/infinitinin-yeni-vc-turbo-motoru-ve-qx-sport-inspiration-konsepti/>Erişim tarihi: (02/10/2016)
- 13) https://www.motorauthority.com/news/1106405_a-close-look-at-infinitis-vc-turbo-variable-compression-engine#image=100568014 Erişim tarihi: (30/10/2016)
- 14) <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-5114701/New-Nissan-engine-bids-extend-life-internal-combustion.html> Erişim tarihi: (17/11/2017)

**MELEZ (SEMI) HYBRID SYSTEM APPLIED IN VEHICLES
TAŞITLARDA UYGULANAN MELEZ (YARI) HİBRİT SİSTEMİ****Deniz SÜTCÜ¹
Selman AYDIN²****ABSTRACT**

Hybrid means entegre mixture system and it is the integration of two different motor systems. Hybrid vehicles have entered our lives with the reduction of fossil fuel sources and environmental awareness. Combined with electric and gasoline engines, this system provides lower fuel consumption and lower emissions than internal combustion engines. In addition to the internal combustion engine, the system is equipped with an electric motor, generator, battery and other attachments to be coordinated by the electronic control unit. In case of heavy traffic or low speed due to different reasons, electric motor is used instead of gasoline engine which means zero emission release. However, there are some limitations due to the cost of the parts added to the Hybrid vehicles and the battery life. However, due to the technical insufficiency of fully electrically operated vehicles, the demand for hybrid vehicles is higher. This demand is increased through tax cuts and incentives. Some automobile manufacturers produce low-voltage electrical motor systems that support the internal combustion engine, although not entirely hybrid. This system has been named as “Hybrid “.In this paper, hybrid system will be examined.

Keywords: Hybrid, Electric Motors, Low Emissions.

ÖZET

Hibrit kelimesi “karışım”, “melez” anlamına gelmekte olup iki farklı motor sisteminin birbirine entegre edilerek çalıştırılmasıdır. Fosil kökenli yakıt kaynaklarının azalması ve gelişen çevre bilinci ile hibrit araçlar hayatımıza girmiştir. Elektrikli ve benzinli motorların bir araya getirilmesiyle oluşan bu sistem içten yanmalı motorlara göre daha düşük yakıt tüketimi ve düşük emisyon salınımları sağlamaktadır. Sistem içten yanmalı motora ek olarak elektrik motoru, jeneratör, batarya ve diğer ek parçalarla donatılarak elektronik kontrol ünitesi tarafından koordine edilmektedir. Trafığın yoğun olduğu ya da farklı sebeplerle düşük hız yapmak durumunda benzinle çalışan motor yerine elektrik motoru kullanılmakta bu da sıfır emisyon salınımı anlamına gelmektedir. Fakat Hibrit araçlara eklenen parçaların maliyetli olması ve batarya ömründen dolayı bazı kısıtlamalar da yer almaktadır. Ancak günümüzde tamamen elektrikle çalışan araçların teknik yetersizliğinden dolayı hibrit araçlara talep daha fazla olmaktadır. Yapılan vergi indirimleri ve teşvikler ile bu talep arttırılmaktadır. Bazı otomobil üreticileri tamamen hibrit olmasa da içten yanmalı motoru destekleyen düşük voltajlı elektrik motorlu sistemler üretmektedir. Hibrit sistemin avantajlarından faydalanılmış olumsuz yönleri azaltılmış olan bu sistem “Melez Hibrit” olarak adlandırılmıştır. Bu yazıda melez hibrit sistemi irdelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Melez Hibrit, Elektrikli Motorlar, Düşük Emisyon.

1. GİRİŞ

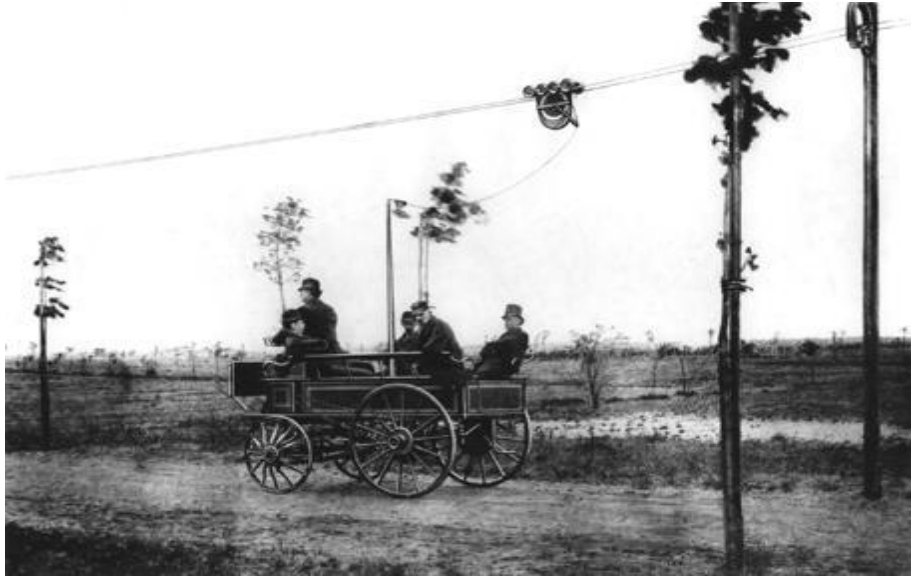
Dünya nüfusunun hızla artması kaynakların da aynı oranda azalmasına neden olmuştur. Enerji, tüm dünyada en çok aranan ve ihtiyaç duyulan kaynakların başında gelmektedir. Nüfusun artmasıyla insanlar arasındaki etkileşim ve iletişimde artmıştır. Bu etkileşimlerden biri de ulaşım ve ulaştırma olmuştur. Günümüz ulaşım araçlarında kullanılan en yaygın enerji kaynağı fosil kökenli yakıtlar olup tükenebilir bir enerjidir. Bu sebeple alternatif yakıtlar ve araçlar üzerinde çalışmalar

¹ Batman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı, tegmen-deniz@hotmail.com

² Batman Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü, selman.aydin@batman.edu.tr

yoğunlaşmıştır. Günümüzdeki çevre politikaları ve içten yanmalı motorlara ait egzoz emisyonlarının zararlı gazlar içermesi bu çalışmaları hızlandırmıştır. Bu çalışmalardan biri olan elektrikli araçların tarihi içten yanmalı motorlardan daha eski tarihlere dayanmaktadır.

Profesör Stratingh tarafından ilk elektrikli araç modeli (EA) 1835 yılında Hollanda'da geliştirilmiş olup 1838'de Robert Davidson 6.4 km/h hıza ulaşabilen elektrikli lokomotifi üretmiştir. 1859 yılında kurşun-asit bataryaların geliştirilip elektrikli araçlarda kullanılmasıyla gelişim devam etmiştir. 1882 yılında Siemens iki adet 2.2 kW'lık motora sahip olan 550 V DC ile beslenen ve ortalama 12 km/h hıza çıkabilen Elektromote adındaki dünyanın ilk elektrikli trolleybüsünü Berlin'de üretmiştir. Karl Benz'in 1886 yılında içten yanmalı motor (İYM) ile çalışan ilk otomobil Motorwagen'i üretip satışa sunmasıyla petrol yakıtlı araçlar devri başlamıştır[1].



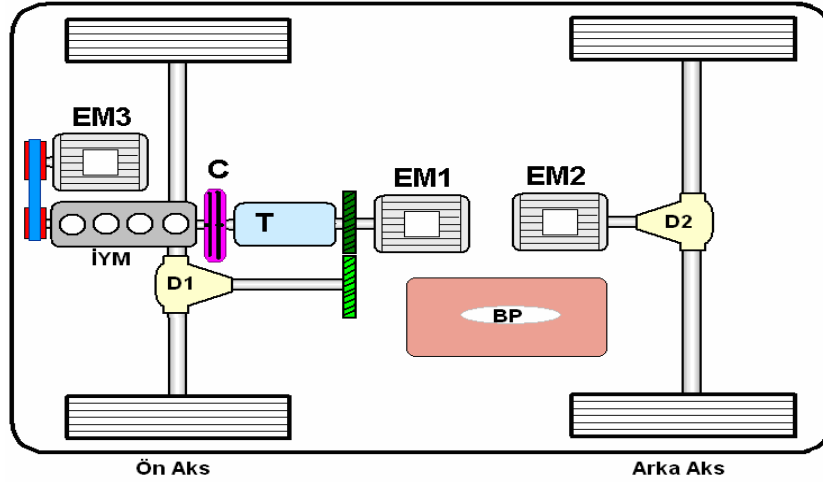
Şekil 1. Elektromote [1]

1900 yılında French Electroautomobile ve 1903 yılında Krieger elektrikli benzinli araçları üretilmiş ve böylece ilk kez hibrid konfigürasyon modeli denenmiştir[1]. Ancak o yıllardan sonra elektrikli araçlarda yaşanan batarya, kapasite, menzil problemleri ve petrol fiyatlarının düşmesiyle elektrikli araçların gelişimi duraklamıştır. Bugün teknolojinin ilerlemesi, batarya kapasitelerinin artırılması, petrol rezervlerinin azalması ve devletlerin uyguladığı teşvikler hibrit ve elektrikli araçların gelişimini tekrar hızlandırmıştır. Tamamen elektrikli olan araçların yüksek maliyetli olması piyasadaki alım gücünü sınırlandırmıştır. Bunun üzerine maliyeti daha düşük olan ve daha geniş alım gücü kitlesine hitap edebilen ekonomik ve çevre dostu hibrit (İYM+Elektrik Motorlu) araçlara yönelik çalışmalar artmıştır. Ayrıca bu araçlar ara çözüm olarak geliştirilmiş olup sıfır emisyonlu araç teknolojisinin altyapısını güçlendirmiştir.

2.1. Hibrid Araç Teknolojisi

Hibrit teriminin türkçe sözlük anlamına bakıldığında melez (isim) veya iki farklı güç kaynağının bir arada bulunması (teknoloji) anlamları görülmektedir. Latince kökenli bir kelime olan hibrit (hibrid) İngilizcede ise farklı iki maddenin bileşiminden oluşan maddeyi ifade etmektedir[4]. Hibrid araçlar ise elektrik motoru ve elektrik jeneratörü içten yanmalı motor ile tahrik edilen araçlar olup bünyesinde ayrı bir de batarya bulunan sistemdir[2]. Hibrit elektrikli araçlar seyir esnasında motor durdurma, motor küçültme, fren enerjisinin geri kazanımı ve enerji yönetimi gibi sağladığı avantajlar ile konvansiyonel araçlara göre yakıt tüketiminde ve egzoz gazları emisyonunda azalma sağlamaktadır. Hibrit araçlarda güç bileşenlerinin ve bunların konfigürasyonundan sonra karşılaşılan sorunlardan biri de bu karmaşık sistemin en iyi şekilde kontrol edilmesidir[3]. Elektrik motoru, jeneratörü ve içten yanmalı motor değişik şekillerde araca bağlanabilmektedir. Ford Otosan

tarafından geliştirilen FOHEV 2 tahrik yapısına göre geliştirilmiş hibrit araç olup ana kontrolcü algoritması ile araç farklı modlarda en verimli şekilde hareket edebilmektedir[2].



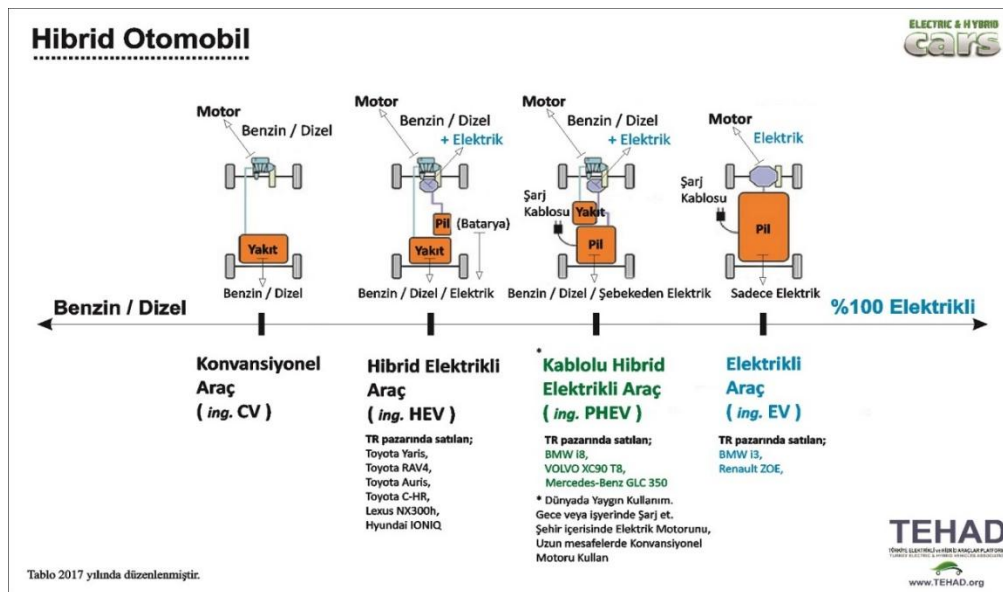
Şekil 2. FOHEV 2 Yapısı [2]

Hibrit araç modları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Yalnız elektrik modu
- Yalnız içten yanmalı motor
- İçten yanmalı motorun elektrik motoruyla desteklenmesi
- İçten yanmalı motorun jeneratörle bataryayı paralel şarj etmesi
- Jeneratörle, aracın frenleme esnasındaki kinetik enerjisinin bataryaya depolanması[2].

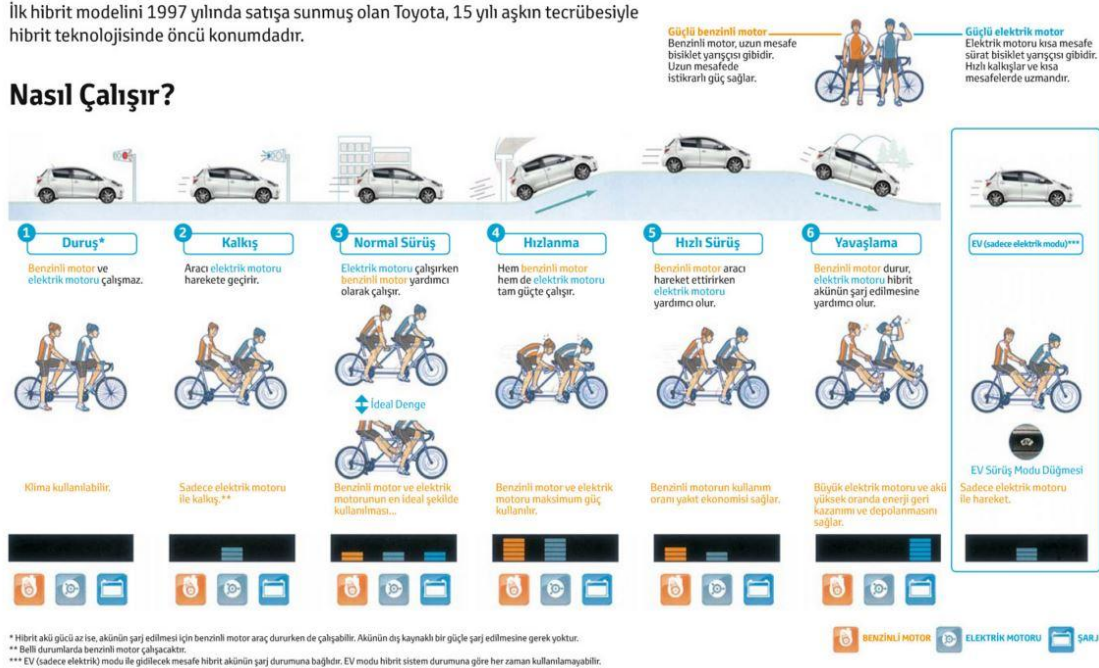
2.2. Hibrit Araçların Çalışması

Hibrit araçlarda, hem elektrik hem de benzin gücü dengeli bir şekilde kullanılmakta olup araç ilk çalıştığında veya düşük hızlarda elektrik enerjisi kullanılmaktadır. Elektrik motorunun düşük hızlarda daha verimli olmasından dolayı belirli hızlara kadar bataryadan beslenen elektrik motoru kullanılmaktadır. Ancak bataryanın şarj seviyesi düşük ise jeneratörü devreye sokmak için benzin motoru devreye girmektedir. Normal sürüş modunda tekerleklere benzin motorundan direkt hareket iletilmekte olup sürüş koşullarına göre gücün bir kısmı jeneratöre iletilip bataryanın şarj edilmesi sağlanmaktadır[5].



Şekil 3. Firmalara Göre Elektrikli ve Hibrit Araçlar [6]

Tam güç ivmelenme durumunda (yokuş yukarı ya da araç geçiş sırasında) bataryadaki enerji ile beslenen elektrik motorunun ürettiği güç otomatik olarak sisteme aktarılır. Benzinli motorla elektrik motorunun ürettiği güçler birleştiğinde üst segment araçlara yakın verimlilik ortaya çıkmaktadır. Ayrıca frenleme ve gaz pedali bırakıldığı durumda aracın sahip olduğu kinetik enerji ile tekerleklerin elektrik motorunu çevirmesi sağlanır. Bu esnada elektrik motoru jeneratör olarak çalışmakta olup sürtünme ve ısı ile kaybedilecek enerji elektrik enerjisine dönüştürülerek bataryanın şarj edilmesi sağlanır[5].

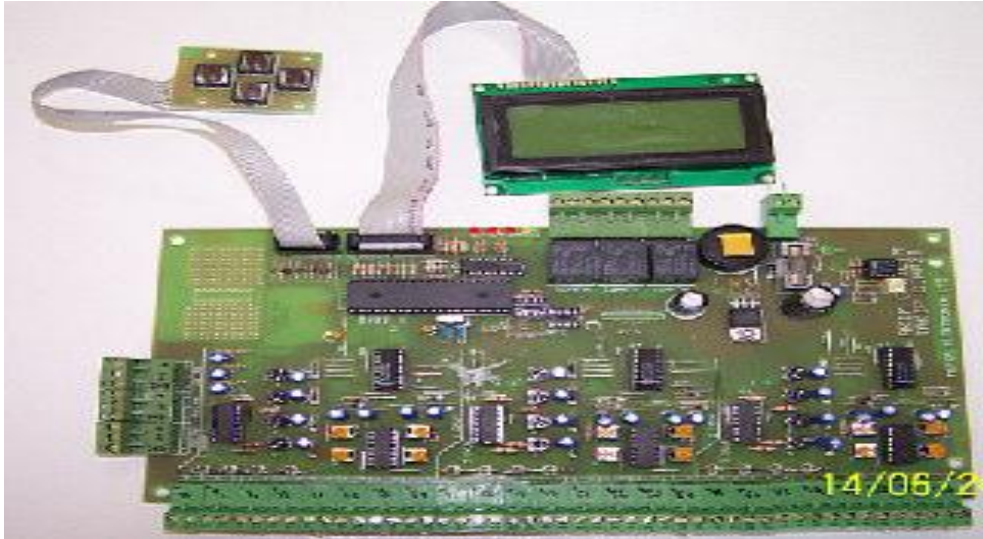


Şekil 4. Toyota Hibrit Araçların Hibrit Sürüş Modları [6]

Hibrit aracın ana bileşenlerini enerji depolama sistemi, elektrik motoru, hibrit araç ana kontrolcüsü ve AC/DC çevirici oluşturmaktadır. Bu bileşenlerin verimlilik oranlarının çarpılmasıyla tüm sistemin verimliliği bulunmakta olup ağırlık ve hacimler bu verimi etkileyen önemli bir husustur[2].



Şekil 5. Hibrit Araç Batarya Sistemi[2]

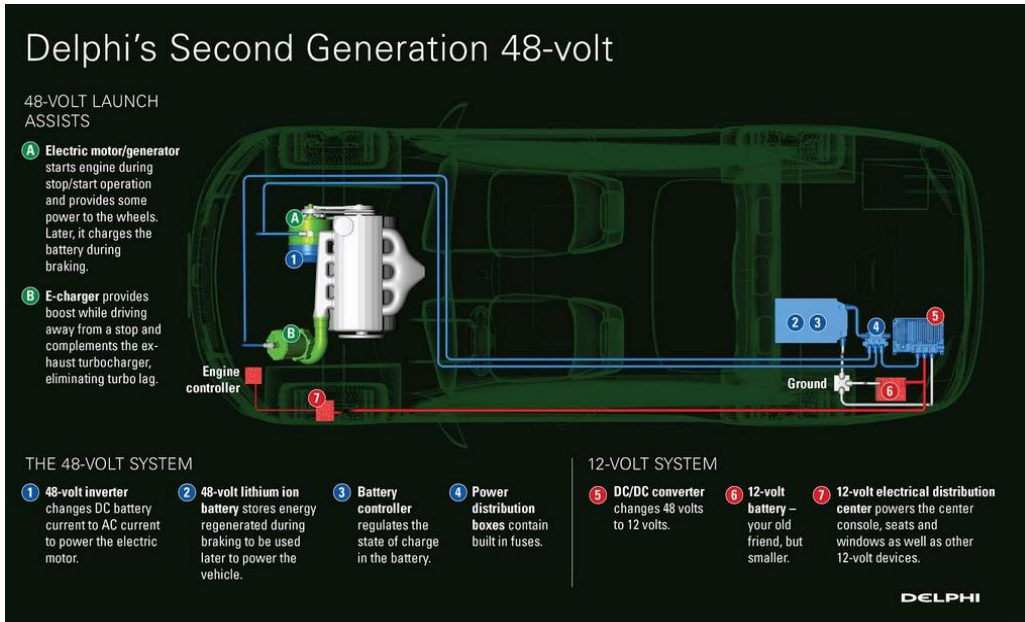


Şekil 6. Hibrit Araç Batarya Yönetim Sistemi[2]

Hibrit araçların birçok olumlu özellikleri olmasının yanında gelişimini ve yaygınlaşmasını engelleyen etmenler de vardır. Ülkemizde hibrit araçlara yönelik teşvikler (ÖTV indirimi) olsa da fiyatları hala pahalıdır. Yüksek bakım maliyetlerinin olması ve bu konuda yetişmiş eleman bulma zorluğu hibrit araçlara ait dezavantajlardan biridir. Ayrıca yüksek voltajlı akülerin güvenlik sorunları ve kaza esnasında ölümcül etkilerin olması da ayrı bir sorundur. Tüm bu sorunlar üzerinde çalışmalar devam etmekte ve hibrit araçların verimliliğini etkileyen kayıplara yönelik çalışmalar da yapılmaktadır. Hibrit araçlara ait bu olumsuzlukları en aza indirip olumlu özelliklerinin düşük maliyetle tasarlanıp benzinli motora ilave güç sağlayan sistemler üzerinde çalışılmaktadır. Mercedes-Benz'in yeni geliştirdiği ve binek araçlarının bazı modellerinde uyguladığı Eq Boost sistemine bir sonraki başlıkta yer verilmiştir.

2.3. Eq Boost Teknolojisi

Eq Boost sistemi Mercedes-AMG'nin yeni CLS53 ve C200 modellerinde kullandığı ve içten yanmalı motorun 48 voltluk kompakt motorla desteklendiği hafif melez hibrid sistemidir. Eq Boost sisteminin ana parçası entegre bir starter-generator (ISG) motor ile şanzıman arasına yerleştirilmiştir. Kompakt motor/jeneratör olarak kullanılan bu parça hem bir marş motoru hem de hibrit yardımcı motor gibi davranırken aynı zamanda kinetik enerji rejenerasyonu da yapabilmektedir. Geleneksel 12 volt sistemiyle paralel olarak 48 voltluk bu kurulum tipik olarak arkaya monteli bir aküden (bir hibritten çok daha küçük olsa da) bir elektrik motoruna ve diğer bileşenlere sahiptir. Aracın arkasında bulunan güç kaynağından gelen 48 voltluk enerji sayesinde zorlu hızlanma durumunda Eq Boost sistem motoru 250 Nm tork ve 16 KW'a kadar güç üretebilmektedir[7].



Şekil 7. Eq Boost sisteminin parçaları ve yerleşim şeması[8]

Eq Boost teknolojisi ile donatılmış motorda ayrıca çift kanatlı turboşarj, kayış tahrikli 48 V starter-alternator ve elektrikli 48 V su pompası bulunmaktadır. Su pompası ve klima kompresörü gibi kayış tahrikli aksesuarların 48 V sistem ile çalıştırılması sürtünme kayıplarını azaltmaktadır. Bu sayede önemli ölçüde yakıt tasarrufu sağlanırken sessiz bir çalışma elde edilmektedir. Sistemde bulunan 48 v elektrikli kompresör ile ani hızlanmalarda turboşarj beslenerek oluşan gecikmenin önüne geçilmiş ve önemli ölçüde performans artışı sağlanmıştır. Ayrıca sistemdeki elektrik motorunun aynı zamanda jeneratör olarak görev yapmasıyla frenleme esnasında da 12 KW'lık enerji geri kazandırılmaktadır[7].



Şekil 8. Eq Boost sistemi turboşarjın elektrikli kompresörle beslenmesi[8]

Hafif melez sistem olarak anılan bu teknoloji ile yakıt tasarrufu ve CO₂ emisyonlarının azaltılması sağlanmıştır. Bunun yanı sıra 48 V dahili elektrik sistemi sayesinde motorun rölanti hızına ulaşması çok kolay bir şekilde olmakta ve start/stop özelliği ile motorun stop ettiğinde hiç kapanmamış gibi yeniden başlatılması sağlanmıştır. Sistem sayesinde gürültü ve titreşim gibi değerlerde elle tutulur bir şekilde azalma olmuş konforlu bir sürüş sağlanmıştır[7].

3. SONUÇLAR

Son yıllarda hibrit ve elektrikli araçlara üzerine birçok çalışmalar yapılmış ve hala yapılmaktadır. Çoğu otomobil üretici firmaları tamamen elektrikli ya da elektrik yardımcı araçlar üzerine AR-GE çalışmaları yapmakta ve modellerinin arasına bu araçları ekleyip müşterilerine sunmaktadır. Elektrikli ya da hibrit araç olsun bu araçlar yapısı itibariyle üretim maliyetleri yüksek olup satış fiyatları da konvansiyonel araçlara göre daha pahalıdır. Bu sebeple ekonomik, sessiz ve çevre dostu olan bu araçların pazar payı henüz çok büyük değildir. Tüm bu gelişmelerle içten yanmalı motorlar üzerinde yenilik çalışmaları yapılmakta olup yüksek performanslı ve düşük yakıt tüketimli motorlar geliştirilmektedir. Yoğun rekabetin yaşandığı bu sektörde her firma müşteri kitlesine farklı yenilikler sunmaktadır. En dikkat çekici yeniliklerden biri olan Mercedes-Benz'in geliştirdiği Eq Boost sistemi ile içten yanmalı motor, 48V'luk bir elektrik motoru desteklenerek ilave bir güç oluşturulmuştur. Mercedes yetkilileri bu sisteme yarı hibrit adı vererek piyasaya sunmuştur. Bu sistem ile klasik hibrit sisteminin dezavantajlarından biri olan yüksek maliyetli aksamlar ve ek ağır donanımlar kullanılmadan hafif bir melez sistemi oluşturulmuştur.

KAYNAKLAR

- 1) Kerem, A., Elektrikli Araç Teknolojisinin Gelişimi ve Gelecek Beklentileri, 2014, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği.
- 2) Özelgin, İ., Yıldırım, M., Hibrid Araç Bileşenlerinin Gelişimi, AR-GE Koordinatörlüğü Ford Otosan
- 3) Boyalı, A., Güvenç, L., Hibrid Elektrikli Araçların Modellenmesi ve Kural Tabanlı Kontrolü, 2010, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği
- 4) Dumlupınar, N., Hibrit Savaş: İran Silahlı Kuvvetleri, 2017
- 5) <https://www.toyotatr.com/?m=p&pid=143/> Erişim Tarihi: 80/8/2018
- 6) <http://tehad.org/2017/05/01/hibrid-otomobil-nedir-nasil-calisir/> Erişim Tarihi: 80/8/2018
- 7) <https://www.automotiveworld.com/news-releases/mercedes-benz-eq-inside-48-v-technology-e-class-coupe-cabriolet-new-engine-additional-models-even-equipment-e-class/> Erişim Tarihi: 26/10/2017
- 8) <https://jalopnik.com/everything-you-need-to-know-about-the-upcoming-48-volt-1790364465> Erişim Tarihi: 13/01/2017

AUTONOMOUS DRIVING IN CARS
OTOMOBİLLERDE OTONOM SÜRÜŞ**Deniz SÜTCÜ¹**
Selman AYDIN²**ABSTRACT**

The cars have been constantly changing since the invention. As a result of their marketing strategies, automobile manufacturers have continuously improved and changed their vehicle models in order to sell more vehicles and to have more control in the market. While automobile users want high performance, low fuel consumption and security systems in vehicles, new expectations are added to these parameters with the development of technology. With these technological systems added to the vehicles, driving comfort, safety systems and engine performance are improved. Vehicles equipped with sensors and actuators can respond to any driving mode with installed software, and the driver's effect is reduced. Adaptive speed control, automatic parking, lane control assistant and many other starting driving assistance systems have become very semi-autonomous today. In the control of the driver, the vehicles progressing according to traffic and road conditions are becoming more common. The competition between manufacturers is expected to be very short for autonomous driving. With the widespread use of hybrid and electric vehicles and GPS computer-aided design, prototypes of non-driver vehicles are produced and the necessary tests are carried out. In the coming period, completely driverless vehicles will become widespread and the impact of human factor will be diminished in driving. In this paper, autonomous driving and its effects in the automotive world will be examined.

Keywords: Autonomous Driving, New Technology, Driverless Vehicle

ÖZET

Otomobiller icadından bu yana sürekli değişim içindedir. Otomobil üreticileri pazarlama stratejileri gereği daha fazla araç satmak ve piyasada daha fazla söz sahibi olabilmek için araç modellerini sürekli geliştirmiş ve değiştirmiştir. Otomobil kullanıcıları araçlarda yüksek performans, düşük yakıt tüketimi ve güvenlik sistemleri isterlerken günümüzde bu parametrelere teknolojinin gelişmesiyle yeni beklentiler de eklenmiştir. Araçlara eklenen bu teknolojik sistemler ile sürüş konforu, güvenlik sistemleri ve motor performansı artırılmıştır. Sensörler ve aktüatörlerle donatılan araçlar yüklenen yazılımlarla birlikte her türlü sürüş moduna cevap verebilir ve sürücünün etkisi azaltılabilir duruma gelmiştir. Adaptif hız kontrolü, otomatik park etme, şerit kontrol asistanı ve bunun gibi birçok özellikle başlayan sürüş yardım sistemleri günümüzde çok ileri seviyelere ulaşmış yarı otonom hale gelmiştir. Sürücünün denetiminde trafik ve yol durumlarına göre ilerleyen araçlar giderek yaygınlaşmaktadır. Üretici firmalar arasında yaşanan rekabet ile otonom sürüşe geçme süresinin çok kısa olacağı öngörülmektedir. Hibrit ve elektrikli araçların yaygınlaşması ve GPS bilgisayar destekli tasarımla ile sürücüsüz araçların prototipleri üretilmekte gerekli testler yapılmaktadır. Önümüzdeki süreçte tamamen sürücüsüz araçlar yaygınlaşacak ve sürüşte insan faktörünün etkisi azalarak yok olacaktır. Bu yazıda otomotiv dünyasındaki otonom sürüş ve etkileri irdelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Otonom Sürüş, Yeni Teknoloji, Sürücüsüz Araç

¹ Batman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı, tegmen-deniz@hotmail.com

² Batman Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü, selman.aydin@batman.edu.tr

1.GİRİŞ

İnsanoğlu geçmişte günümüze sürekli hareket halinde olmuştur. Bu hareketlilik önceleri fiziksel olarak yapılırsa da sonraki yüzyıllarda çeşitli hayvanlarla, motorsuz arabalarla ve nihayet 19.yy.da içten yanmalı motorların icadıyla motorlu araçlarla devam etmiştir. Artık insanların yeme-içme, barınma ihtiyaçlarının yanında taşınma ihtiyacı da olmuştur. Tabii bu ihtiyaca paralel olarak otomotiv sektörü doğmuş ve günümüze kadar sürekli değişim ve gelişim göstermiştir. Otomotiv dünyası teknolojik gelişme olarak geçtiğimiz yüzyılda çok yol kat etmiş, hala da bu ilerleme devam etmektedir.

İnsanların teknolojik gelişmeleri hissettiği ve belki de en çok faydalandığı sektörlerden biriside otomotiv sektörüdür. Üretici firmalar temsil ettikleri markaların değerini artırmak ve bir adım önde olmak adına sürekli çaba içerisinde. Elbette bu çabaların sonucunu müşteri kitlesinin ilgisi ve satış rakamları belirlemektedir. Motorlardan daha fazla verim elde edebilmek için çeşitli modifikasyonlarla iyileştirmeler yapılmaktadır. Tüm bu modifikasyonlara ek olarak araçlar teknolojik yenilikler donatılarak sürüş güvenliği ve konforu üst seviyelere çıkarılmıştır. Özellikle lüks sınıf araçlarda sürücünün fonksiyonunu en aza indiren yardımcı sistemler standart olarak sunulmaya başlanmıştır. Elektronik ve yazılım sektöründe yaşanan yeniliklerin otomobillere uyarlanmasıyla otomotiv sektöründe yeni bir sayfa açılmıştır. Elektrikli araçlar üzerinde yapılan çalışmalar ile de bu sayfada yeni başlangıçlar yapılmış ve otonom sürüş geçiş aşamaları başlamıştır.

2.1. Otonom Sürüş Nedir?

Otonom sürüşü tanımlayabilmek için öncelikle yapay zekanın ne olduğu bilmek gerekmektedir. Düşünme, akıl yürütme, algılama, karar verme, yargıya varma ve değerlendirme gibi yeteneklerin tamamına zeka denmekte olup tüm bunların insanlar tarafından üretilen yazılımlarla insanlar için yapılmasına da yapay zeka denmektedir[1]. Otonom araçlar ise radar, lidar, odometri, GPS ve bilgisayar destekli teknolojilerle donatılan ve içerisinde buldukları otomatik kontrol sistemleriyle sürücüye ihtiyaç duymadan yolu, trafik akışını ve çevresini algılayarak seyir halinde hareket edebilen araçlardır[2]. Diğer bir ifadeyle operatör kontrollü bir bilgisayar programıyla ya da bağımsız bir biçimde önceden programlanmış bir misyonu gerçekleştiren elektro-mekanik cihaz olarak da tanımlanmaktadır[6].

Akıllı taşıt sistemlerin başlangıcı olabilecek ilk yenilik hız kontrol (cruise control) sistemidir. Bu sistemde aracın hızı istenen bir referans değerinde sabitlenebilmekte ve araç sürücüsü bu hız için sürekli gaz pedalına basmadan ilerleyebilmektedir. Hız sabitleme sisteminde diğer araçların hızı algılanmadığından önde daha düşük hızla seyir eden araç olduğunda sürücü fren pedalına basarak denetimi ele almaktadır. CC teknolojisinin bu eksikliği ACC (Adaptif Hız Kontrol) sistemi ile giderilmiştir. Bu sistemde araç ön ızgarası altında yer alan tarayıcılar ile ortamı tarayarak önde seyir eden aracın hızını algılayarak uygun miktarda gaz ve fren müdahalesinde bulunmaktadır. Ancak konvoyda bulunan araç sayısı arttığında ACC teknolojisindeki donanım nedeniyle seyir kararlılığında azalma olmaktadır. CACC (Kooperatif Uyarlanabilir Seyir Kontrol) sistemiyle taşıtlar birbiri ve yol üzerindeki altyapı ile iletişimde bulunarak trafik, yol bilgilerine ve takip edilen aracın hızlanma, yavaşlama, manevra ve şerit değiştirme bilgilerine ulaşabilmektedir. Böylece trafik sıkışıklığı önlenmekte olup güvenli ve konforlu sürüş sağlanmaktadır[3].



Şekil 1. Otonom Sürüş (Volvo)[4]

2.2. Otonom Sürüş Aşamaları Nelerdir?

Sürücüsüz araç fikrinin ilk ortaya atıldığı 1939 New York Dünya Fuarı'ndaki Futurama sergisinden (Royackers & van Est, 2015) beri günümüze çeşitli çalışmalar yapıla gelmiştir[5]. Kendi kendine seyir edebilen ilk araç modelleri 1980'li yıllarda ortaya çıkmış, ilk araç 1984 yılında Carnegie Mellon Üniversitesi'nin ürettiği Navlab ve ALV projeleriyle gerçekleştirilmiştir. Bu projeden sonra 1987 yılında Mercedes-Benz firması ve Bundeswehr Üniversitesi'nin ortaklaşa geliştirdiği Eureka Prometheus projesi gün yüzüne çıkmıştır. Bu tarihten sonra birçok şirket binlerce otonom araç üretmiş ve bu araçlardan bazıları günümüzde bazı ülkelerde trafiğe çıkmışlardır[2]. Geçen süre boyunca gelişen teknoloji sayesinde otonom araçların sahip olduğu özellikler değişmiş ve aşama kat etmiştir. NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) araçları sahip oldukları otonom teknoloji durumlarına göre seviyelendirerek standart oluşmasını sağlamıştır. Bu standarda göre otonom araçlar hiçbir otonom fonksiyon barındırmayan Seviye 0'dan tam otonom Seviye 5'e kadar sınıflandırılmıştır. (NHTSA, 2013)[5].

Seviye 0: Hiçbir otonom fonksiyonu bulunmayan araçlar.

Seviye 1: Genellikle sistemi sürücünün devreye soktuğu bir veya daha fazla otonom kritik sürüş fonksiyonu olan ve birbirinden bağımsız çalışan araçlar. Örneğin; şerit takip asistanı olarak kullanılan sistem.

Seviye 2: Sürücünün kontrol ettiği ve seviye 1'deki otonom fonksiyonların birlikte hareket ettiği araçlar.

Seviye 3: Kısıtlı sürücüsüz araç seviyesidir ki; sürücü tüm sürüş fonksiyonlarını yerine getirebilir, araç sensörler ve kameralar vasıtasıyla yolu takip eder sürüşü gerçekleştirir fakat sürücünün direksiyon başında müdahaleye hazır olması gerekmektedir.

Seviye 4: Tamamen sürücüsüz araç seviyesidir. Araç tüm sürüş fonksiyonlarını kendi başına icra eder fakat bazı durumlarda sürücüyü ihtiyaç duyulabilir.

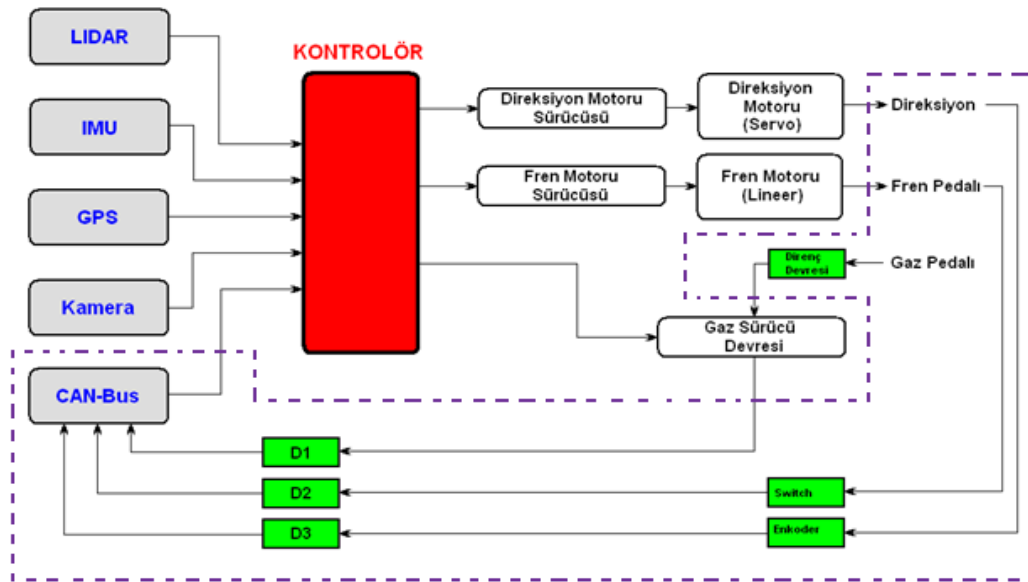
Seviye 5: Sürücüsüz olarak hareket edebilen tam otonom teknolojisidir. Otomobil insana ya da direksiyona ihtiyaç duymaz ve insan müdahalesini kabul etmez. Henüz test aşamasında olan ve yakın gelecekte karşımıza çıkacak olan bir teknolojidir[5].

2.3. Otonom Araç Sisteminin Yapısı

Otonom araçların sağlıklı ilerleyebilmesi için öncelikle kendi konumunu tayin etmesi gerekmektedir. Bunu sağlamak için uydudan konum bilgisi alan GPS sistemleri kullanılmaktadır. Aracın belirlenen hedef noktaya varabilmesi, GPS üzerinden alınacak harita verilerinin çeşitli

algoritmalarla hesaplanması ve en uygun rotanın belirlenmesiyle gerçekleşmektedir[7].GPS sisteminin yetersiz kaldığı durumlarda aracın konum bilgisini kaybetmemesi için IMU(Inertial Measurement Unit) cihazı kullanılmaktadır. IMU anlık olarak x,y ve z eksenindeki ivmenin bulunmasını sağlayacak ve bu ivmelerin zamana göre iki kere integrali alınmasıyla üç eksendeki konum analizi yapılmış olacaktır. Ayrıca aracın ilerleme esnasında çevresini algılayabilmesi için kısa mesafede etkili ölçüm yapan LIDAR LIDAR(Light Detection and Ranging) cihazı ve yüksek hızlarda uzun mesafe ölçümünü daha iyi yapabilen RADAR cihazı ile donatılmıştır. Trafik ışıkları ve tabelaların okunması için kamera sistemi de GPS ile entegre olarak çalışmakta şerit takibi ve yol takibine yardımcı olmaktadır[7].

Otonom bir aracın hareketi için sensörlerden gelen bilginin yanında direksiyon açısı, araç hızı ve direksiyon dönüş hızı gibi bilgilere de ihtiyaç duyulur. Tüm bu bilgiler CAN-BUS hattı ile taşınır ve merkezi kontrol ünitesi tarafından işlenir. Elektronik kontrol ünitesinin işlediği veriler ışığında aracın hangi doğrultuda ve hızda gitmesi gerektiği elektroniksel kontrol ve lineer motorlar sayesinde uygulanmaktadır[7].



Şekil 2. Otonom Araç Sistemin Genel Yapısı[7]

2.3. Otonom Araçların Kullanım Alanları

Elektronik, mekanik ve sibernetik yapıların bir araya gelmesiyle oluşan robotik sistemler günümüzde araştırma, eğitim, ticari ve değişik amaçlarla kullanılmaktadır[10]. Bu robotik sistemlerin bir parçası olan otonom araçların gün geçtikçe kullanım alanları artmaktadır. Ulaşım, uzay, endüstri ve muharebe sanayisi başta olmak üzere tarımsal faaliyetleri gibi birçok alanda kullanımı yaygınlaşmaktadır. Sürücüsüz tarlalarda çalışabilen tarım makineleri tasarımları yapılmış ve uygulamaya geçilmiştir. Özellikle tarım endüstrisi gelişmiş ülkelerde büyük seralarda toplanan ürünleri depolama alanına getiren römorklu otonom çekiciler kullanılmaktadır[9]. Endüstri alanında birçok büyük fabrikalarda içeride sevkiyat ve lojistik tedarik için sürücüsüz hareket edebilen araçlar bulunmakta bu alanda insan gücüne gerek kalmadan çalışabilmektedir.

Savaş sanayisinde mevcut güvenlik birliklerinin yerini alarak stratejik ve taktik hareketi icra edebilecek insansız kara araçları çalışmaları hız kazanmış ve prototipler üretilmiştir. Bu çalışmalarla insan kayıplarının azaltılması ve daha hafif daha güçlü ve taktik olarak daha iyi tertiplenmiş unsurlara sahip olmak amaçlanmıştır[8].Günümüzde ulaşım sektörü için otonom araçlarla ilgili birçok çalışma yapılmaktadır. Vislab adlı şirketin 2010 yılında düzenlediği yarışmada, VIAC (Vislab Intercontinental Autonomous Challenge), sürücüsüz dört araç 13000 km yol gitmiş ve

İtalya'dan Çin'e, Shanghai'daki Expo'ya uğrayarak yarışmayı bitirmişlerdir. Ayrıca Google'nın 2010'da yaptığı kara aracı San Francisco-Los Angeles arasında toplamda 230000 km yol kat etmişlerdir[7]. İnternet kullanımının ve bağlantı teknolojisinin artmasıyla internet üzerinden ulaşım hizmeti veren uygulamalar yaygınlaşmaktadır. Araç üreticileri de bu gereksinim üzerine otonom araçlar üzerinde birçok çalışma yapmaktadır. İnternet üzerinden taksi hizmeti veren Uber, 2019'dan itibaren 3 yıl içinde Volvo'dan 24 bin adet sürücüsüz araç satın almak üzere anlaşmıştır[11]. Bu gelişmelerle birlikte otonom araçların trafikte daha yaygın hale gelmesi kaçınılmazdır.

3. SONUÇLAR

Fiber ve siber teknolojinin artması iletişime muazzam bir hız ve kabiliyet kazandırmıştır. Günümüzde insanlar arasındaki iletişimden ziyade artık insanlar ile cihazlar ve insanlar ile araçlar arasında yoğun bir iletişim olmaktadır. Birçok otomobil üreticisi AR-GE çalışmalarını sürücü ile araç arasında bağlantı kurabilecek sürücü fonksiyonlarını en aza indirecek teknolojilere yönlendirmiştir. Kişiselleştirilmiş araçlar geliştirilmekte ve daha ileri seviyede çalışmalar yapılmaktadır. Volvo S90 ve XC90 modellerinde otomatik pilot teknolojisini kullanmıştır. Aynı şekilde tamamen elektrikli araç olan Tesla Model S otomatik pilot özelliği en gelişmiş olan araçlardan biridir. Bu araçlar ve benzerleri trafik ve yol durumuna göre ilerlemekte gidilecek yer bilgisine göre hareket edebilmektedir. Mercedes binek araçlarından E serisinde otomatik pilot çalışmaları yapmakta ayrıca ticari araçlarda da sürücüsüz araç çalışmaları yapmaktadır. İçten yanmalı motorlarla donatılan araçların gelişimi devam etmekte olup elektrikli araçlara geçiş süreci de hızlanmıştır. Hibrit ve elektrikli araçların yaygınlaşmasıyla otonom sürüş özelliklerine sahip araçlar yollara çıkmaya başlamıştır. Teknolojik gelişmelere paralel çeşitli yenilikler hala araçlarda kullanılmaktadır. Örneğin Rolls Royce firmasının son tasarımı olan Phantom modeli aracında şanzımandaki GPS sayesinde daha önce gidilen yollar kaydediliyor ve aynı güzergahtan tekrar gidildiğinde vites oranını daha hızlı ve otomatik belirlemekte bu da aracın yol tepkilerinin daha hızlı olmasını sağlamaktadır. Lineer elektrik motorunun kontrolünün içten yanmalı motorlara göre daha basit ve hassas olması elektrikli araçlara otonom sürüş aksamalarının entegresini kolaylaştırmıştır. Yakın gelecekte tamamen sürücüsüz hareket eden ticari ve binek araçların yollarda olması kaçınılmazdır.

KAYNAKLAR

- 1) <https://www.bulur.com/otorehber/OtonomOtomobillerRobotlarUretecek%2CKendiBasinaGidecek/> Erişim tarihi: 15/03/2018
- 2) <https://www.endustri40.com/surucusuz-otonom-araclar/> 12/10/2018
- 3) Karahmetoğlu, R., GCDC 2011 Otonom Kooperatif Adaptif Sürüş Yarış Aracının Tasarımı, 2011, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mekatronik Mühendisliği
- 4) Soydan, Y., Elektrikli ve Konvansiyonel Otomobil Tribolojisi: Yeni Eğilimler ve Uygulamalar, 2016, Sakarya Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, Sakarya
- 5) Nasır, S., Özçelik, S., Sürücüsüz Araçlara Yönelik Tüketici Tutumları, 2017
- 6) Şekkel, Z., H., Bakan, İ., Endüstri 4.0'ın Etkisiyle Lojistik 4.0, 2018, Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş
- 7) Koç, Z., Otonom Otomobil için Araç Mekatroniği Uygulaması, 2011, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mekatronik Mühendisliği
- 8) Kurnaz, S., Aksoy, R., İnsansız Kara Araçları ve Muharebe Gereksinimleri, 2008, HHO Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü
- 9) Akdağ, M., Yavuz, Ş., Hocaoğlu, M., Çift Motorlu Bir Lojistik Aracın Tasarımı ve PLC İle Kontrolü, 2015, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir
- 10) Turan, S., Akülü Engelli Araçları İçin Engel Algılayan Çizgiler Arasında Giden Robot Tasarımı ve Gerçeklenmesi, 2017, Erzincan Üniversitesi Refahiye Meslek Yüksekokulu Elektronik ve Otomasyon Bölümü Mekatronik Programı, Erzincan
- 11) <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-42058729/> Erişim tarihi: 21/11/2017

KAMU BİNALARINDA LED ARMATÜR DÖNÜŞÜMÜNE İLİŞKİN BİR DURUM ÇALIŞMASI: SAKARYA ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ

Cenk YAVUZ¹
Ceyda AKSOY TIRMIKÇI²

ÖZET

Ülkemiz ve dünyamız, içinden geçtiğimiz enerji ve ekonomi sorunlarıyla sarmalanmış olduğumuz bu kritik süreçte enerji tasarrufu, enerji verimliliği ve maliyet azaltışı konularına odaklanmış durumdadır. Bu bağlamda en kolay tasarruf ve verimlilik sağlanabilecek olan aydınlatma tesisatlarıyla ilgili adımlar atılmaya çalışılmakta ancak yetkin kişiler tarafından atılmayan bu adamlara ülkemize yeni bir masraf ve zarar kalemi olarak geri dönmektedir. Ülke yönetiminin talep ettiği tasarruf tedbirlerinin alınabilmesi ve bunun ötesinde sürdürülebilir ve uzun ömürlü aydınlatma tesisatlarının kurulabilmesi için çalışmalar yapmak zorunlu hale gelmiştir. Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi bu amaç doğrultusunda yapılabilecekleri araştırmak için bir komisyon kurmuştur. Bu komisyon Mühendislik Fakültesinin en yüksek aydınlatma elektriği tüketimine sahip olan binalarında durum tespiti yaparak hali hazırda tüketilen enerji miktarlarını, aydınlatma tesisatının kalan ömürleriyle de ilişkilendirerek bir projeksiyon hazırlamıştır. Bu projeksiyon ışığında tüm mevcut flüoresan armatürlerin LED armatürlerle değiştirilerek elde edilebilecek enerji ve bütçe tasarrufu ortaya konmuş, mevcut aydınlatma şartlarından, CIE, CIBSE, ILO gibi kurumların standart aydınlık düzeyi ve düzgünlük değerlerinden ödün vermeden, karbon ayak izini de küçülterek nasıl bir eylem planı geliştirilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Bu çalışma geneli itibariyle benzer durumdaki tüm Kamu binalarında aydınlatma dönüşümünün nasıl ve hangi adımları takip ederek yapılması gerektiğini canlı örneği ile ortaya koymakta ve Kamu yöneticileri için bir rehber niteliği taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Enerji Tasarrufu, Enerji Verimliliği, Sürdürülebilir Enerji, Karbon Ayak İzi

GİRİŞ

Sakarya Üniversitesi son yıllarda büyümeye devam ederken kampüs alanı içinde birçok yeni bina inşa edilmiştir. Bu binaların projelendirmesi, inşası ve tesisatlarının yapımı aşamasında özellikle elektrik tesisatı konusunda ciddi yanlışlar yapılmıştır. Asma tavanda 4x18 flüoresan uygulaması özellikle küçük oda hacimleri ve çok dar koridorlar, holler için tercih edilebilir bir uygulama iken, maalesef kampüs genelinde yeni ve eski neredeyse tüm binalarda tercih edilmiştir. Bu nedenle hem yatırım maliyetleri yükselmiş hem de işletme maliyetleri artmıştır.

Aydınlatma tesisatlarından söz edecek olursak bunların öncelikle tasarım aşamasında optimize edilmesi gerektiği gerçeği ile karşılaşırız. Günümüzde Meslek Yüksek Okullarındaki Aydınlatma ilişkili derslerde bile gösterilen basit aydınlatma hesabının maalesef projelendirme aşamasında yapılmadığı can sıkıcı bir gerçektir. Bu aydınlatma hesapları yapılırken ulusal ve/veya uluslararası yönetmelik ve standartlar göz önüne alınmalıdır. Uluslararası Aydınlatma Komitesi CIE, İngiltere Yapı Mühendisleri Birliği CIBSE vb. dünya çapındaki birçok kuruluş Sınıf aydınlatmasında minimum ortalama yatay aydınlık düzeylerinin ortalama düzgünlük şartları da sağlanarak 300 lüks, laboratuvar aydınlık düzeylerinin 750 lüks, koridor vb. alanların aydınlık düzeylerinin ise 100 lüks civarında olması gerektiğini belirtmektedirler [1-4]. Bu değerler ülkemizdeki İş Güvenliği Yönetmeliği ile uyum göstermekte olup sağlıklı çalışma şartlarının sağlanabilmesi için elzem değerlerdir [5].

¹ Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Sakarya / Türkiye, cyavuz@sakarya.edu.tr

² Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Sakarya / Türkiye

Mühendislik Fakültesi Dekanlığı tarafından kurulan Tasarruf Komisyonu çalışmaları kapsamında özellikle Asma Tavan uygulaması olan M-5, M-6, M-7 ve M-8 binalarıyla ilgili inceleme yapılması gerektiğini ön değerlendirmeler sonucunda tespit edilmiştir. M-1, M-2, M-3 ve M-4 binalarıyla Laboratuvar binalarında kullanılan aydınlatma ekipmanlarının mevcut şartlar altında kullanılabilir en optimum ekipmanlar olduğu ve bunların yenilenmesinin çok ciddi ve gereksiz maliyetler ortaya koyacağı anlaşılmıştır. Bu nedenle bu çalışmada daha ziyade Mühendislik Fakültesine sonradan eklenen binalar yani, M-5, M-6, M-7 ve M-8 hakkında inceleme ve değerlendirilmelerde bulunulmuştur.

GELİŞME

Bu çalışma kapsamındaki ilgili binalara ilişkin tespitler esnasında 4 binada tüm sınıf, koridor, laboratuvar ve Öğretim Elemanı odalarına gidilmiş ancak bir kısmına erişim sağlanamamıştır. Toplamda erişim sağlanamayan odaların yüzdesi düşük olduğundan (%7) toplam sayıların hesaplanması yaklaşık olarak yapılmıştır. Buna göre ilgili 4 bina için toplam kat ve 4x18 Flüoresan armatür sayıları aşağıdaki gibi tespit edilmiş / hesaplanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Binalardaki Kat ve Armatür Sayıları

Bina Adı	Kat Sayısı	4x18 Fl. Armatür
M-5	4	720
M-6	4	550
M-7	4	1040
M-8	3	700

Mevcut armatürlerin balast kayıpları ile birlikte şebekeden çekmiş olduğu güçlere ilişkin hesaplanan değerler de Tablo 2’de paylaşılmıştır. Bu hesaplama yaparken bazı armatürlerde Elektromanyetik bazı armatürlerde ise Elektronik balast kullanıldığı tespit edildiğinden ortalama armatür gücü 80 W olarak alınmıştır.

Tablo 2. Binalarda Çekilen Aydınlatma Güçleri (Watt)

Bina Adı	4x18 Fl. Armatür	1 saatte Çekilen Güç
M-5	720	57600
M-6	550	44000
M-7	1040	83200
M-8	700	56000
Toplam		240800

Görüldüğü üzere tüm aydınlatmalar devrede iken Aydınlatma tesisatı için çekilecek güç toplamda 240800 Watt yani 240,8 kW seviyesindedir. Fakültemizde 2. Öğretim de bulunduğundan günlük ortalama 12 saat çalışma esas alınırsa toplam 2889,6 kWh’lik bir enerji tüketiminden bahsetmiş olunur.

Üniversiteler Elektrik Dağıtım Şirketleri tarafından Ticarethane statüsünde değerlendirilmektedir. Ülkemizde 3 tarife sistemi uygulanmakta olup bu sisteme göre Ticarethaneler için hali hazırda uygulanan kWh başına fiyatlandırma bilgisi Tablo 3’te paylaşılmıştır.

Tablo 3. 3 Zamanlı Tarife ve Ticarethane Fiyatlandırması

Tarife Adı	Zaman Aralığı	Toplam Saat	Ticarethane Ücretleri
T1 (Gündüz)	06.00 - 17.00	11	0.4621 TL
T2(Puant) (Akşam)	17.00 - 22.00	5	0.7065 TL
T3 (Gece)	22.00 - 06.00	8	0.2883 TL

Tablo 3’te verilen fiyatlandırma aralıklarında Gündüz tarifesinde toplam 7 Gece tarifesinde toplam 5 saat boyunca aydınlatmaların aktif olduğu farz edilirse ortalama bir elektrik fiyatı bulunabilir.

Buna göre ortalama elektrik fiyatı 0,5640 TL olarak kabul edilebilir. Bundan sonraki hesaplamalar bu değere göre gerçekleştirilmiştir.

Aşağıda adı geçen her bir binanın günlük elektrik enerjisi tüketimi ve bunun TL karşılığı paylaşılmıştır (Tablo 4). Bu tablo hazırlanırken Güz ve Bahar dönemleri için 16 aktif ders ve sınav haftası Yaz dönemi için 8 aktif ders ve sınav haftası dikkate olduğu dikkate alınmıştır. Sınav ve ders olmayan haftalar ile binaların kullanılmadığı hafta sonları dikkate alınırsa binaların yılda ortalama 40 hafta aktif olarak kullanıldığı düşünülmüştür. Buna göre yılda $40 * 7 = 280$ günlük tüketim üzerinden gidilmiştir.

Tablo 4. Mühendislik Fakültesi Binaları için Enerji Maliyetleri

Bina Adı	4x18 Fl. Armatür	Günlük Elektrik Enerjisi Tüketimi (kWh)	Günlük Enerji Maliyeti (TL-Vergi, harç vs. dahil)	Yıllık Enerji Maliyeti (TL-Vergi, harç vs. dahil)
M-5	720	691,2	389,79	109141,34
M-6	550	528	297,76	83371,85
M-7	1040	998,4	563,03	157648,60
M-8	700	672	378,96	106109,63
	Toplam	2889,6	1629,54	456271,42

Tablo 4'ten görüldüğü üzere 4 binanın 1 yılda 280 aktif günde, günlük ortalama 12 saat kullanım ile sadece aydınlatma elektriği için yüklenmiş oldukları toplam maliyet yaklaşık 456 bin 271 TL'dir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Gelişme bölümünde yapılan tespitler ışığında her bina için ayrı ayrı tavsiyelerde bulunmak yerine yapılabilecekleri hacmin kullanım amacına göre şekillendirmek daha yerinde olacaktır. Binalarda asma tavan yükseklikleri 3 metre ile 3,50 metre arasında değişmektedir. Gerek ofisler gerekse laboratuvar, derslik ve koridorlarda aynı tavan sistemi kullanılmıştır. Kullanım yoğunluğu ve aydınlık düzeyi bakımından değerlendirmek gerekirse binalardaki gün ışığından faydalanma olanaklarının oldukça yüksek olduğu söylenebilir. Ofislerde yarı yarıya, koridorlarda 3'te 2, Laboratuvarlarda ise 3'te 1 oranında armatür sayısı azaltımı LED armatür kullanılması durumunda yapılabilir. Bu bağlamda değerlendirildiğinde hem ofislerdeki pencere alanları hem de binalardaki doğal aydınlatma imkanları mevcut aydınlatma tesisatı planında 80 Wh enerji tüketim değerine sahip 4x18 Flüoresan armatürler yerine 40 Wh enerji tüketim değerine sahip aynı geometrik boyutlarda ve daha yüksek ışık akılarındaki LED armatürlerin genel değerlendirmede mevcut sayının yarısı kadar kullanılabileceği kanaatine varılmıştır.

Mevcut iç tesisat planında 4x18 Flüoresan armatürler çok sık yerleştirilmiştir. Ancak daha yüksek ışık akılı LED armatürlerin düzgünlük faktörlerini standartların altına indirmeyecek, ana çalışma alanlarında yeterli aydınlık düzeylerini sağlayacak ve görsel konforu etkilemeyecek şekilde ve yerleştirilmesi çok ciddi bir enerji tasarrufu sağlayacaktır.

LED armatürlerin iç tesisatta ortalama ömürleri 50000 saat olarak verilmiştir [6,7]. Mevcut Flüoresan armatürler için bu süre 10000 saat civarındadır [8]. Her 10000 saatte bir 4 lambanın ve 2 balastın değiştirilmesi ve armatürlerin temizlenmesi gerekmektedir. Bu da 50000 saatte satın alma maliyetinin üzerine toplam %160'lık bir bedel eklemektedir. Yani 100 TL'ye satın alınmış bir Flüoresan armatür 50000 saat sonunda sadece ekipman değişiklik ve bakım masrafı ilaveleriyle 260 TL'ye mal olmaktadır.

Ortalama üzeri 60x60 boyutlarındaki bir LED armatürün satın alma maliyeti 250 TL civarındadır. İlk satın alma fiyatı Flüoresan armatüre göre 2,5 kat fazla olsa da 50000 saat sonunda Flüoresan armatürün ekipman yenileme ve bakım maliyeti bu seviyeyi geçmektedir. Dolayısıyla LED armatürün ömür avantajı satın alma ve işletme maliyetleri açısından Flüoresan armatürün önüne geçmesini sağlamaktadır.

Toplamdaki armatür adedinin yarıya düşürülmesi tavsiyesi kapsamında Tablo 5'te verilen değerler ile karşılaşılacaktır.

Harcanan yıllık enerji bakımından konuya yaklaşırsa Tablo 6 gerekli özeti yapmak için yeterli olacaktır.

Tablo 5. Flüoresan ve LED Armatürlerin Maliyet Açısından Karşılaştırılması

Bina Adı	4x18 Fl. Armatür	40 W LED Armatür	4x18 Fl. Armatür 50000 saat işletme maliyeti - Enerji maliyeti hariç (TL)	40 W LED Armatür 50000 saat işletme maliyeti - Enerji maliyeti hariç (TL)	40 W LED Armatür Satın Alma Maliyeti (TL)	Tesisat değişikliğinin getirdiği kazanç (TL)
M-5	720	360	115200,00	0,00	90000,00	25200,00
M-6	550	275	88000,00	0,00	68750,00	19250,00
M-7	1040	520	166400,00	0,00	130000,00	36400,00
M-8	700	350	112000,00	0,00	87500,00	24500,00
Toplam	1505	1505	481600,00	0,00	376250,00	105350,00

Tablo 6. Flüoresan ve LED Armatürlerin Enerji Açısından Karşılaştırılması

Bina Adı	4x18 Fl. Armatür	40 W LED Armatür	4x18 Fl. Armatür Yıllık Enerji maliyeti (TL)	40 W LED Armatür Yıllık Enerji maliyeti (TL)	Tesisat değişikliğinin getirdiği kazanç (TL)
M-5	720	360	109141,34	27285,33	81856,00
M-6	550	275	83371,85	20842,96	62528,89
M-7	1040	520	157648,60	39412,15	118236,45
M-8	700	350	106109,63	26527,41	79582,22
Toplam	1505	1505	456271,42	114067,86	342203,57

Yapılması tavsiye edilen LED Flüoresan armatür değişikliği ile 1505 adet LED armatür alımı gerçekleşecektir. Bunun toplam yatırım maliyeti $1505 \times 250 = 376\ 250$ TL olacaktır. Bu değişiklik maliyeti, değişiklik sayesinde ortaya çıkan yıllık $342\ 203,57$ TL'lik Fatura kar miktarı ile birlikte değerlendirildiğinde sadece 1,1 senede kendisini geri ödeyecektir.

Enerji maliyetleri göz önüne dahi alınmasa da Tablo 5'te görüldüğü üzere mevcut Flüoresan armatürlerin 50000 saat çalışabilmesi için toplamda $481\ 600$ TL ilave yatırım gereklidir. Bu yatırımın sadece %78'i ile yaklaşık 15 sene sorunsuz kullanılacak LED tesisata kavuşulmuş olunacaktır.

Yukarıdaki hesaplamalar ışığında rahatlıkla söylenebilir ki LED-Flüoresan armatür değişimi herhangi bir aydınlık düzeyi kaybı da olmadan, hareket sensörü dahi kullanmadan 50000 saat çalışma süresinde bugünkü enerji ve ekipman fiyatlarıyla toplamda $5\ 197\ 339,08$ TL mertebesine ulaşacaktır. Yıllık kar tüm değişkenler hesaba katıldığında ortalama $350\ 000$ civarında gerçekleşecektir.

İşin maddi açısı dışında enerji açısından konu irdelenirse günlük $2\ 167,2$ kWh, yıllık ise $606\ 816$ kWh Elektrik enerjisi tasarrufu öngörülmektedir. Söz konusu enerji tasarrufu aynı zamanda CO₂ salınımı azaltarak kurumun "Karbon Ayak İzi"ni de küçültücü etki yapacaktır [9].

Tablo 7. 50 000 saat çalışma için beklenen Maddi Tasarruf

Bina Adı	4x18 Fl. Armatür	40 W LED Armatür	4x18 Fl. Armatür 50000 saatlik Enerji maliyeti (TL)	4x18 Fl. Armatür 50000 saat işletme maliyeti - Enerji maliyeti hariç (TL)	40 W LED Armatür Satın Alma Maliyeti (TL)	40 W LED Armatür 50000 saat işletme maliyeti - Enerji maliyeti hariç (TL)	40 W LED Armatür 50000 saatlik Enerji maliyeti (TL)	Tesisat değişikliğinin getirdiği kazanç (TL)
M-5	720	360	1624023,10	115200,00	90000,00	0,00	406005,77	1243217,32
M-6	550	275	1240573,20	88000,00	68750,00	0,00	310143,30	949679,90
M-7	1040	520	2345811,14	166400,00	130000,00	0,00	586452,78	1795758,35
M-8	700	350	1578911,34	112000,00	87500,00	0,00	394727,84	1208683,51
Toplam	1505	1505	6789318,78	481600,00	376250,00	0,00	1697329,69	5197339,08

İngiltere merkezli Güney Doğu Yenilenebilir Enerji İstatistikleri Kurumu (SEESats) “birleşik marj” adı verilen, ülkelerin CO₂ salınım faktörlerini tCO₂/MWh cinsinden hesaplamaktadır. SEESats tarafından yapılan hesaplamalara göre Türkiye için birleşik marj faktörü yaklaşık 0,65 tCO₂/MWh olarak bulunmuştur [10].

Dolayısıyla Fakültemiz adına bu çalışmada elde edilen verilerden yola çıkarak sadece aydınlatma kaynaklı CO₂ salınımı miktarının;

Yıllık CO₂ salınımı = Yıllık enerji Tüketimi x Birleşik Marj Faktörü

formülünde bileşenler yerine konulursa (606,816 MWh x 0,65 tCO₂/MWh) çarpımından, yaklaşık 394,43 ton seviyesinde olduğu ortaya çıkar. Sadece 4 binada yapılacak değişikliklerle varılabilecek bu değer hem iklim değişimlerine hem de insan sağlığının oldukça olumsuz etkilenmesine neden olabilecek bir değerdir. Günlük yaklaşık 1,41 tonluk salınımın önüne geçilerek elde edilecek mali tasarruf da ekolojik anlamda bu şekilde anlamlandırılmış olacaktır.

Bunlar dışında 4 binada yapılan tespitlerde hiçbir tesisat değişikliği yapmadan dahi alınabilecek birkaç önlem göze çarpmıştır.

- M-6 binasında 4. Kattaki gün ışığı çatısından gelen doğal aydınlatmanın alt katlara aktarılabilmesi için hol boşluklarındaki Cam tavanlarda mevcut bulunan film kaplamaların sökülmesi.
- İlave aydınlatma elektriği sarfiyatının önüne geçilmesi için tüm kat panolarına zaman rölesi konularak geceleri, kat girişlerine hareket sensörü konulup bunların zaman röleleri ile irtibatlanması ile tatil günleri gereksiz kullanımın önüne geçilebilir.
- İlgili binalarda iç hacim pencerelerinin bazıları karartmalı cam bazıları ise film kaplamalı olarak bulunmaktadır. Film kaplamalarının çıkarılması ve kırılan, zarar gören pencere camlarının karartmasız olanları ile değiştirilmesi yapay aydınlatma ihtiyacını aşağıya çekecektir.
- Tüm sınıf, koridor ve laboratuvar anahtarlarının üzerine “Gereksiz ise söndür” ibaresinin yapıştırılması tasarruf bilincini geliştirecektir.
- Mevcut flüoresan tesisatın hiçbir yerine hareket sensörü takılması tavsiye edilmemektedir. Hareket sensörleri deşarj lambalarının çalışma ömrünü aşırı açma kapama nedeniyle fazlasıyla kısaltmaktadır.
- Mevcut 4x18 Flüoresan armatürler dışında binalarda tespit edilen spot ya da kompakt flüoresanlı armatürlerin lambaları peyderpey değiştirilerek enerji tasarrufuna katkıda bulunulabilir.

Yukarıda 3 bölüm halinde hazırlanmış rapor ışığında aydınlatma tesisatının hızlıca LED tabanlı bir şekle dönüştürülmesi gerektiği aşıkardır. Yukarıdaki çalışma tesisata hareket sensörü eklenmemiş haldeki potansiyeli yansıtmaktadır. Hareket sensörü eklenmesi LED armatürlerinin ömrüne

herhangi bir negatif etki yapmayacağından literatürdeki örnekler baz alınarak ilave bir %20'lik enerji tasarrufunun söz konusu olacağı rahatlıkla söylenebilir.

KAYNAKLAR

- 1) CIBSE, Daylighting and Window Design. Lighting Guide LG10, The Friary Press, Dorchester, 1999.
- 2) CIBSE, Environmental Design-CIBSE Guide A, Chartered Institution of Building Services Engineers, Norwich, 2015.
- 3) Aimilios Michael, Chryso Heracleous, Assessment of natural lighting performance and visual comfort of educational architecture in Southern Europe: The case of typical educational school premises in Cyprus, Energy and Buildings 140 (2017) 443–457.
- 4) Mark Winterbottom, Arnold Wilkins, Lighting and discomfort in the classroom, Journal of Environmental Psychology 29 (2009) 63–75.
- 5) İşyerlerinde aydınlatma koşullarının iş sağlığı ve güvenliği yönünden değerlendirilmesi: www.csgb.gov.tr, Erişim Tarihi: [13.12.2018]
- 6) The Subtle Circuitry Behind LED Lighting, <https://spectrum.ieee.org>, Erişim Tarihi: [13.12.2018]
- 7) LED Bulbs for Less, <https://spectrum.ieee.org>, Erişim Tarihi: [13.12.2018]
- 8) Félix García Rosillo, Lifetime evaluation of DC-supplied electronic ballasts with fluorescent lamps for photovoltaic applications, Renewable Energy, Volume 29, Issue 6, May 2004, Pages 961-974.
- 9) K.E.Enongene, P.Murray, J.Holland, F.H.Abanda, Energy savings and economic benefits of transition towards efficient lighting in residential buildings in Cameroon, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 78, October 2017, Pages 731-742.
- 10) South East Renewable Energy Statistics, <http://www.see-stats.org/index.htm>, Erişim Tarihi: [01.06.2009]

FOSİL YAKITLARIN DÜNYADAKİ DURUMU VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Ceyda AKSOY TIRMIKÇI¹
Cenk YAVUZ²

ÖZET

Bugün iklim değişikliği dünyanın karşı karşıya olduğu en hayati ve karmaşık sorunlarından birisidir. Yapılan çalışmalar küresel sıcaklık artış hızının tahmin edilenin korkutucu derecede üzerinde olduğunu göstermektedir. Bu artışın sonuçları özellikle kutuplarda gözle görülebilir bir duruma gelmiştir. Grönland, kuzey buz denizi ve güney kutbu bölgesinde son birkaç yılda kaybedilmesi beklenenden en az 2 kat daha fazla buz kaybedilmiş ve buzların rengi güneş ışınlarını yansıtmasını engelleyecek seviyede değişmiştir. Bununla beraber artan ısının ve salınan karbondioksit gazının önemli bir bölümünü emen okyanuslarda suyun sıcaklığı ve asit derecesi değişmiş ve bu değişimler mercan kayalıklarının neredeyse %50'si bozulmasına neden olmuştur. Tüm bunlara ilaveten dünyanın birçok yerinde yüksek hava sıcaklığı olayları artış göstermiş, yoğun yağmurlar ve ani fırtınaların sayısı artmıştır. Mevcut ısınma eğiliminin en büyük nedeni 20.yüzyılın ortalarından itibaren beklenmedik oranlarda artış gösteren insan kaynaklı sera gazı salınımidir. Yıllardır atmosfere salınan ısı tutma özelliği bulunan sera gazlarının gezegene etkilerinin hissedilmesi uzun süre aldığından, küresel ısınmanın önemiyetinin fark edilmesi de geç olmuştur. Bu nedenle tam şu anda tüm salınımın durdurulması bile, iklim değişikliğinin gelecek nesilleri etkileyecek sonuçlarının ortadan kalkmasına yetmeyecektir. Bu çalışmada küresel sera gazına en büyük katkıyı sağlayan enerji üretim sektörünün farklı enerji kaynakları teknolojilerinin rezerv durumu, küresel tüketimi ve bu teknolojilerin kullanımının sosyal, ekonomik ve çevresel etkileri ile teknik riskleri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fosil Yakıtlar, Sera Gazları, İklim Değişikliği

GİRİŞ

Son yıllarda nüfus ve sanayileşmedeki hızlı büyümlerin bir sonucu olarak enerji talebi hızla artmaktadır. Enerji raporlarına göre 1990-2011 yılları arasındaki yirmi bir yılda birincil enerji talebi artışı tüm dünyada %49 olarak belirlenmiştir [1]. Bununla beraber 2016 yılının enerji verilerine göre hazırlanmış enerji raporuna göre birincil küresel birincil enerji kaynaklarının tüketimi bir önceki yıla göre %1 artış göstererek 13276 milyon ton petrol eşdeğere ulaştı [2].

Enerji üretim sektörü enerjinin son kullanıcıya ulaşmasına kadar olan üretim, dönüşüm, depolama, iletim ve dağıtım süreçlerinin gerçekleşmesini sağlayan oluşumların tamamıdır [3].

Enerji talebinin ve tüketiminin artışı ile beraber enerji üretim sektörü de benzer bir hızla büyümüştür ve büyümeye devam etmektedir. Küresel enerji üretim sektörü kaynaklı sera gazı salınımları 1990-2000 yılları arasındaki on yılda %1.7, 2000-2010 yılları arasındaki on yılda ise %3.1 artış göstermiştir [3]. Bu yüzdelerin hızlı bir şekilde artmasının en önemli nedeni fosil kaynak içerikli yakıt kullanımındaki artmasıdır. Amerika Enerji Enformasyonu Ajansının raporuna göre Amerika'da birincil enerji tüketimi 1950 yılında %12.347 kömür, %5.968 doğal gaz, %13.315 petrol olmak üzere toplamda %31.632 oranında fosil yakıt kaynaklı gerçekleşmiştir. 2016 yılında ise bu oranlar %14.226 kömür, %28.400 doğal gaz, %36.003 petrol olmak üzere toplamda %78.19'a ulaşmıştır [4]. Aynı yıl küresel birincil enerji tüketiminin %28 kömür, %24 doğal gaz, %33 petrol olmak üzere %85 oranında fosil yakıt kaynaklı gerçekleştiği gözlenmiştir [2].

¹ Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Sakarya / Türkiye, caksoy@sakarya.edu.tr

² Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Sakarya / Türkiye

Bu çalışmada fosil yakıt kaynaklı teknolojileri ve sürdürülebilir enerji kaynaklı teknolojilerinin rezerv durumu, küresel tüketimi ile sosyal, ekonomik ve çevresel etkileri araştırılmıştır.

GELİŞME

Bu bölümde fosil yakıt kaynaklarının 1990-2040 yılları arasında gerçekleşen ve gerçekleşmesi beklenen küresel üretim ve tüketim durumları incelenmiş ve bu kaynakların sürdürülebilir kaynaklar ile değiştirilmesinin sosyal ve ekonomik etkileri araştırılmıştır.

Petrol

BP 2017 Enerji Raporu'na göre dünya üzerinde 1.706 milyar varil kanıtlanmış petrol rezervi bulunmaktadır. Kanıtlanmış rezervi en fazla olan ülkeler sırasıyla Venezuela ve Suudi Arabistan olmuştur. Tablo 1'de 1990-2016 yıllarında gerçekleşen ve 2016-2040 yılları arasında gerçekleşmesi beklenen petrol üretimi verilmiştir. Tabloya göre 2016 yılında 1497 milyon ton eşdeğer petrol ile Ortadoğu en büyük üretici olurken, 1267 milyon ton eşdeğer petrol ile Amerika izlemektedir.

2040 yılı verilerine bakıldığında en büyük üreticilerin yine Ortadoğu ve Amerika olması beklenmektedir. Tablo 2'de 1990-2016 yıllarında gerçekleşen ve 2016-2040 yılları arasında gerçekleşmesi beklenen petrol tüketimi verilmiştir. Tabloya göre 2016 yılında 1685 milyon ton eşdeğer petrol ile Amerika en büyük tüketici olurken, 1548 milyon ton eşdeğer petrol ile Asya Pasifik izlemektedir. 2040 yılı verilerine bakıldığında 2054 milyon ton eşdeğer petrol ile Asya Pasifik'in başı çektiği, Amerika'nın petrol tüketiminin ise 1206 milyon ton eşdeğer petrol ile mevcut tüketiminin altına inmesi beklenmektedir [2].

Tablo 1. Petrol Üretimi

Petrol Üretimi (Mtep)	1990	1995	2000	2005	2016	2030	2040	1990-2016	2016-2040
Kuzey Amerika	655	646	642	639	883	1182	1103	%1.2	%0.9
Güney Amerika	234	300	345	375	384	388	403	%1.9	%0.2
Avrupa	218	311	332	269	166	77	34	-%1.0	-%6.4
Bağımsız Devletler Topluluğu	570	358	396	580	694	753	751	%0.8	%0.3
Ortadoğu	852	979	1150	1226	1497	1607	1716	%2.2	%0.6
Afrika	321	340	371	466	375	413	397	%0.6	%0.2
Asya Pasifik	326	352	381	383	383	327	276	%0.6	-%1.4
Dünya	3175	3286	3618	3938	4382	4747	4681	%1.2	%0.3

Tablo 2. Petrol Tüketimi

Petrol Tüketimi (Mtep)	1990	1995	2000	2005	2016	2030	2040	1990-2016	2016-2040
Kuzey Amerika	921	949	1058	1120	1010	958	846	%0.4	-%0.7
Güney Amerika	172	205	231	246	675	354	360	%2,2	%0.7
Avrupa	730	739	763	790	166	581	466	-%0.3	-%1.5
Bağımsız Devletler Topluluğu	399	210	169	173	196	236	246	-%2.7	-%1.0
Ortadoğu	171	216	242	298	418	492	515	%3.5	%0.9
Afrika	96	105	118	138	185	273	346	%2.6	%2.6
Asya	664	865	998	1149	1548	1972	2054	%3.3	%1.2

Pasifik									
Dünya	3153	3288	3580	3915	4336	4864	4836	%1.2	%0.5

Kömür

2016 yılında tüm dünyada 5222 milyon ton eşdeğer petrol kömür üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu üretime en büyük katkıyı yapan ülkeler 2387 milyon ton eşdeğer petrol ile Çin, 484 milyon ton eşdeğer petrol ile Hindistan ve 462 milyon ton eşdeğer petrol ile Amerika olmuştur. Tablo 3'te 1990-2016 yıllarında gerçekleşen ve 2016-2040 yılları arasında gerçekleşmesi beklenen kömür tüketimi verilmiştir. Tabloya göre 2016 yılında 2754 milyon ton eşdeğer petrol ile Asya Pasifik en büyük tüketici olurken, tüm dünyada 3732 milyon ton eşdeğer petrol tüketim gerçekleşmiştir. 2040 yılı verilerine bakıldığı zaman tüketimin Asya Pasifik'te 3197 milyon ton eşdeğer petrole, dünyada ise 3762 milyon ton eşdeğer petrole ulaşması beklenmektedir. Bu sonuçlara göre dünyada kömür tüketiminin neredeyse tamamı Asya Pasifik'te gerçekleşmektedir ve bu durumun önümüzdeki 20 yıl içerisinde artarak devam edeceği öngörülmektedir [2].

Tablo 3. Kömür Tüketimi

Kömür Tüketimi (Mtep)	1990	1995	2000	2005	2016	2030	2040	1990-2016	2016-2040
Kuzey Amerika	514	538	606	616	387	239	121	%0.4	-%0.7
Güney Amerika	16	19	21	21	35	29	28	%2,2	%0.7
Avrupa	492	392	358	354	294	181	144	-%0.3	-%1.5
Bağımsız Devletler Topluluğu	306	192	165	161	158	125	107	-%2.7	-%1.0
Ortadoğu	3	5	8	10	9	11	11	%3.5	%0.9
Afrika	76	79	83	89	96	120	154	%2.6	%2.6
Asya Pasifik	840	1025	1144	1883	2754	3116	3197	%3.3	%1.2
Dünya	2246	2250	2385	3134	3732	3821	3762	%1.2	%0.5

Doğal gaz

2017 yılında küresel doğal gaz talebinde %3 artış gözlenmiştir. Bu artışın en önemli nedenlerinden biri Çin'in mavi gökyüzü projesinin sonucu olarak kömür kullanımını azaltmak için doğal gaz kullanımını artırmasıdır [5]. Tablo 4'te 1990-2016 yıllarında gerçekleşen ve 2016-2040 yılları arasında gerçekleşmesi beklenen doğal gaz üretimi verilmiştir. Tabloya göre 2016 yılında 1024 milyon ton eşdeğer petrol ile Amerika en büyük üretici olurken, 688 milyon ton eşdeğer petrol ile Bağımsız Devletler Topluluğu izlemektedir. 2040 yılı verilerine bakıldığında en büyük üreticilerin Amerika, Ortadoğu ve Bağımsız Devletler Topluluğu olması beklenmektedir. Tablo 5'te 1990-2016 yıllarında gerçekleşen ve 2016-2040 yılları arasında gerçekleşmesi beklenen doğal gaz tüketimi verilmiştir. Tabloya göre 2016 yılında 1042 milyon ton eşdeğer petrol ile Amerika en büyük tüketici olurken, 650 milyon ton eşdeğer petrol ile Asya Pasifik izlemektedir. Asya Pasifik'in son on yıl içerisinde doğal gaz tüketimini iki kat artırdığı görülmektedir. 2040 yılı verilerine bakıldığında Asya Pasifik'in tüketimini 1124 milyon ton eşdeğer petrol ile mevcut tüketiminin iki katına çıkarması beklenmektedir. Amerika'nın tüketiminin ise 1470 milyon ton eşdeğer petrol ile yine başı çekmesi beklenmektedir [2].

Tablo 4. Doğal Gaz Üretimi

Doğal Gaz Üretimi (Mtep)	1990	1995	2000	2005	2016	2030	2040	1990-2016	2016-2040

Kuzey Amerika	575	641	681	668	870	1221	1392	%1.6	%2.0
Güney Amerika	53	67	92	126	159	208	237	%4.3	%1.7
Avrupa	187	217	255	269	212	139	107	%0.5	-%2.8
Bağımsız Devletler Topluluğu	672	569	586	655	688	816	891	%0.1	%1.1
Ortadoğu	95	134	190	289	574	778	918	%7.2	%2.0
Afrika	62	77	119	159	188	296	394	%4.4	%3.1
Asya Pasifik	135	187	249	337	522	697	780	%5.4	%1.7
Dünya	1778	1892	2172	2504	3213	4156	4719	%2.3	%1.6

Tablo 5. Doğal Gaz Tüketimi

Doğal Gaz Tüketimi (Mtep)	1990	1995	2000	2005	2016	2030	2040	1990-2016	2016-2040
Kuzey Amerika	579	674	721	711	887	1081	1196	%1.7	%1.3
Güney Amerika	52	66	87	111	155	218	274	%4.3	%2.4
Avrupa	312	349	419	479	435	476	466	%1.3	%0.3
Bağımsız Devletler Topluluğu	566	472	468	504	492	513	494	-%0.5	%0.0
Ortadoğu	87	127	171	251	461	635	747	%6.6	%2.0
Afrika	36	43	52	77	124	208	305	%4.9	%3.8
Asya Pasifik	136	189	265	366	650	1018	1124	%6.2	%2.7
Dünya	1767	1920	2182	2499	3204	4148	4707	%2.3	%1.6

Daha Az Fosil Yakıt Daha Fazla Sürdürülebilir Enerji Kaynağı

Bugüne kadar yayınlanan tüm iklim değişikliği raporları alınması gereken en önemli tedbir olarak fosil yakıt kaynaklarının kullanımının azaltılması olduğunun altını çizmektedir. Sürdürülebilir bir yaşam için fosil yakıt kaynaklarının mümkün olan her koşulda sürdürülebilir kaynaklar ile değiştirilmesi zorunluluktur. Bununla beraber sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçişin ülkelerin sosyoekonomik refah seviyelerini de olumlu etkilediği kesindir.

Gelişmekte olan ülkelerin en önemli sorunlarından biri enerjide dışa bağımlılıktır. Hızla gelişmekte olan ülkelere biri olarak Türkiye enerji talebi hızla artan ülkelerdendir. Ülkenin birincil enerji talebi 2015 yılında 123,9 milyon ton eşdeğer petrol (tep) olarak kaydedilmiştir. Bu miktar kaynaklara dağılımında en büyük payı fosil kaynaklar almaktadır: %29,2 kömür, %32,5 doğal gaz ve %28,5 petrol [6]. Ülkedeki fosil yakıt rezervleri toplam talebi karşılamak için yeterli olmadığından kömür talebi %64 oranında, doğal gaz talebi %99,2 oranında ve petrol talebi %93,6 oranında ithal edilerek karşılanmaktadır [6, 7]. Enerji talebinin karşılanmasında ithal kaynaklara bağımlı olmak, ülkenin enerji politikasını daha kırılgan ve etkilere açık hale getirmektedir. İthal kaynaklarda meydana gelen ani kesintiler enerji fiyatlarının hızla artmasına ve enerjiye ulaşımın zorlaşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle özellikle ithal fosil yakıtlara bağımlı olan ülkelerde iklim değişikliği politikalarının uygulanması çevresel faydalarının yanında dışa bağımlılığı azaltarak enerjiye ulaşımı kolaylaştırmaktadır.

İşsizlik nüfusu hızla artan modern toplumların yüzleştiği en hayati sorunlardan bir olarak öne çıkmaktadır. Sürdürülebilir enerji kaynakları ile üretim yapan tesisler, fosil yakıt kaynaklı tesislere göre daha fazla iş gücü gerektirmektedir. Çin'de 2010 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarının artması ile beraber 472.000 kişinin istihdamı sağlanmıştır [8]. Benzer şekilde İspanya'da ve

Almanya’da 2030 yılına kadar en az 600.000 kişinin yenilenebilir enerji sektöründe istihdam edilmesi beklenmektedir [9]. Günümüzde bir ülkenin sosyoekonomik refah seviyesinin en önemli belirleyicilerinden olan işsizlik oranının çevreye katkı sağlanarak iyileştirilmesi, sürdürülebilir enerji kaynaklara geçişin teşvik edilmesi için önemli nedenlerden biridir.

Fosil yakıtların yanması ile ortaya çıkan salınımlar iklim değişikliğine neden olduğu gibi insan sağlığını da olumsuz olarak etkilemektedir. Solunan havanın temizliği ile doğrudan ilişkili kalp ve damar rahatsızlıklarını, kronik hastalıkları, akciğer kanseri gibi hastalıkların fosil yakıtların kullanımının artması ile birlikte artış gösterdiği gözlenmiştir [10]. Bu durumda fosil yakıtların kullanımının azalması ile kirlilik azalacağından özellikle solunum yolu hastalıklarında iyileşmeler gözlemlenmek mümkündür.

SONUÇ

Fosil yakıtların kullanımının sanayi devriminden itibaren hızla artması kuşkusuz iklim değişikliğinin en önemli nedenidir. Fosil yakıtların yakılması ile ortaya çıkan salınımlar küresel sıcaklığı yavaş yavaş artırmıştır. Ancak günümüzde yavaş gerçekleşen artışın çarpıcı sonuçları hissedilir ve gözlenir duruma gelmiştir. Bu çalışmada fosil yakıtların enerji kaynağı olarak mevcut durumu ve beklenen durumu 1990-2040 yılları arasında incelenmiştir. Sonuçlar fosil yakıtların temel küresel enerji kaynağı olduğu ve mevcut enerji politikaları ile 2040 yılında da azalmalarla temel kaynak olmaya devam edeceğini göstermiştir. Bu nedenle ülkelerin sürdürülebilir bir dünya için sürdürülebilir enerji kaynak kullanımını artırmaları bir zorunluluk haline gelmiştir. Sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçiş iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmanın tek yoludur. Özellikle Amerika ve Asya Pasifik gibi önemli fosil yakıt tüketicilerinin hızlı bir şekilde enerji politikalarını iyileştirerek enerji üretim yöntemlerini değiştirmesi gerekmektedir. Benzer şekilde gelişmekte olan ülkeler de ithal enerji kaynaklarına olan bağımlılıklarını azaltmalı ve kesintisiz enerji ulaşımı için mevcut yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanma oranlarını artırmalıdır. Sonuç olarak sürdürülebilir enerjiye geçiş, sürdürülebilir bir dünya ve sürdürülebilir toplumlar için bir zorunluluktur.

KAYNAKLAR

- 1) Enerji Raporu 2013, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Ocak 2014.
- 2) BP Energy Outlook 2018, <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook> [Erişim Tarihi: 20.11.2018]
- 3) Intergovernmental Panel on Climate Change 2018, <http://www.ipcc.ch/> [Erişim Tarihi: 19.11.2018]
- 4) www.eia.gov [Erişim Tarihi: 20.11.2018]
- 5) Global Energy and CO₂ Status Report 2017, International Energy Agency.
- 6) www.energy.gov.tr [Erişim Tarihi: 20.11.2018]
- 7) www.eie.gov.tr [Erişim Tarihi: 19.11.2018]
- 8) Cai W, Wang C, Chen J, and Wang S (2011) Green economy and green jobs: Myth or reality? The case of China’s power generation sector. *Energy Economics* 36, 277 – 285.
- 9) Wei M, Patadia S, and Kammen DM (2010) Putting Renewables and Energy Efficiency to Work: How Many Jobs Can the Clean Energy Industry Generate in the US? *Energy Policy* 38, 919 – 931.
- 10) Pope CA, Ezzati M, and Dockery DW (2009) Fine-Particulate Air Pollution and Life Expectancy in the United States. *New England Journal of Medicine* 360, 376 – 386.

FOTOMETRİK FLICKER OLAYININ OFİS ÇALIŞANLARININ ALGISINA ETKİSİNİN SAHA ÖRNEĞİ İLE İRDELENMESİ

Cenk YAVUZ¹
Ceyda AKSOY TIRMIKÇI²

ÖZET

İlerleyen teknoloji ile birlikte ofis çalışanlarının sayısı artmış olup özellikle gün ışığından faydalanamayan ve kapalı hacimlerde çok uzun süreler geçiren ofis çalışanları çeşitli fizyolojik ve psikolojik sorunlarla karşı karşıya kalmaya başlamışlardır. Bu tip sorunlara kaynak olan ve bunları belli oranda ortadan kaldırmaya yardımcı olacak olan sitemler aydınlatma sistemleridir. Aydınlatma sistemlerinde kimi zaman gözle görülebilir hale de gelen Fotometrik Flicker problemi bir çok sorunu beraberinde getirmektedir. Flicker'in etkilerinin anlaşılabilmesi ortadan kaldırılabilmesi için tavsiyelerde bulunulabilmesi için bu deneysel çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada 3 farklı deney odasında farklı aydınlatma şartları ve senaryolarında Flicker değerleri ölçülmüş, deney odalarında gönüllü olarak test ve anketlere katılan kişilerin geri dönüşleri ile Flicker'in ofis çalışanları üzerine olumsuz etkileri belli başlıklar altında toplanmaya çalışılmıştır. Ayrıca katılımcılardan gelen geri dönüşler ve yapılan tespitler neticesinde Flicker sorunu yaşamamak için uygulanması tavsiye edilen yöntemler verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fotometrik Flicker, İç aydınlatma, Aydınlatma senaryoları, Loşlaştırma

GİRİŞ

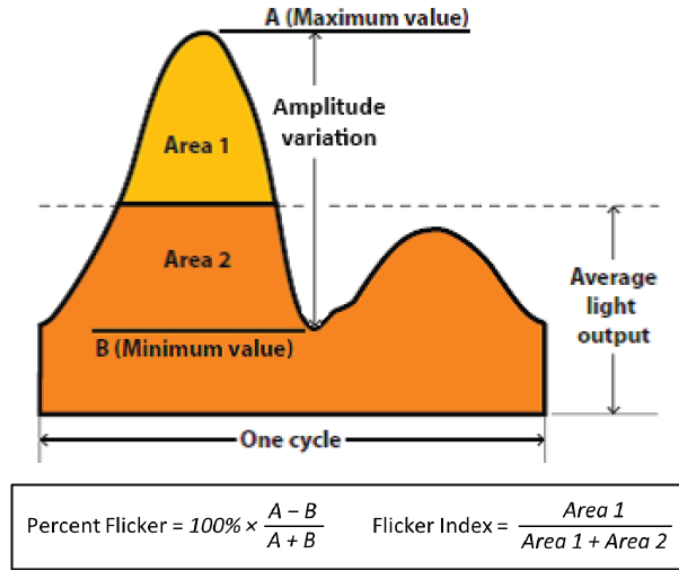
Günümüzde bilgisayar ve ilintili teknolojilerin ilerlemesi hem ofis çalışanlarının sayısını arttırmış hem de masa başında geçirilen saatleri yukarıya çekmiştir. Her iş grubuna göre dikkat ve yoğunlaşma gerektiren birçok farklı süreç ve görevler masa başında gerçekleştirilmektedir. Kapalı ortamlarda uzun süre kalarak direk gün ışığından faydalanamayan ofis çalışanlarının psikolojik ve fizyolojik durumları ile ilgili yapılan çalışmalar, ortaya çıkan etkilerin işgücü kaybı ve kritik hataların yapılmasına kadar uzandığını göstermiştir (1-3). Kaliteli bir iç aydınlatma uygulaması için hem tasarımın düzgün yapılmış olması hem de iç hacme yayılan ışığın sürekliliği önemli bir şarttır. Fotometrik Flicker etkisi bu sürekliliği bozduğu için bulunulan yerden ayrılma isteği, göz yorgunluğu, baş ağrısı gibi bozukluklara sebebiyet verebilmektedir (5).

Yukarıda anlatılanın önüne geçilmesi için günışığına dayalı ya da gün ışığı benzetimli dinamik aydınlatma, senaryolu ve loşlaştırmalı uygulamalar dünya çapında son dönemde kullanılan aydınlatma yaklaşımları olmuştur (4). Ancak hangi ışık kaynağı kullanılırsa kullanılsın özellikle işin içine loşlaştırma kontrolü girdiğinde normalde bulunan Fotometrik Flicker etkisinin arttığı bilinen bir gerçek olmakla beraber, buna bağlı olarak beklenmeyen sonuçların ortaya çıkabileceği de düşünülmektedir. Bunlar algı problemleri ve hatalı işlevlerin gerçekleştirilmesi olarak sayılabilir.

Flicker etkisinin sayısal değerlerini ortaya koyabilmek için aşağıdaki grafik ve formüller kullanılmaktadır (Şekil 1). Yüzde Flicker ve Flicker indeksi hesaplamaları sonucunda aydınlatma ekipmanının aydınlatma kalitesi ile ilgili yorum yapılabilir. Flicker indeksi 0-1 arasında değişirken Flicker yüzdesi ise en çok %100 olabilir.

¹ Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Sakarya / Türkiye, cyavuz@sakarya.edu.tr

² Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Sakarya / Türkiye



Şekil 1. Fotometrik Flicker yüzdesi ve indeksi hesap yöntemleri (6)

Bir deşarj lambası türü olan flüoresan lambalar armatürlerinde elektromanyetik balastlarıyla kullanıldıklarında Flicker yüzdesi %100 çalışmada %100'lere kadar çıkarken, elektronik balastlarla çalışmada bu yüzde, balastın özellikleri ve markasına göre %70 aşağıya düşebilmektedir.

Bu çalışma kapsamında 3 farklı ofis ortamında – flüoresan armatürlü ve elektromanyetik balastlı (Oda 1), flüoresan armatürlü ve elektronik balastlı (Oda 2), tamamen LED armatürlü (Oda 3) – ofis çalışanlarına farklı aydınlatma senaryoları altında farklı görevler verilmiş ve bu görevleri gerçekleştirme başarı oranları incelenmiştir. Ayrıca bu deneysel çalışmaya katılan kişilere içinde buldukları odalarda geçirdikleri süreler içindeki psikolojik durumlarını araştırmak üzere bir de anket hazırlanmıştır. 15 erkek 15 kadın olmak üzere 18-40 yaş aralığında ve görme problemi olmayan 30 denek gönüllü olarak bu çalışmaya katılmış olup her bir odada toplam 5 farklı aydınlatma senaryosunda bildirimleri anket vasıtasıyla alınmıştır.

GELİŞME

Odalar 4 katlı Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi binasının, M-6, 3. katında bulunmaktadır. Odaların tam koordinatları, 40° 74' kuzey enlemi ve 30 ° 33' doğu boylamıdır. Odaların yüzey alanı 24 m²'dir ve odaların her birinin kuzey batısında 1 adet pencere bulunmaktadır. Oda 1 ve Oda 2'nin yapay aydınlatma sistemi 6 adet 4*18 flüoresan lambalı, çift parabolik ayna panjurlu armatür şeklindedir. Oda 1'de armatürlerde elektromanyetik, Oda 2'de ise elektronik balast kullanılmıştır. Oda 3'te 1*41W 6 adet 60cm*60cm DALI balastlı (92% eff, pf=0,95) orta sınıf LED paneller kullanılmıştır. Oda 3 aynı zamanda loşlaştırma özelliğine de sahiptir. Odalara ilişkin görseller aşağıda paylaşılmıştır (Şekil 2-3).



Şekil 2. Oda 1 ve Oda 2 için Flüoresan Armatür Yerleşimi



Şekil 3. Oda 3 için LED Armatür Yerleşimi

Deney odalarında gönüllü olarak anket çalışmasına çalışan katılımcılar odalara alışmaları için 10 dakika odalarda serbest bırakılmış, sonrasında yaklaşık 2 dakika süren Görsel Burdon Testleri yaptırılmıştır. Burdon testleri çocuklar ve gençlerdeki dikkat ve algı seviyesini ölçmeye yarayan karışık harf ve görsel dizilimlerinde spesifik bir harf veya görselin tamamının hatasız bir şekilde bulunmasına dönük bir testtir. Oda 1 ve 2’de %100 çalışma, Oda 3’te %75 çalışmadaki testler bir arada değerlendirilmiştir. Oda 3 için farklı bir Burdon testi %100 ve %50 seviyeleri için ayrıca katılımcılara verilmiştir. Bu testlerin tamamlanması sonrasında katılımcıların içinde buldukları odalara ait psikolojik yaklaşımlarını belirleyen 2. bir anketi doldurmaları istenmiştir.

Tablo 1. Odalara ilişkin Parametreler

Oda	ODA 1	ODA 2	ODA 3		
Loşlaştırma	%100	%100	%100	%75	%50
Aydınlık Düzeyi (lx)	226	228	427	241	130
Yüzde Flicker	%91	%66	%9	%24	%62
Flicker İndeksi	0,49	0,21	0,02	0,07	0,19

Söz konusu odalar için parametrelerin verildiği Tablo 1 incelendiğinde Oda 1 ve 2’de %100 çalışma, Oda 3’te %75 çalışmadaki aydınlık düzeylerinin birbirine yaklaşık olduğu görülmektedir. Bu nedenle bu 3’ü için ayrı bir Burdon testi Oda 3’teki diğer seviyeler için Ayrı bir Burdon testi uygulanmıştır. Tablodaki aydınlık düzeyi değerleri yerden 80 cm yükseklikteki çalışma düzleminde TES 1336A lüksmetresi ile Flicker değerleri ise UPRTEK MK350 ölçüm cihazı ile alınmış değerlerdir.

Görüldüğü üzere En kötü Flicker yüzdeleri ve indeksi elektromanyetik balastlı flüoresan armatür kullanımında ortaya çıkmış en iyi değerler ise loşlaştırma yapılmamış DALI balastlı LED armatür kullanımında gerçekleşmiştir. Bunun en büyük sebebi DALI balastın aynı zamanda elektronik bir sürücü devresi olması ve güç faktörü düzeltmesi yapması ile birlikte LED ışık kaynaklarının doğru gerilimde çalışıyor olmasıdır.

Oda 3'te loşlaştırma yapıldıktan sonra Flicker yüzdesi ve indeksinin yukarılara çıkması PWM modülasyonla sürüş yapan DALI balastların loşlaştırma oranı nedeniyle doğru gerilim dalga şeklini belli oranlarda kırpmasıdır. DALI balast yerine loşlaştırma özelliği kullanılmayan bir sürücü/elektronik balast kullanımı söz konusu olsaydı Flicker değerlerinin daha yukarılara çıkması beklenebilirdi.

Katılımcılara uygulanan dikkat testleri ve anketler gün ışığı etkisinin olmadığı saatlerde ve hava karanlıkken gerçekleştirilmiştir. Uygulanan anketler sonucunda aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

Tablo 2. 3 Odada benzer aydınlık düzeyleri altında Burdon Testi sonuçları

Oda	ODA 1	ODA 2	ODA 3
Loşlatırma	%100	%100	%75
Erkek Burdon Testi Başarısı	%81	%84	%90
Kadın Burdon Testi Başarısı	%83	%85	%92

Tablo 3. Oda 3'te farklı aydınlık düzeyleri altında Burdon Testi sonuçları

Oda	ODA 3	ODA 3
Loşlatırma	%100	%50
Erkek Burdon Testi Başarısı	%92	%87
Kadın Burdon Testi Başarısı	%93	%86

Tablo 2 ve 3 dikkatle incelendiğinde yüksek Flicker yüzdeli ve indeksli Oda 1 ve Oda 2'de dikkat testinde başarının Oda 3'teki en az aydınlık düzeyinde ve en yüksek Flicker değerlerindeki duruma göre bile daha aşağıda olduğu görülmektedir. Flicker yüzdesi arttıkça algıda bozulmaların meydana geldiği ve dikkat dağınıklığının baş gösterdiği hem her 3 odadan elde edilen sonuçlara hem de sadece Oda 3'ün 3 farklı aydınlatma senaryosuna bakıldığında rahatça anlaşılabilir.

Katılımcıların odalarda geçirdikleri süre boyunca psikolojik yönden durumlarını anlayabilmek için yapılan 8 soruluk anket çalışması ile elde edilen bulgular ise şu şekildedir (Tablo 4). 8 soru 3 ana başlığa indirgenerek değerlendirilmiştir.

Tablo 4. Katılımcıların Odalardaki Aydınlatma Şartlarına İlişkin Hissiyatları

Oda	ODA 1	ODA 2	ODA 3		
Loşlaştırma	%100	%100	%100	%75	%50
Odada Konforsuz hissetme	11 kişi	7 kişi	1 kişi	1 kişi	3 kişi
Odaklanama	10 kişi	8 kişi	1 kişi	1 kişi	5 kişi
Odada Mevcut Şartlarda Uzun Süreli Çalışmak İstemeyenler	13 kişi	10 kişi	1 kişi	1 kişi	5 kişi

Yukarıda görüldüğü üzere Flicker yüzde ve index değerleri yüksek olan durumlarda “odada konforsuz hissetme” ve “odaklanma problemi yaşama” hallerinden şikâyetçi olan kişi sayısı dramatik bir şekilde artmaktadır. Oda 3 özelinde konuşulur ise Flicker değerlerinin yükselmesinin yanında aydınlık düzeyinin %50 çalışma seviyesinde düşük olması odaklanma probleminin önemli kaynaklarından biri olabilir. Mevcut aydınlatma şartlarında deney odalarında uzun süreli çalışmak istemeyen kişi sayısı da Flicker etkisinin iç hacimlerde ne kadar ayrıştırıcı bir sonuç doğurduğunu gözler önüne sermektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada farklı özelliklerdeki aydınlatma ekipmanlarının sebep olduğu Flicker etkisinin yapay aydınlatmadan faydalanmak durumunda olan ofis çalışanlarının algısına nasıl bir etki yaptığı kısa süreli farklı aydınlatma şartlarına maruz bırakma, dikkat testi ve anket yöntemleri ile araştırılmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda 30 katılımcı deneylerde yer almış, dikkat testleri ve anketlere verdikleri cevaplar ışığında yapılan değerlendirmede Flicker yüzdesi ve indeksi yüksek olan şartlarda çalışma yapan kişilerin algılarında düşüklük olduğu, belli oranlarda odaklanma sorunları yaşadıkları ve mevcut şartlarda uzun süreli çalışmak istemedikleri görülmüştür.

Loşlaştırmalı senaryolarda, oranı her ne kadar az da olsa loşlaştırması seviyesi arttıkça kişilerin algı ve odaklanma sorunu yaşadıkları anlaşılmıştır. Ayrıca düşük aydınlık seviyelerinden Flicker değerleri düşük ve yüksek aydınlık seviyelerinin tercih edildiği ortaya çıkan bir gerçek olarak göze çarpmaktadır.

Ofis çalışanlarının hem algısını hem de psikolojisini olumsuz etkilediği bu çalışma ile görülen Flicker etkisini ofislerde azaltmak için aşağıdaki yöntemleri uygulamak faydalı olacaktır.

- Flüoresan yerine LED lambalı armatürler tercih etmek
- Yüksek güç faktörü değerine sahip balast ve sürücüler tercih etmek
- Aydınlatma kontrolü ve loşlaştırma için PWM yönteminden ziyade ileri akım kontrolü yöntemiyle çalışan sürücülerini tercih etmek
- Mümkünse kurulum aşamasında ihtiyaca dönük aydınlık düzeyleri belirleyerek loşlaştırma tercih etmemek

KAYNAKLAR

1. Wilkins AJ, Nimmo-Smith IM, Slater A, Bedocs L (1989) Fluorescent lighting, headaches and eye-strain. *Lighting Res Technol* 21: 11–18.
2. Hazell J, Wilkins AJ (1990) A contribution of fluorescent lighting to agoraphobia. *Psychol Med* 20: 591–596.
3. Watts FN, Wilkins AJ (1989) The role of provocative visual stimuli in agoraphobia. *Psychol Med* 19: 875–885.
4. Yavuz C, Yanıkoğlu E, Güler Ö (2012) Evaluation of Daylight Responsive Lighting Control Systems According to the Results of a Long Term Experiment, *Light & Engineering Journal* 20 (4): 75-83
5. Inger R, Bennie J, Davies TW, Gaston KJ. Potential biological and ecological effects of flickering artificial light. *PLoS One*. 2014;9(5): e98631
6. IES Lighting Edition, 10th Edition, 2011

**ATANGANA-BALEANU KESİRLİ DİFERANSİYEL DENKLEMİNİN LAPLACE
METODUYLA ÇÖZÜMÜ**
USING THE LAPLACE TRANSFORM METHOD FOR ATANGANA-BALEANU
FRACTIONAL DIFFERENTIAL EQUATIONS

Dr. Öğr. Üyesi Mahmut MODANLI¹

ÖZET

Bu çalışmada son zamanlarda uygulamalı bilimler, mühendislik, jeoloji ve sismoloji gibi pek çok bilim dallarında önemli bir rol oynayan kesirli türev ve kesirli integral kavramları incelendi. Caputo, Riemann-Liouville, Grunwald-Letnikov, Marchaud, Weyl, Riesz, Caputo-Fabrizio kesirli türevlerinin tanımları verildi. Bu kesirli denklemlerin analitik ve yaklaşık çözümleri için farklı pek çok metot geliştirildi. Analitik çözümler için en çok kullanılan metotlar; Laplace metodu, Fourier dönüşüm metodu ve Fourier seri çözümü metotlarıdır. Daha sonra bu türevlerin fiziksel anlamı ön plana çıkmaya başladı. Atangana-Alqahtani çalıştığı Caputo-Fabrizio kesirli türevi ve uygulamasının denklemi olan yeraltı su kirliliği denklemi (groundwater pollution equation) incelendi. Daha sonraki zamanlarda kesirli türev ve integrallere farklı bir boyut kazandıran Atangana-Baleanu, Caputo ve Riemann-Liouville kesirli türevini kullanarak Mittag-Leffler fonksiyonu yardımıyla tanımlanan Atangana-Baleanu türevini oluşturdu. Bu yeni tanımlanan Atangana-Baleanu türevinin tanımı ve Laplace dönüşümü yapıldı. Başlangıç-sınır değer koşullarına bağlı Caputo türeviyle tanımlanan Atangana-Baleanu kesirli diferansiyel denkleminin analitik çözümleri Laplace metodu kullanılarak yapıldı.

Anahtar Kelimeler: Caputo Kesirli Diferansiyel Denklemi, Atangana-Baleanu Kesirli Diferansiyel Problemi, Laplace Dönüşüm Metodu.

ABSTRACT

In this work, fractional derivative and fractional integral concepts which play an important role in many disciplines such as engineering, geology and seismology were examined in recently. The definitions of fractional derivatives of Caputo, Riemann-Liouville, Grunwald-Letnikov, Marchaud, Weyl, Riesz, Caputo-Fabrizio were given. Many different methods have been developed for analytical and approximate solutions of these fractional equations. The most commonly used methods for analytical solutions; Laplace method, Fourier transform method and Fourier serial solution methods. Then the physical meaning of these derivatives began to come to the fore plan. For this purpose, the underground water pollution equation, the Caputo-Fabrizio fractional derivative equation established by Atangana-Alqahtani, was investigated. Later, Atangana-Baleanu, which gave a different dimension to fractional derivatives and integrals, using Caputo and Riemann-Liouville fractional derivative, formed the Atangana-Baleanu derivative with help of Mittag-Leffler function. The definition of this newly defined Atangana-Baleanu derivative and the Laplace transform were performed. The analytical solution of Atangana-Baleanu fractional differential equation, which is defined by Caputo derivative depending on initial-boundary value conditions, was performed by using Laplace method.

Key Words: Caputo Fractional Differential Equation, Atangana-Baleanu Fractional Differential Problem, Laplace Transform Method.

1. GİRİŞ

Tamsayı mertebesinde İntegrallenebilme ve türevlenebilme kavramını temel matematik konusunda bilgi sahibi olan herkes bilir. Ancak, tamsayı olmayan ve rasyonel sayı olan $\frac{1}{2}$ mertebeden gibi bir

¹ Harran Üniversitesi, mmodanli@harran.edu.tr

sayı için bir fonksiyonunun integral veya türevini bulmak için nasıl bir operatör tanımlanabilir? sorusu ilk olarak 30 Eylül 1695 tarihinde gündeme getirildi. O gün, L'Hospital, Leibniz'e yazdığı bir mektupta, "merak ediyorum $n = \frac{1}{2}$ ise bir fonksiyonun türevi veya integrali ne olacak" diye sordu. Leibniz; bir gün faydalı sonuçların çıkarılacağı, belirgin bir uygulamasının olacağını söyledi. Bu benzeri görülmemiş tartışmayı takiben, kesirli matematiğin hesabı konusu, birçoğu doğrudan veya dolaylı olarak katkıda bulunan diğer büyük matematikçilerin dikkatini çekti. Bunlara; Euler, Laplace, Fourier, Lacroix, Abel, Riemann, Liouville dahildir. 1819'da Lacroix, kesirli bir türevden bahseden makaleyi yayınlayan ilk matematikçi oldu.

$y = x^m$ denkleminde m pozitif bir tam sayı olmak üzere, Lacroix n . türevini $m \geq n$ olmak şartıyla

$$\frac{d^n y}{dx^n} = \frac{\Gamma(m+1)}{\Gamma(m-n+1)} x^{m-n}$$

olarak tanımladı. Sonunda $m = 1$ ve $n = \frac{1}{2}$ alarak,

$$\frac{d^{1/2} y}{dx^{1/2}} = \frac{2\sqrt{x}}{\sqrt{\pi}}$$

olduğunu gösterdi. Kesirli analiz kavramına diğer bazı yaklaşımlar Caputo tarafından önerilen ve geliştirilmiş fonksiyonların temeline dayalı yaklaşımlara uygulanan problemlerin ve problemlerin analitik çözümleri ve formülasyonları için olası faydalarından dolayı dikkatte değer görüldü. Kesirli türevler ve integraller teorisinin geliştirilmesi ve uygulamalı matematikteki uygulamaları için Riemann-Liouville tipinde kesirli türevinin tanımı önemli rol oynamıştır.

Ne yazık ki, Riemann-Liouville kesirli türevi $t = a$ alt sınır değerlerini içeren başlangıç koşullarından dolayı problemlere yol açar. Çünkü bu türler için bilinen bir fiziksel yorum yoktur. Fakat Caputo kesirli türevinin temel avantajı diferansiyel denklemlerin başlangıç koşulları Caputo türevlerinin tamsayı mertebeli diferansiyel denklemleri ile aynı şekilde ele alınmasının $t = a$ alt sınırdaki bilinmeyen fonksiyonların limit değerlerini içermesidir.

Riemann-Liouville tanımı ve Caputo tanımı arasındaki bir başka fark bir sabitin Caputo türevinin 0 olmasıdır. Oysa alt ucun bir sonlu değeri durumunda bir c sabitinin Riemann-Liouville kesirli türevi 0 değildir.

Tanım 1.1 Zamana bağlı α ıncı dereceden $D_t^\alpha u(t, x)$ Caputo kesirli türevi $n - 1 < \alpha < n$ için

$$D_t^\alpha u(t, x) = \frac{\partial^\alpha u(t, x)}{\partial t^\alpha} = \frac{1}{\Gamma(n-\alpha)} \int_0^t \frac{1}{(t-p)^{\alpha-n+1}} \frac{\partial^\alpha u(p, x)}{\partial p^\alpha} dp \quad (1)$$

ve $\alpha = n \in N$ için

$$D_t^\alpha u(t, x) = \frac{\partial^\alpha u(t, x)}{\partial t^\alpha} = \frac{\partial^n u(t, x)}{\partial t^n}$$

olarak tanımlanır.

Yakın zamanda Atangana ve Baleanu kesirli türev kavramına Mittag-Leffler fonksiyonunu kullanarak yeni bir tanım geliştirdi. Caputo ve Riemann-Liouville kesirli türevlerine bağlı olarak Atangana-Baleanu kesirli türevi ve integrali günümüzde matematiksel modelleme konusunda önemli rol oynamıştır.

Tanım 1.2 $f \in H^1(a, b)$, $b > a$ ve $\sigma \in [0, 1]$ olsun. Bu durumda Caputo türevine bağlı Atangana-Baleanu yeni kesirli türevi

$${}^{ABC}D_t^\alpha(f(t)) = \frac{B(\alpha)}{1-\alpha} \int_a^t f'(x) E_\alpha[-\alpha \frac{(t-x)^\alpha}{1-\alpha}] dx \quad (2)$$

olarak tanımlanır. Burada,

$$E_\alpha \left[-\alpha \frac{(t-x)^\alpha}{1-\alpha} \right] = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-\alpha \frac{(t-x)^\alpha}{1-\alpha})^k}{\Gamma(\alpha k + 1)}$$

Mittag-Leffler fonksiyonu ve $B(\alpha) = 1 - \alpha + \frac{\alpha}{\Gamma(\alpha)}$ dir.

Kesirli kısmi diferansiyel denklemlerin nümerik çözümleri için birçok metot mevcuttur. Bu metotlar; Adomin's decomposition metodu, variational iteration metodu, homotopy metodu, spectral metodu olarak bilinir [1-6]. Kısmi diferansiyel denklemler birçok bilim dalında uygulama alanına sahiptir. Bu alanlardan bazıları sıvı akışkanları, elastik teorisi, fizik, termodinamik ve hidrodinamiktir. Kesirli diferansiyel denklemler mühendislik, finans, fizik ve sismoloji gibi bilim dallarında pek çok uygulamalara sahiptir [7-9]. [10] da zamana bağlı kesirli diferansiyel difüzyon denklemin yaklaşık çözümü theta metodu yardımıyla hesaplandı. [11] de sonlu fark ve iterasyon metotlarını kullanarak $\alpha = 1/2$ için kesirli hiperbolik kısmi diferansiyel denkleminin Neumann koşuluna bağlı yaklaşık çözümü çalışıldı. İkinci mertebeden kısmi diferansiyel denklemlerin nümerik çözümleri sonlu fark şeması ve reproducing kernel metotlarıyla yapıldı [12]. Son olarak, Modanlı ve Akgül kesirli telegraf diferansiyel denklemlerin yaklaşık çözümlerini hesaplamak için Theta metodunu kullandı [13].

Bu çalışmada, Caputo kesirli türeviyle tanımlı Atangana-Baleanu(AB) diferansiyel denklemi

$$\begin{cases} {}^{ABC}D_t^\alpha(u(t, x)) = \frac{\partial^2 u(t, x)}{\partial x^2} + \frac{\partial u(t, x)}{\partial x} + f(t, x), \\ 0 < t < T, 0 < x < L, 0 < \alpha \leq 1, \\ u(0, x) = \varphi(x), 0 \leq x \leq L, \\ u(t, 0) = u(t, L) = 0, 0 \leq t \leq T \end{cases} \quad (3)$$

başlangıç sınır değer koşullarıyla beraber incelendi. 2018 yılında AB türevi kullanılarak enfeksiyon hastalıkları için birkaç matematik model geliştirildi. [14] de AB türeviyle tanımlı Ebola virüsü modeli verildi. [15-16] da lokal ve lokal olmayan sigara içenlerin modeli dinamikleri için bir kesirli türev modeli ve Enfekte hücrelerde bir kesirli mertebeden HBV modeli önerildi.

Gelecek bölümde (1) denkleminin tam çözümü için Laplace metodu verilecek. Bu metot kullanılarak bu modeldeki denklemlerin çözümleri elde edilecek.

2. ATANGANA-BALEANU KESİRLİ TÜREVİ İÇİN LAPLACE METODU

Caputo kesirli bağlamında tanımlı Atangana-Baleanu türevi için Laplace dönüşümü

$$\mathcal{L}[{}^{ABC}D_t^\alpha(u(t, x))] = \frac{B(\alpha) s^\alpha u(s, x) - s^{\alpha-1} u(0, x)}{1-\alpha} \quad (4)$$

Olarak verilir.(4) denklemindeki Laplace dönüşümü (3) denkleminde uygulanırsa

$$\frac{B(\alpha) s^\alpha u(s, x) - s^{\alpha-1} u(0, x)}{1-\alpha} = \frac{\partial^2 u(s, x)}{\partial x^2} + \frac{\partial u(s, x)}{\partial x} + F(s, x)$$

denklemini elde edilir. Bu son lineer denklem çözülüp başlangıç değer şartları ve ters Laplace dönüşümü uygulanırsa bu denklemin tam çözümü elde edilir. (3) denkleminin uygulaması için örnek denklemler 3. bölümde verilecektir.

3. ATANGANA-BALEANU KESİRLİ TÜREVİNİ İÇEREN DİFERANSİYEL DENKLEMLERİN LAPLACE METODUYLA ÇÖZÜMÜ

Örnek 3.1 Caputo bağlamında Atangana-Baleanu türeviyle tanımlı

$$\begin{cases} {}^{ABC}D_t^\alpha(u(t, x)) = \frac{\partial^2 u(t, x)}{\partial x^2} + \frac{\partial u(t, x)}{\partial x} + t^2 \sin x, \\ - \left(\frac{(1-\alpha)}{B(\alpha)} t^2 + \frac{2\alpha}{B(\alpha)\Gamma(\alpha+3)} t^{2+\alpha} \right) (\sin x + \cos x) \\ 0 < t < 1, 0 < x < \pi, 0 < \alpha \leq 1, \\ u(0, x) = 0, 0 \leq x \leq \pi, \\ u(t, 0) = u(t, L) = 0, 0 \leq t \leq 1 \end{cases} \quad (5)$$

kesirli diferansiyel denkleminin tam çözümünü Laplace transform metodunu kullanarak bulunuz.

Çözüm: (4) formülü kullanılarak (5) denkleminin Laplace dönüşümü alınır,

$$\frac{B(\alpha) s^\alpha u(s, x) - s^{\alpha-1} u(0, x)}{1-\alpha} = \frac{\partial^2 u(s, x)}{\partial x^2} + \frac{\partial u(s, x)}{\partial x} + \frac{2}{s^3} \sin x + \left(\frac{2(1-\alpha)}{s^3 B(\alpha)} + \frac{2\alpha}{B(\alpha) s^{3+\alpha}} \right) (\sin x - \cos x)$$

denklemleri elde edilir. Bu son denklemde (5) denklemindeki başlangıç değerler şartları kullanılıp yeniden yazılırsa

$$\begin{aligned} & - \frac{\partial^2 u(s, x)}{\partial x^2} - \frac{\partial u(s, x)}{\partial x} + \frac{s^\alpha B(\alpha)}{s^\alpha(1-\alpha) + \alpha} u(s, x) \\ & = \frac{2}{s^3} \sin x + \left(\frac{2(1-\alpha)}{s^3 B(\alpha)} + \frac{2\alpha}{B(\alpha) s^{3+\alpha}} \right) (\sin x - \cos x) \end{aligned} \quad (6)$$

lineer ikinci mertebeden kesirli denklemi bulunur. Şimdi (6) denkleminin homojen ve homojen olmayan çözümlerini

$$u(s, x) = u^h(s, x) + u^p(s, x) \quad (7)$$

olarak ayrı ayrı bulalım. $K = \frac{s^\alpha B(\alpha)}{s^\alpha(1-\alpha) + \alpha}$ olmak üzere,

$$- \frac{\partial^2 u(s, x)}{\partial x^2} - \frac{\partial u(s, x)}{\partial x} + K u(s, x) = 0 \quad (8)$$

yazılır. Bu son homojen denklem çözümlerse,

$$u^h(s, x) = e^{-\frac{1}{2}x} (c_1 e^{-\sqrt{K+\frac{1}{4}}x} + c_2 e^{\sqrt{K+\frac{1}{4}}x}) \quad (9)$$

olarak elde edilir. (6) denkleminin homojen olmayan kısmının çözümü

$$u^p(s, x) = A \cos x + B \sin x$$

olarak alınıp türevleriyle beraber (6) denkleminde yazılıp çözümlerse

$$A = 0, B = \frac{2(1-\alpha)}{s^3 B(\alpha)} + \frac{2\alpha}{B(\alpha) s^{3+\alpha}}$$

olarak bulunur. Böylece,

$$u^p(s, x) = \left(\frac{2(1-\alpha)}{s^3 B(\alpha)} + \frac{2\alpha}{B(\alpha) s^{3+\alpha}} \right) \sin x \quad (10)$$

olur. (9) ve (10) denklemlerinden

$$u(s, x) = e^{-\frac{1}{2}x} (c_1 e^{-\sqrt{K+\frac{1}{4}}x} + c_2 e^{\sqrt{K+\frac{1}{4}}x}) + \left(\frac{2(1-a)}{s^3 B(a)} + \frac{2a}{B(a)} \frac{1}{s^{3+a}} \right) \sin x \quad (11)$$

bulunur. (5) denklemindeki sınır değerleri kullanılırsa, $c_1 = c_2 = 0$ elde edilir. Buradan da

$$u(s, x) = \left(\frac{2(1-a)}{s^3 B(a)} + \frac{2a}{B(a)} \frac{1}{s^{3+a}} \right) \sin x$$

olup ters Laplace dönüşümü alınır,

$$u(t, x) = \left(\frac{(1-a)}{B(a)} t^2 + \frac{2a}{B(a)(\Gamma(\alpha+3))} t^{2+\alpha} \right) \sin x$$

tam çözümü bulunur.

4. SONUÇ

Bu çalışmanın ilk kısmında kesirli türev kavramının ortaya çıkışı verildi. Daha sonra bu türevin gelişim basamaklarından bahsedildi. Bu basamaklardan Caputo kesirli türevinin tanımı yapıldı. Yakın zamanda, Caputo türevinin tanımına bağlı olarak Atangana-Baleanu (AB) türevinin tanımı verildi. Atangana-Baleanu (AB) türevinin oluşturduğu diferansiyel denklemler ve bu diferansiyel denklemlerin diğer bilimlerdeki öneminden söz edildi. Bu denklemlerin Laplace dönüşümünün ifadesi verildi. Laplace dönüşümü kullanılarak Atangana-Baleanu-Caputo hiperbolik kesirli diferansiyel denkleminin tam çözümü yapıldı. İleride Atangana-Baleanu türevini içeren diğer lineer ve lineer olmayan diferansiyel denklemlerin başlangıç-sınır değer problemlerin çözümleri için farklı metotlar geliştirilebilir.

REFERANSLAR

- 1) Ravichandran, C., Jothimani, K., Baskonus, H. M. ve Valliammal, N. 2018. New results on non densely characterized integro differential equations with fractional order: European Physical Journal Plus, 133(109), 1-10.
- 2) Sulaiman, T.A., Baskonus, H.M. ve Bulut, H. 2018. Optical solitons and other solutions to the conformable space-time fractional complex Ginzburg-Landau Equation under the Kerrlaw nonlinearity: Pramana-Journal of Physic, 91(58), 1-8
- 3) Esen, A., Sulaiman, T.A., Bulut, H. ve Baskonus, H.M. 2018. Optical solitons to the space-time fractional (1+1)-dimensional coupled nonlinear Schrödinger equation, Optik: International Journal for Light and Electron Optics, 167, 150-156
- 4) Baskonus, H.M., Mekkaoui, T., Hammouch, Z. ve Bulut, H. 2015. Active Control of a Chaotic Fractional Order Economic System: Entropy, 17(8), 5771-5783
- 5) Subashini, R., Ravichandran, C., Jothimani, K. ve Baskonus, H.M. 2018. Existence results of Hilfer integro-differential equations with fractional order: Discrete and Continuous Dynamical Systems, Accepted
- 6) Bulut, H., Kumar, D., Singh, J., Swroop, R. ve Baskonus, H.M. 2018. Analytic study for a fractional model of HIV infection of CD4+TCD4+T lymphocyte cells: Mathematics in Natural Science, 2(1), 33-43
- 7) Celik, C. and Duman M. 2012. Crank-Nicholson method for the fractional equation with the Riesz fractional derivative: Journal of computational physics, 231:1743-1750.
- 8) Gorial, I. 2011. Numerical methods for fractional reaction-dispersion equation with Riesz space fractional derivative: Eng. And Tech. Journal, 29:709-715.
- 9) Jafari, H. And Gejii, V. D. 2006. Solving linear and nonlinear fractional diffusion and wave equations by a domain decomposition: Appl. Math. and Comput., 180:488-497

- 10) Aslefallah, M., Davood, R. ve Khadijeh H. 2014. Solving time-fractional differential diffusion equation by theta-method: Int. J. of Adv. inAply. Math. and Mech 2. 1 (2014): 1-8
- 11) Ashyralyev, A. ve Dal, F. 2012. Finite difference and iteration methods for fractional hyperbolic partial differential equations with the Neumann condition: Discrete Dynamics in Nature and Society
- 12) Modanli, M. ve Akgül, A. 2018. On solutions to the second- order partial differential equations by two accurate methods: Numerical Methods for Partial Differential Equations, 34(5), 1678-1692
- 13) Modanli, M, ve Akgül, A. 2017. Numerical solution of fractional telegraph differential equations by theta-method: The European Physical Journal Special Topics, 226.16-18 (2017): 3693-3703
- 14) M.A. Taneco-Hernandez, R.F. Escobar-Jimenez, V.H. Olivares-Peregrino, V.F. Morales-Delgado, J.F. Gomez-Aguilar, J. Nonlinear Sci. Appl. **11**, 994 (2018).
- 15) S.M. Salman, A.M. Yousef, J. Egypt. Math. Soc. **25**, 445 (2017).

KESİRLİ TELEGRAF KISMİ DİFERANSİYEL DENKLEMLERİN DUFORT-FRANKEL FARK METODUYLA YAKLAŞIK ÇÖZÜMÜ
DUFORT-FRANKEL DIFFERENCE METHOD FOR TELEGRAPH FRACTIONAL PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS

Dr. Öğr. Üyesi Mahmut MODANLI¹

ÖZET

Bu çalışmada lokal olmayan başlangıç-sınır değer koşullarına bağlı kesirli Telegraf denklemi incelendi. Bu denklemin lokal olmayan başlangıç değer koşullarına bağlı nümerik ve analitik çözümleri verildi. Caputo kesirli türeviyle tanımlanan kesirli telegraf kısmi diferansiyel denklemin yaklaşık çözümü için Dufort-Frankel fark şeması Metodu kuruldu. Kesirli diferansiyel denklemlerin yaklaşık çözümlerini bulmak için farklı metotlar vardır. Bu metotlar; Theta metodu, Crank-Nicholson sonlu fark metodu, explicit-implicit fark şeması metodu, Adomin's decomposition metodu, variational iteration metodu, homotopy perturbation metodu, spectral method, Laplace transform collocation ve Dufort-Frankel fark şeması gibi metotlardır. Bu denklemin tam çözümünü bulmak çözmek için Laplace dönüşüm metodu kullanıldı. Dufort-Frankel fark şeması metodu kullanılarak elde edilen nümerik sonuçlar tam çözüm ile karşılaştırılarak hata analizi yapıldı. Hata analizi tablosunda metodun bu denklemin yaklaşık çözümü için uygun ve elverişli olduğu görüldü.

Anahtar Kelimeler: Kesirli Telegraf Diferansiyel Denklemi, Lokal Olmayan Başlangıç Değer Problemi, Dufort-Frankel fark şeması Metodu.

ABSTRACT

In this paper, the nonlocal initial boundray value problem for Telegraph fractional partial differential equation is investigated. The numerical and analytic solutions of the Telegraph fractional partial differential equations with the nonlocal initial condition are presented. Dufort-Frankel Method is constructed for solving this partial differential equation with Caputo fractional derivative. Different several methods are used to solve Telegraph fractional differential equations. These methods, such as Crank-Nicholson method, Implicit-Explicit Finite difference method, Adomin's decomposition method, variational iteration method, homotopy perturbation method, spectral method, Laplace Transform Collocation method and Dufort-Frankel Method. For the analytical solution of this equation, Laplace transform method is used. Obtained numerical results by Dufort-Frankel Method are discussed by comparing with the exact solutions. From the approximations, error analysis table is constructes. Thus, this method is effective and suitable for Telegraph fractional partial differential equations.

Key Words: Fractional Telegraph Partial Differential Equation, Nonlocal Initial Value Problem, Dufort-Frankel Difference Method.

1.GİRİŞ

Kesirli diferansiyel denklemler mühendislik, fizik, finans, biyoloji ve sismoloji gibi pek çok bilim dalında önemli uygulamalara sahiptir [1-4]. Bu tip diferansiyel denklemler zaman ve uzay değişkenlerine göre çözülebilen denklemlerdir. Bu kesirli diferansiyel denklemlerin nümerik çözümleri için birçok metot geliştirilmiştir. Uzaya değişkenine bağlı kesirli ısı denkleminin yaklaşık çözümü fark şeması metoduyla yapıldı [5]. [6] da zaman değişkenine bağlı adveksiyon dispersion denklemi çalışıldı. Kesirli diferansiyel denklemler; diferansiyel dönüşüm metodu, eksponsiyel fonksiyon metodu, variational iterasyon metodu, homotopi metodu ve sonlu fark metodu dahil olmak üzere bir çok farklı metotla çözülür [7-9]. Bu metotlar daha çok Caputo türevleriyle tanımlı

¹ Harran Üniversitesi, mmodanli@harran.edu.tr

kesirli diferansiyel denklemlerde kullanılır. Son zamanlarda Caputo türeviyle tanımlanan kesirli telegraf denklemler önem kazanmakta olup pek çok farklı metot uygulanmaya başlanmıştır. Dufort-Frankel fark metodu sonlu fark metotlarından olup literatürde önemli bir yere sahiptir [11].

Bu çalışmada Caputo türeviyle tanımlı kesirli telegraf lokal olmayan başlangıç-sınır değer problemi

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial t^2} + \frac{\partial^\alpha u(t,x)}{\partial t^\alpha} - \frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial x^2} + u(t,x) = f(t,x), \\ 0 < x < L, \quad 0 < t < L, \quad 0 < \alpha < 1, \\ u(0,x) = \lambda u(T,x) + h(x), \\ \frac{\partial u(0,x)}{\partial t} = \mu \frac{\partial u(T,x)}{\partial t} + g(x), \quad 0 \leq t \leq T, \\ u(t,0) = u(t,L) = 0, \quad 0 \leq x \leq L \end{cases} \quad (1)$$

incelendi. Bu denklem için Dufort-Frankel fark şeması oluşturulup bu fark şeması için kararlılık kestirimleri verildi.

2. DUFORT-FRANKEL FARK ŞEMASININ OLUŞTURULMASI VE KARARLILIĞI

α ıncı mertebeden Caputo türevi

$$D_t^\alpha u(t,x) = \frac{\partial^\alpha u(t,x)}{\partial t^\alpha} = \frac{1}{\Gamma(n-\alpha)} \int_0^t \frac{1}{(t-p)^{\alpha-n+1}} \frac{\partial^\alpha u(p,x)}{\partial p^\alpha} dp, \quad n-1 < \alpha < n \quad (2)$$

olarak tanımlanır. (2) denklemini için birinci mertebeden fark şeması

$$D_t^\alpha u(t_k, x_n) = D_t^\alpha u_n^k = \frac{\tau^{-\alpha}}{\Gamma(2-\alpha)} \sum_{j=0}^k w_j^\alpha (u_n^{k+1} - u_n^k) \quad (3)$$

şeklinde yazılır. Burada $w_j^\alpha = (j)^{1-\alpha} - (j-1)^{1-\alpha}$ dır. x' e göre Taylor açılımı kullanılıp küçük terimler ihmal edilirse,

$$u_{xx}(t_k, x_n) = \frac{u_{n+1}^k - (u_n^{k+1} + u_n^{k-1}) + u_{n-1}^k}{h^2}, \quad (4)$$

$$u_{tt}(t_k, x_n) = \frac{u_n^{k+1} - 2u_n^k + u_n^{k-1}}{\tau^2} \quad (5)$$

birinci mertebeden fark şeması elde edilir. (3), (4) ve (5) formülleri ve lokal olmayan başlangıç-sınır değerleri kullanılırsa (1) denklemini için birinci mertebeden fark şeması

$$\begin{cases} \frac{u_n^{k+1} - 2u_n^k + u_n^{k-1}}{\tau^2} + \frac{\tau^{-\alpha}}{\Gamma(2-\alpha)} \sum_{j=0}^k w_j^\alpha (u_n^{k+1} - u_n^k) \\ - \frac{u_{n+1}^k - (u_n^{k+1} + u_n^{k-1}) + u_{n-1}^k}{h^2} + u_n^k = f_n^k, \\ 1 \leq k \leq N-1, \quad 1 \leq n \leq M-1, \\ u_n^0 = \lambda u_n^N + h(x_n), \quad \frac{u_n^1 - u_n^0}{\tau} = \mu \frac{u_n^N - u_n^0}{\tau} + g(x_n), \quad 0 \leq n \leq M, \\ u_0^k = u_M^k = 0, \quad 0 \leq k \leq N, \end{cases} \quad (6)$$

elde edilir.

(6) denkleminin kararlılığı [12] referansından geniş olarak verilmiştir. Dufort-Frankel fark şemasının kararlı olması bu metodun kesirli telegraf diferansiyel denklemin lokal olmayan başlangıç değer koşullarına bağlı nümerik çözümüne elverişli ve uygun olduğunu ifade eder. Dufort-Frankel metodun bu probleme uygulamasını bundan sonraki bölümde verilecektir.

3. NUMERİK SONUÇLAR

Örnek 1: Lokal olmayan başlangıç değer koşullarına bağlı kesirli telegraf denklemini

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial t^2} + \frac{\partial^\alpha u(t,x)}{\partial t^\alpha} - \frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial x^2} + u(t,x) = f(t,x), \\ f(t,x) = \sin x \left(4t + 2(t^3 + 1) + 6 \frac{t^3 - \alpha}{\Gamma(4-\alpha)} \right), \\ 0 < x < \pi, \quad 0 < t < 1, \quad 0 < \alpha < 1, \\ u(0,x) = \frac{1}{2} u(1,x) + \frac{1}{2} \sin x, \\ \frac{\partial u(0,x)}{\partial t} = \frac{1}{3} \frac{\partial u(1,x)}{\partial t} - \frac{3}{5} \sin x, \quad 0 \leq t \leq 1, \\ u(t,0) = u(t,L) = 0, \quad 0 \leq x \leq \pi \end{cases} \quad (7)$$

inceleyelim. Laplace metodu kullanılarak bu denklemin tam çözümünün

$$u(t,x) = (t^3 - t + 1) \sin x$$

olduğu kolaylıkla görülebilir. Bu denklemin Dufort-Frankel metoduyla nümerik çözümü bulmak için Modifiye Gauss Eliminasyon metodunun prosedürü kullanılır. (7) denklemin nümerik çözümü için

$$Error\ Analizi = \max |u(t,x) - u(t_k, x_n)|, \quad (0 \leq n \leq M, 0 \leq k \leq N)$$

maksimum normu kullanılır. Burada $u(t,x)$ (7) denkleminin tam çözümü, $u(t_k, x_n)$ de yaklaşık çözümdür. (7) örneğinin hata analizi α 'nın farklı değerleri için hesaplanıp nümerik sonuçlar aşağıdaki hata analizi tablosunda verilmiştir.

$\tau=(1/N), h=(\pi/M)(h=(1/M))$	α	Maksimum Hata	CPU time(zaman)
N=100, M=10	0.1	0.0037	0.058788
	0.5	0.0039	0.058378
	0.9	0.0023	0.060307
N=225, M=15	0.1	0.0016	0.209456
	0.5	0.0019	0.211921
	0.9	0.0011	0.210560
N=400; M=20	0.1	9.0086×10^{-4}	0.842888
	0.5	0.0011	0.833370
	0.9	6.5204×10^{-4}	0.828719

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada Dufort-Frankel fark şeması kullanılarak α ıncı mertebeden kesirli telegraf denkleminin yaklaşık çözümü elde edildi. Matlab programı yardımıyla tam çözüm ile yaklaşık çözüm karşılaştırılarak hata analizi yapıldı. Hata analizi tablosundan metodun bu problem için uygun ve güzel sonuçlar verdiği görüldü. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda bu metodun diğer kesirli denklemlerin nümerik çözümleri için kullanılabileceğini gösterir.

REFERANSLAR

- 1) Celik, C., Duman, M.: Crank-Nicholson method for the fractional equation with the Riesz fractional derivative, Journal of computational physics, 231, 1743-1750 (2012).
- 2) Gorial, I. I.: Numerical methods for fractional reaction-dispersion equation with Riesz space fractional derivative, Eng. and Tech. Journal, 29, 709-715 (2011).
- 3) Jafari, H., Gejii, V. D.: Solving linear and nonlinear fractional diffusion and wave equations by adomian decomposition, Appl. Math. and Comput., 180,488-497 (2006).

- 4) Ahmed, E., El-Sayed, A., El-Saka, H.: Equilibrium points, stability and numerical solutions of fractional-order predator-prey and rabies models. *J Math Anal Appl* 325, 542--53 (2007).
- 5) Su, L., Wang, W., Yang, Z.: Finite difference approximations for the fractional advection-diffusion equation, *Physics Letters A.*, 373, 4405-4408 (2009).
- 6) Karatay, I., Bayramoglu, S. R., Sahin, A.: Implicit difference approximation for the time fractional heat equation with the nonlocal condition, *Applied Numerical Mathematics*, 61,1281-1288 (2011).
- 7) Zheng, B.: Exp-Function Method for Solving Fractional Partial Differential Equations, Hindawi Publishing Corporation, *The Scientific-World Journal*, 1-8 (2013)
- 8) Wu, G.C., Lee, E.W.M.: Fractional Variational Iteration Method and its Application, *Phys. Lett. A.* 2010, 374, 2506-2509 (2010).
- 9) Abdulaziz, O., Hashim, I., Momani, S.: Application of homotopy-perturbation method to fractional IVPs, *J. Comput. Appl. Math.*, 2008, 216, 574-584 (2008).
- 10) Modanli, M., Akgul, Ali.: Numerical solution of fractional telegraph differential equations by theta-method, *The European Physical Journal Special Topics*, 16(18), 3693-3703 (2017).
- 11) Liang, Z., Yan, Y., Cai, G.: A Dufort-Frankel Difference Scheme for Two-Dimensional Sine-Gordon Equation, *Discrete Dynamics in Nature and Society*, Vol. 2014, 1-23 (2014).

BAGLEY-TORVİK HİPERBOLİK KESİRLİ DİFERANSİYEL DENKLEMİN LAPLACE COLLOCATION METODUYLA YAKLAŞIK ÇÖZÜMÜ**Dr.Öğr. Üyesi Mahmut MODANLI¹****ÖZET**

Bu çalışmada başlangıç-sınır değer koşullarına bağlı Bagley-Torvik hiperbolik kesirli kısmi diferansiyel denklemi incelendi. Bu denklemin başlangıç değer koşullarına bağlı nümerik ve analitik çözümleri verildi. Caputo kesirli türeviyle tanımlı olan Bagley-Torvik hiperbolik kesirli kısmi diferansiyel denklemin yaklaşık çözümü için Laplace Transform Collocation Metodu kuruldu. Kesirli diferansiyel denklemler, kesirli kısmi diferansiyel denklemler, kesirli integral diferansiyel denklemleri ve kesirli diferansiyel denklemleri içeren dinamik sistemleri denklemlerini çözmek için farklı metotlar vardır. Bu metotlar; sonlu fark metodu, Adomin'sdecomposition metodu, variational iteration metodu, homotopy perturbation metodu, spectral method ve Laplace transform collocation gibi metotlardır. Bu denklemin tam çözümünü bulmak çözmek için Laplace transform metodu kullanıldı. Laplace transform collocation metodu kullanılarak elde edilen nümerik sonuçlar tam çözüm ile karşılaştırılarak hata analizi yapıldı. Polinomal fonksiyonlar şeklindeki çözüme sahip diferansiyel denklemlerde tam çözüm ile yaklaşık çözüm aynı iken üstel ve trigonometrik şeklinde çözümlere sahip denklemlerde bu metot tam çözüme yaklaşık olarak hesaplanır.

Anahtar Kelimeler: Bagley-Torvik Hiperbolik Kesirli Diferansiyel Denklemi, Başlangıç Değer Problemi, Laplace Transform Collocation Metodu.

ABSTRACT

In this study, the following initial-boundray value problem for Bagley-Torvik hyperbolic fractional partial differential equation is investigated. The numerical and analytic solutions of the Bagley-Torvik hyperbolic fractional partial differential equations with the initial condition are presented. Laplace Transform Collocation Method is constructed for solving this partial differential equation with Caputo fractional derivative. Different several methods are used to solve fractional differential equations, fractional partial differential equations, fractional integro-differential equations and Dynamic system containing fractional derivatives, such as finite difference method, Adomin's decomposition method, variational iteration method, homotopy perturbation method, spectral method and Laplace Transform Collocation. For the analytical solution of this equation is used the Laplace transform method. Using the Laplace Transform Collocation obtained numerical results are discussed by comparing with the exact solutions. The solution of polynomial functions with this method corresponds to the analytical solution, but the solution of exponential or logarithmic functions by this method only gives the approximate solution.

KeyWords: Bagley-Torvik Hyperbolic Fractional Differential Equation, Initial Value Problem, Laplace Transform Collocation Method.

1.GİRİŞ

Hem sabit hem de değişken katsayılara sahip kısmi diferansiyel denklemler (PDE'ler) uygulamalı bilimler ve mühendisliğin birçok dalında ortaya çıkar. Örneğin bu bilimler, eletro-manyetik, elektro-dinamikler, termo-dinamikler, hidro- dinamikler, akışkanlar dinamiği, dalga yayılımı ve malzeme bilimi gibi bilimlerdir [1-3]. Kesirli diferansiyel denklemlerin mühendislik, finans, fizik ve sismolojide çeşitli uygulamaları vardır. Yakın geçmişte, kesirli analiz ve kesirli diferansiyel denklemler alanında kayda değer çalışmalar yapılmıştır. Bu tipteki denklemlerin tam ve yaklaşık

¹ Harran Üniversitesi, mmodanli@harran.edu.tr

çözümleri için birçok metot geliştirilmiştir. Tam çözümler için daha çok Laplace transform, Fourier transform ve Fourier serisi çözüm metotları kullanılmıştır. Bununla beraber kesirli diferansiyel denklemlerin yaklaşık çözümlerine Spektral metot, Değişkenel iterasyon metodu, B-spline metodu, Tau metodu, Laplace Collocation metodu ve Sonlu fark metotları önemli ölçüde uygulanmıştır. Bu denklemlerden Bagley-Torvik hiperbolik kesirli denklemi pek çok yazar çalışmıştır [4-6].

Bu çalışmada, başlangıç-sınır değer koşullarına bağlı Bagley-Torvik hiperbolik kesirli denklemi

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial t^2} + \frac{\partial^{\frac{\alpha}{2}} u(t,x)}{\partial t^{\frac{\alpha}{2}}} - \frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial x^2} + u(t,x) = f(t,x), \\ 0 < x < L, \quad 0 < t < T, \quad 0 < \alpha \leq 1, \\ u(0,x) = r_1(x), \quad u_t(0,x) = r_2(x), \\ 0 \leq x \leq L, u(t,0) = u(t,L) = 0, \quad 0 \leq t \leq T, \end{cases} \quad (1)$$

incelenmiştir. Burada, f , r_1 ve r_2 tanımlanan bölgelerde bilinen sürekli fonksiyonlar ve u fonksiyonu bilinmeyen fonksiyondur.

Şimdi (1) problemi için kullanılan metodu verelim.

2. LAPLACE TRANSFORM COLLOCATION METHOD (LTCM)

Bu bölümde [12] çalışmasındaki prosedür kullanılarak Bagley-Torvik Hiperbolik Kesirli Diferansiyel Denkleminin nümerik çözümü için Laplace transform Collocation metodunu vereceğiz.

Bunun için (1) denkleminin her tarafının Laplace dönüşümü alınırsa,

$$\begin{aligned} s^2 u(s,x) - s u(0,x) - u_t(0,x) &= -\mathcal{L} \left\{ \frac{\partial^{\frac{\alpha}{2}} u(t,x)}{\partial t^{\frac{\alpha}{2}}} \right\} \\ + \mathcal{L} \left\{ \frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial x^2} \right\} &- \mathcal{L} \{ u(t,x) \} + \mathcal{L} \{ f(t,x) \} \end{aligned} \quad (2)$$

denklemi elde edilir. Buradan gerekli düzeltmeler yapıp (1) denklemindeki başlangıç değerleri kullanılırsa,

$$\begin{aligned} U(s,x) &= \frac{1}{s^2} \{ s r_1(x) + r_2(x) \} - \mathcal{L} \left\{ \frac{\partial^{\frac{\alpha}{2}} u(t,x)}{\partial t^{\frac{\alpha}{2}}} \right\} \\ + \mathcal{L} \left\{ \frac{\partial^2 u(t,x)}{\partial x^2} \right\} &- \mathcal{L} \{ u(t,x) \} + \mathcal{L} \{ f(t,x) \} \end{aligned} \quad (3)$$

denklemi bulunur. Laplace transform Collocation metodu için $u(t,x)$ fonksiyonunun açık formuyla tanımlanan

$$u = u_0 + \sum_{n=1}^k c_n u_n \quad (4)$$

formülünü kullanalım. Burada c_n (1) denklemindeki başlangıç değerlerinin kullanılmasıyla elde edilecek sabit katsayılardır. (4) denklemi (3) denkleminde uygulanırsa,

$$\begin{aligned}
U(s, x) = & \frac{1}{s^2} \left\{ s \left(u_0(0, x) + \sum_{n=1}^k c_n u_n(0, x) \right) + \frac{\partial}{\partial t} \left(u_0(0, x) + \sum_{n=1}^k c_n u_n(0, x) \right) \right. \\
& + \mathcal{L} \left\{ \frac{\partial}{\partial x^2} \left(u_0(t, x) + \sum_{n=1}^k c_n u_n(t, x) \right) \right\} \\
& - \mathcal{L} \left\{ \frac{\partial^{\frac{3}{2}} u(t, x)}{\partial t^{\frac{3}{2}}} \left(u_0(t, x) + \sum_{n=1}^k c_n u_n(t, x) \right) \right\} - (u_0(t, x) \\
& + \sum_{n=1}^k c_n u_n(t, x)) + \mathcal{L}\{f(t, x)\}
\end{aligned}$$

bulunur. Bu son denkleminin ters Laplace dönüşümü alınırsa,

$$\begin{aligned}
u_{n\text{new}}(t, x) = & \mathcal{L}^{-1} \left[\frac{1}{s^2} \left\{ s \left(u_0(0, x) + \sum_{n=1}^k c_n u_n(0, x) \right) + \frac{\partial}{\partial t} \left(u_0(0, x) + \sum_{n=1}^k c_n u_n(0, x) \right) \right. \right. \\
& \left. \left. + \mathcal{L} \left\{ \frac{\partial}{\partial x^2} \left(u_0(t, x) + \sum_{n=1}^k c_n u_n(t, x) \right) \right\} - \mathcal{L} \left\{ \frac{\partial^{\frac{3}{2}} u(t, x)}{\partial t^{\frac{3}{2}}} \left(u_0(t, x) + \sum_{n=1}^k c_n u_n(t, x) \right) \right\} - (u_0(t, x) + \right. \right. \\
& \left. \left. \sum_{n=1}^k c_n u_n(t, x)) + \mathcal{L}\{f(t, x)\} \right] \right. \\
& (5)
\end{aligned}$$

(5) denklemi (1) denklemi içinde kullanılırsa, $x = x_j$ noktasında yeni kolaksiyon denklemi

$$\frac{\partial^2 u_{n\text{new}}(t, x_j)}{\partial t^2} + \frac{\partial^{\frac{3}{2}} u_{n\text{new}}(t, x_j)}{\partial t^{\frac{3}{2}}} - \frac{\partial^2 u_{n\text{new}}(t, x_j)}{\partial x^2} + u_{n\text{new}}(t, x_j) = f(t, x_j) \quad (6)$$

olur. Burada $j = 1, 2, \dots, n$ için $x_j = \frac{L-0}{n+1} j$ dir.

Bu yeni fonksiyon için kalan terim

$$R_n(t, x) = L[u_n(t, x)] - f(t, x) \quad (7)$$

dır. Burada $u_n(t, x)$ yaklaşık çözümü, $u(t, x)$ tam çözümü gösterir. Buradan da

$$L[u_n(t, x)] = \frac{\partial^2 u_n(t, x)}{\partial t^2} + \frac{\partial^{\frac{3}{2}} u_n(t, x)}{\partial t^{\frac{3}{2}}} - \frac{\partial^2 u_n(t, x)}{\partial x^2} + u_n(t, x) \quad (8)$$

olarak yazılır. Böylece,

$$\frac{\partial^2 u_n(t, x)}{\partial t^2} + \frac{\partial^{\frac{3}{2}} u_n(t, x)}{\partial t^{\frac{3}{2}}} - \frac{\partial^2 u_n(t, x)}{\partial x^2} + u_n(t, x) = f + R_n \quad (9)$$

olur. L bir lineer operatör ve $e_n(t, x) = u(t, x) - u_n(t, x)$ alınarak,

$$\frac{\partial^2 e_n(t, x)}{\partial t^2} + \frac{\partial^{\frac{3}{2}} e_n(t, x)}{\partial t^{\frac{3}{2}}} - \frac{\partial^2 e_n(t, x)}{\partial x^2} + e_n(t, x) = R_n(t, x) \quad (10)$$

denklemi elde edilir. (1) denklemindeki başlangıç değer koşulları kullanılırsa, (10) denklemi için yeni başlangıç değer koşulları

$$e_n(0, x) = (e_n)_t(0, x) = 0 \quad (11)$$

$$e_n(t, 0) = e_n(t, L) = 0 \quad (12)$$

olarak bulunur. (10) denkleminin çözümünün yapılması ve (11) ile (12) başlangıç değerlerinin kullanılmasıyla $e_n(t, x)$ denklemi elde edilir. Bu da

$$u(t, x) = u_n(t, x) + e_n(t, x)$$

hesaplanması ile bir denklemin tam çözümü bilinmeden bile elde edeceğini gösterir.

3. NÜMERİK SONUÇLAR

Örnek 3.1 Aşağıdaki Bagley-Torvik Hiperbolik Kesirli Diferansiyel Denkleminin başlangıç değer koşullarına bağlı problemini

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 u(t, x)}{\partial t^2} + \frac{\partial^{\frac{5}{2}} u(t, x)}{\partial t^{\frac{5}{2}}} - \frac{\partial^2 u(t, x)}{\partial x^2} + u(t, x) = \left(2 + \frac{t^{\frac{2}{3}}}{\Gamma(\frac{5}{3})}\right) e^{-x}, \\ 0 < x < 1, \quad 0 < t < 1, \quad 0 < \alpha \leq 1, \\ u(0, x) = u_t(0, x) = 0, \quad 0 \leq x \leq 1, \\ u(t, 0) = t^2, \quad u(t, 1) = t^3 e^{-1}, \quad 0 \leq t \leq 1 \end{cases} \quad (13)$$

inceleyelim. Laplace dönüşüm metodu kullanılarak bu problemin tam çözümünün $u(t, x) = t^2 e^{-x}$ olduğu kolaylıkla görülebilir. Bu denklemin yaklaşık çözümü için

$$u(t, x) = c_1 x^2 (x - 1) t^2 + c_2 x (x - 1)^2 t^2 \quad (14)$$

formundaki açık fonksiyonunu alalım. (5) ve (14) denklemleri kullanılıp (13) denkleminin Laplace dönüşümü alınır

$$U(s, x) = \frac{1}{s^2} \left[\mathcal{L} \left\{ \frac{\partial^2 u(t, x)}{\partial x^2} \right\} - \mathcal{L} \left\{ \frac{\partial^{\frac{5}{2}} u(t, x)}{\partial t^{\frac{5}{2}}} \right\} - \mathcal{L} \{ u(t, x) \} + \mathcal{L} \left\{ \left(2 + \frac{t^{\frac{2}{3}}}{\Gamma(\frac{5}{3})}\right) e^{-x} \right\} \right]$$

denklemi elde edilir. Buradan da

$$\begin{cases} U(s, x) = \frac{2}{s^5} \left\{ c_1 (-x^3 + x^2 + 6x - 2) + c_2 (-x^3 + 2x^2 + 5x - 4) \right\} \\ - \frac{2}{s^{\frac{7}{2}}} \left\{ c_1 x^2 (x - 1) + c_2 x (x - 1)^2 \right\} + \left\{ \frac{2}{s^3} + \frac{2}{s^{\frac{7}{2}}} \right\} e^{-x} \end{cases} \quad (15)$$

bulunur. (15) denkleminin ters Laplace dönüşümü alınıp x in katsayılarına göre yazılırsa,

$$\begin{cases} u_{new}(t, x) = \left[\left(-\frac{t^4}{12} - \frac{2t^{\frac{5}{2}}}{\Gamma(\frac{7}{2})} \right) (c_1 + c_2) \right] x^3 + \left[\left(\frac{t^4}{12} + \frac{2t^{\frac{5}{2}}}{\Gamma(\frac{7}{2})} \right) (c_1 + 2c_2) \right] x^2 \\ + \left[\left(\frac{t^4}{4} \right) c_1 + \left(\frac{5t^4}{12} - \frac{2t^{\frac{5}{2}}}{\Gamma(\frac{7}{2})} \right) c_2 \right] x - \frac{t^4}{6} c_1 - \frac{t^4}{3} c_2 + \left[t^2 + \frac{2t^{\frac{5}{2}}}{\Gamma(\frac{7}{2})} \right] e^{-x} \end{cases} \quad (16)$$

(15) ve (13) denklemlerinden

$$R(t, x, c_1, c_2) = \frac{\partial^2 u_{new}(t, x)}{\partial t^2} + \frac{\partial^{\frac{5}{2}} u_{new}(t, x)}{\partial t^{\frac{5}{2}}} - \frac{\partial^2 u_{new}(t, x)}{\partial x^2} - u_{new}(t, x) + \left(2 + \frac{t^{\frac{2}{3}}}{\Gamma(\frac{5}{3})}\right) e^{-x} \quad (17)$$

kalan denklemi bulunur. Buradan da (17) denklemi

$$\begin{aligned} R(t, x, c_1, c_2) &= A(c_1 + c_2)x^3 - A(c_1 + 2c_2)x^2 + ((Bc_1 + Cc_2))x + De^{-x} \\ &+ E(c_1 + 2c_2) \end{aligned} \quad (18)$$

elde edilir. Burada,

$$A = \frac{t^4}{12} - 2t - t^2 - 2 \frac{t^{\frac{1}{2}}}{\Gamma(\frac{3}{2})}, \quad B = -\frac{3t^4}{4} + 3t^2 - 6 \frac{t^{\frac{5}{2}}}{\Gamma(\frac{7}{2})},$$

$$C = -\frac{11t^4}{12} - 2t + \frac{5t^2}{3} - 2 \frac{t^{\frac{1}{2}}}{\Gamma(\frac{3}{2})}, \quad D = 2 + 2t + 4 \frac{t^{\frac{1}{2}}}{\Gamma(\frac{3}{2})},$$

$$E = -\frac{t^4}{3} - 2t^2$$

dir.

(18) denkleminde $x = \frac{1}{2}$, $x = \frac{1}{3}$ ve $t = \frac{1}{2}$ alınıp denklem sıfıra eşitlendiğinde, $c_1 = 9.476423344822312$ ve $c_2 = 3.657643394007007$ olarak elde edilir.

Aşağıdaki Tablo 1. Laplace dönüşüm metoduyla elde edilen tam çözüm ile Laplace Transform Collocation metodu kullanılarak bulunan yaklaşık çözümlerin x ve t nin farklı değerleri için mutlak değerce farkı olup çözümün hata analizini verir.

Tablo 1.

x	t	Maxerror(u(exact)-u(LTCM))
0.1	0.1	0.006398066377870
0.01	0.01	5.1374×10^{-5}
0.001	0.001	8.5833×10^{-7}
0.002	0.0001	9.5659×10^{-9}
0.0001	0.00001	9.8641×10^{-10}

4.SONUÇ

Bu çalışmada, Laplace transform Collocation metodu Bagley-Torvik denkleminde uygulandı. Laplace metodu ile elde edilen bu denklemin tam çözümü ile Laplace transform Collocation metodu ile elde edilen yaklaşık çözümü ile karşılaştırıldı. Elde edilen sonuçlar hata analizi tablosunda verildi. Bulunan yaklaşık çözümün tam çözüme yakın olması bu metodu Bagley-Torvik kesirli diferansiyel denklemleri için uygun olduğu ve güzel sonuçlar verdiğini gösterir.

REFERANSLAR

- 1) Lamb, H. 1993. Hydrodynamics, Cambridge Mathematical Library: Cambridge University Press, Cambridge, UK, 6th edition
- 2) Hudson, J. A. 1980. The Excitation and Propagation of Elastic Waves: Cambridge Monographs on Mechanics and Applied Mathematics, Cambridge University Press, Cambridge, UK
- 3) Taflove, A. 1995. Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method, Artech House, Boston, Mass, USA
- 4) Yüzbaşı, Ş. (2013). Numerical solution of the Bagley–Torvik equation by the Bessel collocation method, *Mathematical Methods in the Applied Sciences*, 36(3), 300-312.
- 5) Čermák, J., Kisela, T. (2015). Stability properties of two-term fractional differential equations. *Nonlinear Dynamics*, 80(4), 1673-1684.
- 6) Adolfsson, K., Enelund, M., Larsson, S. (2003). Adaptive discretization of an integro-differential equation with a weakly singular convolution kernel. *Computer methods in applied mechanics and engineering*, 192(51-52), 5285-5304.

- 7) Celik, C. and Duman, M. 2012. Crank-Nicholson method for the fractional equation with the Riezs fractional derivative:Journal of computational physics, 231:1743-1750
- 8) Gorial, I. 2011. Numerical methods for fractional reaction-dispersion equation with Riesz space fractional derivative:Eng. AndTech. Journal, 29:709-715.
- 9) Jafari, H. And Gejii, V. D. 2006. Solving linear and nonlinear fractional diffusion and wave equations bya domain decomposition:Appl. Math.and Comput., 180:488-497.
- 10) Hilfer, R. 2000. Applications of fractional calculus in physics: Singapore: Word Scientific Company.
- 11) Caputo, M. 1967. Linear models of dissipation whose Q is almost frequency independent: Part II Geophys JRAstron. Soc. 1967;13:529-539.
- 12) Wazwaz A. M. 2003. An analytic study on the third-order dispersive partial differential equation:Appl Math Comput 2003;142:511-520.
- 13) Apakov, Yu. P. 2012. On the solution of a boundary-value problem for a third-order equation with multiple characteristics:Ukrainian Mathematical Journal, 64 (1) (2012), 1-12.
- 14) Adewumi, A. O.,Akindeinde, S. O., Aderogba, A. A., and Ogundare, B. S. 2017. Laplace Transform Collocation Method for Solving Hyperbolic Telegraph Equation: International Journal of Engineering Mathematics.

KAMU VE ÖZEL SEKTÖRDE İHALE İŞLEMLERİNİN ELEKTRONİK ORTAMA TAŞINMASI

Doç. Dr. Züleyha DEĞİRMENCİ¹
Prof. Dr. Mehmet TOPALBEKİROĞLU¹
Nevruz EREN²

ÖZET

İhale, mal veya hizmet alımları ile yapım işlerinin istekliler arasından seçilecek birisi üzerine bırakıldığını gösteren ve ihale yetkilisinin onayını müteakip kesinleşen ihale kararının tebliği ve sözleşmenin imzalanması ile tamamlanan işlemleri ifade eder. Bu çalışmanın amacı, kamu ve özel sektördeki (özellikle de kamuda) ihale süreçlerinde elektronik ihaleye (e-ihale) geçerek, bu süreçte bürokrasinin azaltılarak oluşan evrak kirliliğini ortadan kaldırmak, iş ve işlem maliyetlerini düşürerek ekonomik olarak rahatlamak ve süreci hızlandırarak zaman ve kaynak tasarrufunu sağlamaktır. İdarelerce mal veya hizmet alımları ile yapım işlerinin ihalelerinde uygulanan usuller şöyledir: a. Açık ihale usulü, b. Belli istekliler arasında ihale usulü, c. Pazarlık usulü. Bazı özel hallerde ihtiyaçların ilân yapılmaksızın ve teminat alınmaksızın doğrudan temini usulü ile de karşılanması sağlanabilir. Standart ihale aşamaları ile satın alma sürecinin bazı dezavantajlarından ötürü ihalelerin elektronik ortama taşınması daha uygundur. Bu dezavantajlar firmaların kendi aralarında anlaşarak ihalenin gerçek piyasa fiyatından daha yukarıda sonuçlanmasına neden olmasına kadar gider. Ayrıca oluşacak bürokrasi de cabası. Bu uygulamalarının faydaları özetle şöyledir: Alım Sürecinde Standardizasyon, Saydamlık, Hız, Tutarlılık ve Kamuoyu Denetimi, İhale ve Teklif Hazırlık ile Teklif Değerlendirme Sürecinde Etkinlik ve Verimlilik artışı, Kamu alım maliyetlerinde tasarruf. Dolayısıyla kamu ve özel sektörde satın alma yapılırken elektronik olarak ihaleye kayıt olunması sistemin daha hızlı ve verimli olarak işlemlerini sağlar.

1. GİRİŞ

Kamu kurumları, kamu niteliği taşıyan devlet kurumları ve özel sektörde ihale işlemlerinde e-ihale yaygınlaştırılarak ihale süreçlerinde bürokrasinin azaltılması, iş ve işlem maliyetlerinin düşürülmesi, zaman ve kaynak tasarrufu sağlanması ve kaynakların etkin ve verimli kullanılması amacıyla ihale işlemlerinin elektronik ortama taşınması amaçlanmıştır. Çalışmanın anlaşılabilirliği açısından önemli terimlerin tanımları şöyledir:

İhale:

4734 sayılı Kamu İhale Kanununda yazılı usul ve şartlarla mal veya hizmet alımları ile yapım işlerinin istekliler arasından seçilecek birisi üzerine bırakıldığını gösteren ve ihale yetkilisinin onayını müteakip sözleşmenin imzalanması ile tamamlanan işlemler (4734 sayılı Kamu İhale Kanunu, madde 4)

Sözleşme:

Mal veya hizmet alımları ile yapım işlerinde idare ile yüklenici arasında yapılan yazılı anlaşma

Doğrudan temin:

4734 sayılı Kamu İhale Kanununda belirtilen hallerde ihtiyaçların, idare tarafından davet edilen isteklilerle teknik şartların ve fiyatın görüşülerek doğrudan temin edilebildiği usul

¹ Gaziantep Üniversitesi

² Gaziantep Üniversitesi, nevruzeren@gmail.com

İstekli olabilecek:

İhale konusu alanda faaliyet gösteren ve ihale veya ön yeterlik dokümanı satın almış gerçek veya tüzel kişi ya da bunların oluşturdukları ortak girişim

İstekli:

Mal veya hizmet alımları ile yapım işlerinin ihalesine teklif veren tedarikçi, hizmet sunucusu veya yapım müteahhididir.

Yüklenici:

Üzerine ihale yapılan ve sözleşme imzalanan istekli demektir.

Tedarikçi:

Mal alımı ihalesine teklif veren gerçek veya tüzel kişileri veya bunların oluşturdukları ortak girişimleri ifade eder.

Hizmet sunucusu:

Hizmet alımı ihalesine teklif veren gerçek veya tüzel kişiler veya bunların oluşturdukları ortak girişimlerdir.

Yapım müteahhidi:

Yapım işi ihalesine teklif veren gerçek veya tüzel kişiler veya bunların oluşturdukları ortak girişimleri ifade eder.

Mal:

Satın alınan her türlü ihtiyaç maddeleri ile taşınır ve taşınmaz mallar.

Hizmet:

Bakım ve onarım, taşıma, haberleşme, sigorta, araştırma ve geliştirme, muhasebe, piyasa araştırması, danışmanlık, tanıtım, basım /yayım, temizlik, yemek ve dağıtım, toplantı, organizasyon, sergileme, koruma ve güvenlik, meslekî eğitim, fotoğraf, film, fikrî ve güzel sanat, bilgisayar sistemlerine yönelik hizmetler ile yazılım hizmetleri, taşınır ve taşınmaz mal ve hakların kiralanması ve benzeri diğer hizmetler.

Yapım:

Bina, karayolu, demiryolu, otoyol, havalimanı, rıhtım, liman, tersane, köprü, tünel, metro, viyadük, spor tesisi, alt yapı, boru iletim hattı, haberleşme ve enerji nakil hattı, baraj, enerji santrali, rafineri tesisi, sulama tesisi, toprak ıslahı, taşkın koruma ve dekapaj gibi her türlü inşaat işleri ve bu işlerle ilgili tesisat, imalat, ihzarat, nakliye, tamamlama, büyük onarım, restorasyon, çevre düzenlemesi, sondaj, yıkma, güçlendirme ve montaj işleri ile benzeri yapım işler

Ortak girişim:

İhaleye katılmak üzere birden fazla gerçek veya tüzel kişinin aralarında yaptıkları anlaşma ile oluşturulan iş ortaklığı veya konsorsiyum

Teklif:

4734 sayılı Kamu İhale Kanununa göre yapılacak ihalelerde isteklinin idareye sunduğu fiyat teklifi ile değerlendirmeye esas belge ve/veya bilgiler

İhale Yetkilisi:

İdarenin, ihale ve harcama yapma yetki ve sorumluluğuna sahip kişi veya kurulları ile usulüne uygun olarak yetki devri yapılmış görevlileri

Harcama yetkilisi:

Bütçeyle ödenek tahsis edilen her bir harcama biriminin en üst yöneticisi. (İhale yetkilisi aynı zamanda harcama yetkilisidir. Ancak, her harcama yetkilisi ihale yetkilisi olmayabilir.)

(5018 sayılı Kamu Mali Ynt. ve Kont. Kanunu, madde 31)

EKAP:

Elektronik Kamu Alımları Platformu (İdareler ile kamu alımları sürecine taraf olanların bu sürece ilişkin işlemleri internet üzerinden gerçekleştirebilecekleri ve Kamu İhale Kurumu tarafından yönetilen elektronik ortam)

Taahhüt dosyası:

İhale veya doğrudan temin usulüyle yapılacak her türlü mal ve hizmet alımları ile yapım işlerine ilişkin ödemelerde; onay belgesi, ihale komisyonu kararı, sözleşme yapılması halinde sözleşme ve gerekli görülen diğer belgeleri kapsayan dosya

(Merkezi Yönetim Harcama Belgeleri Yönetmeliği, madde 69)

İhale dokümanı:

İhale konusu mal veya hizmet alımları ile yapım işlerinde; isteklilere talimatları da içeren idari şartnameler ile yaptırılacak işin projesini de kapsayan teknik şartnameler, sözleşme tasarısı ve gerekli diğer belge ve bilgiler

İhale işlem dosyası:

İhalesi yapılacak her iş için düzenlenen, içinde ihale yetkilisinden alınan onay belgesi ve eki yaklaşık maliyete ilişkin hesap cetveli, ihale dokümanı, ilân metinleri, adaylar veya istekliler tarafından sunulan başvurular veya teklifler ve diğer belgeler, ihale komisyonu tutanak ve kararları gibi ihale süreci ile ilgili bütün belgelerin bulunduğu dosya.

2. GELİŞME**İhale Usulleri ve Doğrudan Temin****Uygulanacak İhale Usulleri (Kamu İhale Kanunu Md.18)**

İdarelerce mal veya hizmet alımları ile yapım işlerinin ihalelerinde aşağıdaki usullerden biri uygulanır:

- Açık ihale usulü.
- Belli istekliler arasında ihale usulü.
- Pazarlık usulü.

Açık ihale usulü, bütün isteklilerin teklif verebildiği usuldür. (KİK Md.19)

Belli istekliler arasında ihale usulü (KİK Md.20), yapılacak ön yeterlik değerlendirmesi sonucunda idarece davet edilen isteklilerin teklif verebildiği usuldür.

Yapım işleri, hizmet ve mal alım ihalelerinden işin özelliğinin uzmanlık ve/veya ileri teknoloji gerektirmesi nedeniyle açık ihale usulünün uygulanamadığı işlerin ihalesi ile yaklaşık maliyeti eşik değerin yarısını aşan yapım işi ihaleleri bu usule göre yaptırılabilir.

10'uncu maddeye (*İhaleye katılımında yeterlik kuralları*) uygun olarak belirlenen ve ön yeterlik dokümanı ile ön yeterlik ilânında belirtilen değerlendirme kriterlerine göre adayların ön yeterlik değerlendirmesi yapılır.

Yeterlikleri tespit edilenler arasından dokümanda belirtilen kriterlere göre sıralanarak listeye alınan belli sayıda istekli veya yeterli bulunan isteklilerin tamamı teklif vermeye davet edilebilir.

İhaleye davet edilebilecek aday sayısının beşten az olması veya teklif veren istekli sayısının üçten az olması halinde ihale iptal edilir.

Teklif veren istekli sayısının üçten az olması nedeniyle ihalenin iptal edilmesi durumunda, ihale dokümanı gözden geçirilerek varsa hatalar ve eksiklikler giderilmek suretiyle, ön yeterliği tespit edilen bütün istekliler tekrar davet edilerek ihale sonuçlandırılabilir.

Özetle, alınacak bir mal/malzeme alımı için idare tarafından belirlenen isteklilerden ön yeterlilik değerlendirme sonucunda kriterlere uygun en az 5 istekli davet edilerek, bunlardan en az 3'ünden teklif alınarak ihale sonuçlandırılır.

Pazarlık Usulü (KİK Md.21)

Aşağıda belirtilen hallerde pazarlık usulü ile ihale yapılabilir:

a. Açık ihale usulü veya belli istekliler arasında ihale usulü ile yapılan ihale sonucunda teklif çıkmaması.

b. Doğal afetler, salgın hastalıklar, can veya mal kaybı tehlikesi gibi ani ve beklenmeyen veya yapım tekniği açısından özellik arz eden veya yapı veya can ve mal güvenliğinin sağlanması açısından ivedilikle yapılması gerekliliği idarece belirlenen hallerde veyahut idare tarafından önceden öngörülemeyen olayların ortaya çıkması üzerine ihalenin ivedi olarak yapılmasının zorunlu olması.

c. Savunma ve güvenlikle ilgili özel durumların ortaya çıkması üzerine ihalenin ivedi olarak yapılmasının zorunlu olması.

d. İhalenin, araştırma ve geliştirme sürecine ihtiyaç gösteren ve seri üretime konu olmayan nitelikte olması.

e. İhale konusu mal veya hizmet alımları ile yapım işlerinin özgün nitelikte ve karmaşık olması nedeniyle teknik ve malî özelliklerinin gerekli olan nitelikte belirlenememesi.

f. İdarelerin yaklaşık maliyeti 225.403 Türk Lirasına kadar olan mamul mal, malzeme veya hizmet alımları. (2018 yılı için geçerli parasal değer)

(b), (c) ve (f) bentlerinde belirtilen hallerde ilan yapılması zorunlu değildir. İlan yapılmayan hallerde en az üç istekli davet edilerek, yeterlik belgelerini ve fiyat tekliflerini birlikte vermeleri istenir.

(a), (d) ve (e) bentlerine göre yapılacak ihalelerde, İstekliler öncelikle ihale konusu işin teknik detayları ve gerçekleştirme yöntemleri gibi hususlarda fiyatı içermeyen ilk tekliflerini sunar. Teknik görüşmeler sonucunda şartların netleşmesi üzerine bu şartları karşılayabilecek isteklilerden, gözden geçirilerek şartları netleştirilmiş teknik şartnameye dayalı olarak fiyat tekliflerini de içerecek şekilde tekliflerini vermeleri istenir.

Bu madde kapsamında yapılacak ihalelerde, ilk fiyat tekliflerini aşmamak üzere isteklilerden ihale kararına esas olacak son yazılı fiyat teklifleri alınarak ihale sonuçlandırılır.

(b), (c) ve (f) bendi kapsamında yapılan mal alımlarında, malın sözleşme yapma süresi içinde teslim edilmesi ve bunun idarece uygun bulunması halinde, sözleşme yapılması ve kesin teminat alınması zorunlu değildir. İdarenin takdirindedir.

Doğrudan Temin (KİK Md.21)

Aşağıda belirtilen hallerde ihtiyaçların ilân yapılmaksızın ve teminat alınmaksızın doğrudan temini usulüne başvurulabilir:

a. İhtiyacın sadece gerçek veya tüzel tek kişi tarafından karşılanabileceğinin tespit edilmesi.

- b. Sadece gerçek veya tüzel tek kişinin ihtiyaç ile ilgili özel bir hakka sahip olması.
- c. Mevcut mal, ekipman, teknoloji veya hizmetlerle uyumun ve standardizasyonun sağlanması için zorunlu olan mal ve hizmetlerin, asıl sözleşmeye dayalı olarak düzenlenecek ve toplam süreleri üç yılı geçmeyecek sözleşmelerle ilk alım yapılan gerçek veya tüzel kişiden alınması.
- d. Büyükşehir belediyesi sınırları dahilinde bulunan idarelerin 67.613 Türk Lirasını, diğer idarelerin 22.524 Türk Lirasını aşmayan ihtiyaçları ile temsil ağırlama faaliyetleri kapsamında yapılacak konaklama, seyahat ve işeyle ilgili alımlar.
- e. İdarelerin ihtiyacına uygun taşınmaz mal alımı veya kiralanması.
- f. Özelliğinden ve belli süre içinde kullanılma zorunluluğundan dolayı stoklanması ekonomik olmayan veya acil durumlarda kullanılacak olan ilaç, aşı, serum, anti-serum, kan ve kan ürünleri ile ortez, protez gibi uygulama esnasında hastaya göre belirlenebilen ve hastaya özgü tıbbî sarf malzemeleri, test ve tetkik sarf malzemeleri alımları.
- g. Milletlerarası tahkim yoluyla çözülmesi öngörülen uyuşmazlıklarla ilgili davalarda, Kanun kapsamındaki idareleri temsil ve savunmak üzere Türk veya yabancı uyruklu avukatlardan ya da avukatlık ortaklıklarından yapılacak hizmet alımları.
- h. 4353 sayılı Kanununun 22 ve 36'ncı maddeleri uyarınca Türk veya yabancı uyruklu avukatlardan hizmet alımları ile fikri ve sınai mülkiyet haklarının ulusal ve uluslararası kuruluşlar nezdinde tescilini sağlamak için gerçekleştirilen hizmet alımları.

Bu maddeye göre yapılacak alımlarda, ihale komisyonu kurma ve 10'uncu maddede (*İhaleye katılımda yeterlik kuralları*) sayılan yeterlik kurallarını arama zorunluluğu bulunmaksızın, ihale yetkilisince görevlendirilecek kişi veya kişiler tarafından piyasada fiyat araştırması yapılarak ihtiyaçlar temin edilir.

Doğrudan temin yoluyla ihtiyaçların karşılanmasında, ihtiyacın niteliğine göre;

- İlan yapılması,
- Teminat alınması,
- İhale komisyonu kurulması,
- İsteklilerde belirli yeterlik kriterlerinin aranması,
- Şartname ve sözleşme düzenlenmesi gibi hususlar idarelerin takdirindedir.

İhale Komisyonlarının Görev Ve Sorumlulukları

İhale yetkilisi, biri başkan olmak üzere, ikisinin ihale konusu işin uzmanı olması şartıyla, ilgili idare personelinden en az dört kişinin ve muhasebe veya malî işlerden sorumlu bir personelin katılımıyla kurulacak en az beş ve tek sayıda kişiden oluşan ihale komisyonunu, yedek üyeler de dahil olmak üzere görevlendirir. Yani beş asil ve beş yedek üyeden oluşur. Bu üyeler "İhale Onay Belgesinde" belirtilir.

İhaleyi yapan idarede yeterli sayı veya nitelikte personel bulunmaması halinde, bu Kanun kapsamındaki idarelerden komisyona üye alınabilir.

Gerekli incelemeyi yapmalarını sağlamak amacıyla ihale işlem dosyasının birer örneği, ilân veya daveti izleyen üç gün içinde ihale komisyonu üyelerine verilir.

İhale komisyonu eksiksiz olarak toplanır. Komisyon kararları çoğunlukla alınır. Kararlarda çekimser kalınmaz. Komisyon başkanı ve üyeleri oy ve kararlarından sorumludur. Karşı oy kullanan komisyon üyeleri, gerekçesini komisyon kararına yazmak ve imzalamak zorundadır.

İhale komisyonunca alınan kararlar ve düzenlenen tutanaklar, komisyon başkan ve üyelerinin adları, soyadları ve görev unvanları belirtilerek imzalanır.

İhale yetkilisi, ihale komisyonunda görev alamaz. Kurulların ihale yetkilisi olduğu durumlarda da kurul üyeleri ihale komisyon üyesi olamazlar.

İhale komisyonu başkan ve üyeleri çekimser oy kullanamazlar ve verdikleri oy ve kararlardan sorumludurlar. Bu nedenle, çoğunluk görüşüne katılmayanların karşı oylarını ve gerekçesini komisyon kararına yazarak imzalamaları gerekmektedir. İhale komisyonunun eksiksiz toplanıp karar vermesi gerektiğinden, eksik üye ile ihale komisyon kararı alınmaz.

İhale işlem dosyasının birer örneği, ilan veya davet tarihini izleyen üç gün içinde idare tarafından ihale komisyonunun asıl üyelerine verilir. İdare tarafından gerek görüldüğü takdirde, yedek üyelere de ihale işlem dosyasının birer örneği verilebilir. Yedek üyenin asıl üyenin yerine ihale komisyonunda görev alması halinde ise ihale işlem dosyasının bir örneğinin yedek üyeye verilmesi zorunludur.

İhalenin Uygulanması

Tekliflerin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi (KİK Md.30)

Teklif mektubu ve geçici teminat da dahil olmak üzere ihaleye katılabilme şartı olarak istenilen bütün belgeler bir zarfa konulur. Zarfın üzerine isteklinin adı, soyadı veya ticaret unvanı, tebligata esas açık adresi, teklifin hangi işe ait olduğu ve ihaleyi yapan idarenin açık adresi yazılır. Zarfın yapıştırılan yeri istekli tarafından imzalanır ve mühürlenir.

Başvuru ya da teklif zarfının Kanununun 30'uncu maddesinin birinci fıkrasına uygun olmadığı anlaşıldığında, söz konusu zarfın ön ve arka yüzünün fotokopisi çekildikten sonra başvuru veya teklif zarfı açılmaksızın iade edilecektir. Başvuru veya teklif zarfının fotokopisi ise idare tarafından ihale işlem dosyasında muhafaza edilecektir.

Teklif mektupları yazılı ve imzalı olarak sunulur. Teklif mektubunda ihale dokümanının tamamen okunup kabul edildiğinin belirtilmesi, teklif edilen bedelin rakam ve yazı ile birbirine uygun olarak açıkça yazılması, üzerinde kazıntı, silinti, düzeltme bulunmaması ve teklif mektubunun ad, soyad veya ticaret unvanı yazılmak suretiyle yetkili kişilerce imzalanmış olması zorunludur.

Teklifler ihale dokümanında belirtilen ihale saatine kadar sıra numaralı alındılar karşılığında idareye verilir. Bu saatten sonra verilen teklifler kabul edilmez ve açılmaksızın iade edilir. Teklifler iadeli taahhütlü olarak da gönderilebilir. Posta ile gönderilecek tekliflerin ihale dokümanında belirtilen ihale saatine kadar idareye ulaşması şarttır. Postadaki gecikme nedeniyle işleme konulmayacak olan tekliflerin alınış zamanı bir tutanakla tespit edilir. Verilen teklifler, zeyilname düzenlenmesi hali hariç, herhangi bir sebeple geri alınmaz ve değiştirilemez.

Teklifler ihale dokümanında belirtilen ihale saatine kadar idareye verilir. İhale komisyonunca ihale dokümanında belirtilen saatte kaç teklif verilmiş olduğu bir tutanakla tespit edilerek, hazır bulunanlara duyurulur ve hemen ihaleye başlanır. İhale komisyonu teklif zarflarını alınış sırasına göre inceler. 30'uncu maddenin birinci fıkrasına uygun olmayan zarflar bir tutanak ile belirlenerek değerlendirmeye alınmaz. Zarflar isteklilerle birlikte hazır bulunanlar önünde alınış sırasına göre açılır.

İsteklilerin belgelerinin eksik olup olmadığı ve teklif mektubu ile geçici teminatlarının usulüne uygun olup olmadığı kontrol edilir. Belgeleri eksik veya teklif mektubu ile geçici teminatı usulüne uygun olmayan istekliler tutanakla tespit edilir. İstekliler ile teklif fiyatları ve yaklaşık maliyet tutarı açıklanır. Bu işlemlere ilişkin hazırlanan tutanak ihale komisyonunca imzalanır. Bu aşamada; hiçbir teklifin reddine veya kabulüne karar verilmez, teklifi oluşturan belgeler düzeltilemez ve tamamlanamaz. Teklifler ihale komisyonunca hemen değerlendirilmek üzere oturum kapatılır. (Buna biz 1. Oturum diyoruz.)

4734 sayılı Kanununun 36'ncı maddesinin ikinci fıkrası ile İhale Uygulama Yönetmeliklerinin "Yaklaşık maliyete ilişkin ilkeler" başlıklı maddesi uyarınca, ihale komisyonu tarafından yaklaşık

maliyetin, teklif fiyatları ile birlikte, pazarlık usulü ile yapılan ihalede ise son yazılı fiyat teklifleri ile birlikte açıklanması gerekmektedir.

Bu çerçevede, ihale komisyonu tarafından 4734 sayılı Kanunun 36'ncı maddesinin birinci fıkrası uyarınca teklif zarflarının incelenmesinin ardından, teklif zarfları açılmadan önce yaklaşık maliyet açıklanacaktır. Ancak, isteklilerce sunulan teklif zarflarının hiçbirinin Kanunun 30 uncu maddesinin birinci fıkrasına uygun olmadığına anlaşılması halinde yaklaşık maliyet açıklanmayacaktır. Yani istekli sıfatını kazanan olmaması halinde geçerli zarf kalmadığından yaklaşık maliyet açılmadan ihale iptal edilir.

Tekliflerin değerlendirilmesinde, öncelikle belgeleri eksik olduğu veya teklif mektubu ile geçici teminatı usulüne uygun olmadığı 36'ncı maddeye göre ilk oturumda tespit edilen isteklilerin tekliflerinin değerlendirme dışı bırakılmasına karar verilir. Ancak, teklifin esasını değiştirecek nitelikte olmaması kaydıyla, belgelerde bilgi eksikliği bulunması halinde idarece belirlenen sürede isteklilerden bu eksik bilgilerin tamamlanması yazılı olarak istenir.

Belirlenen sürede bilgileri tamamlamayan istekliler değerlendirme dışı bırakılır ve geçici teminatları gelir kaydedilir. Bu ilk değerlendirme ve işlemler sonucunda belgeleri eksiksiz ve teklif mektubu ile geçici teminatı usulüne uygun olan isteklilerin tekliflerinin ayrıntılı değerlendirilmesine geçilir. (Buna da 2. Oturum diyoruz.)

Bu aşamada, isteklilerin ihale konusu işi yapabilme kapasitelerini belirleyen yeterlik kriterlerine ve tekliflerin ihale dokümanında belirtilen şartlara uygun olup olmadığı ile birim fiyat teklif cetvellerinde aritmetik hata bulunup bulunmadığı incelenir. Uygun olmadığı belirlenen isteklilerin teklifleri ile birim fiyat teklif cetvellerinde aritmetik hata bulunan teklifler değerlendirme dışı bırakılır.

İhalenin Karara Bağlanması

4734 sayılı Kamu İhale Kanununun 37 ve 38'inci maddelere göre yapılan değerlendirme sonucunda ihale, ekonomik açıdan en avantajlı teklifi veren isteklinin üzerinde bırakılır.

Ekonomik açıdan en avantajlı teklif, sadece fiyat esasına göre veya fiyat ile birlikte işletme ve bakım maliyeti, maliyet etkinliği, verimlilik, kalite ve teknik değer gibi fiyat dışındaki unsurlar da dikkate alınarak belirlenir. Ekonomik açıdan en avantajlı teklifin fiyat dışındaki unsurlar da dikkate alınarak belirleneceği ihalelerde, ihale dokümanında bu unsurların parasal değerleri veya nispi ağırlıkları belirlenir.

Bu Kanunun 63'üncü maddesine göre ihale dokümanında yerli istekliler lehine fiyat avantajı sağlanacağı belirtilen ihalelerde, bu fiyat avantajı da uygulanmak suretiyle ekonomik açıdan en avantajlı teklif belirlenerek ihale sonuçlandırılır.

İhale komisyonu gerekçeli kararını belirleyerek, ihale yetkilisinin onayına sunar. Kararlarda isteklilerin adları veya ticaret unvanları, teklif edilen bedeller, ihalenin tarihi ve hangi istekli üzerine hangi gerekçelerle yapıldığı, ihale yapılmamış ise nedenleri belirtilir.

İhale yetkilisi, karar tarihini izleyen en geç beş iş günü içinde ihale kararını onaylar veya gerekçesini açıkça belirtmek suretiyle iptal eder.

İhale; kararın onaylanması halinde geçerli, iptal edilmesi halinde ise hükümsüz sayılır. İhale kararları ihale yetkilisince onaylanmadan önce idareler, ihale üzerinde kalan istekli ile varsa ekonomik açıdan en avantajlı ikinci teklif sahibi isteklinin ihalelere katılmaktan yasaklı olup olmadığını teyit ettirerek buna ilişkin belgeyi ihale kararına eklemek zorundadır. İki isteklinin de yasaklı çıkması durumunda ihale iptal edilir. Bu yasaklı olup olmadığı sorgulaması internet üzerinden yapılır.

Kamu İhale Kurumu Ve Elektronik Kamu Alımları Platformu (Ekap)**Kamu İhale Kurumunun Görev ve Yetkileri**

Bu Kanunla verilen görevleri yapmak üzere kamu tüzel kişiliğini haiz, idari ve malf özerkliğe sahip Kamu İhale Kurumu kurulmuştur. Kamu İhale Kurumu, bu Kanunda belirtilen esas, usul ve işlemlerin doğru olarak uygulanması konusunda görevli ve yetkilidir. (KİK Md.53)

Kurumun ilişkili olduğu Bakanlık Maliye Bakanlığıdır. Kurumun merkezi Ankara'dadır.

Kurum görevini yerine getirirken bağımsızdır. Hiçbir organ, makam, merci ve kişi Kurumun kararlarını etkilemek amacıyla emir ve talimat veremez.

Bu Kanuna göre yapılacak ihaleler ile ilgili olarak Kurumun görev ve yetkileri aşağıda sayılmıştır:

- İhalenin başlangıcından sözleşmenin imzalanmasına kadar olan süre içerisinde idarece yapılan işlemlerde bu Kanun ve ilgili mevzuat hükümlerine uygun olmadığına ilişkin şikayetleri inceleyerek sonuçlandırmak.
- Bu Kanuna ve Kamu İhale Sözleşmeleri Kanununa ilişkin bütün mevzuatı, standart ihale dokümanlarını ve tip sözleşmeleri hazırlamak, geliştirmek ve uygulamayı yönlendirmek.
- İhale mevzuatı ile ilgili eğitim vermek, ulusal ve uluslararası koordinasyonu sağlamak.
- Yapılan ihaleler ve sözleşmelerle ilgili Kurum tarafından belirlenen şekilde bilgi toplamak, adet, tutar ve diğer konular itibariyle istatistikler oluşturmak ve yayımlamak.
- Haklarında ihalelere katılmaktan yasaklama kararı verilenlerin sicillerini tutmak.
- Araştırma ve geliştirme faaliyetlerinde bulunmak.
- İhale ilânları ile ilgili esas ve usulleri düzenlemek, basılı veya elektronik ortamda Kamu İhale Bülteni yayımlamak.
- Kurumun yıllık bütçesi ile kesin hesabını ve yıllık çalışma raporlarını hazırlamak, Kurum bütçesinin uygulanmasını, gelirlerin toplanmasını ve giderlerin yapılmasını sağlamak.
- Yerli isteklilerin, yabancı ülkelerde açılan ihalelere katılmalarına engel olunduğunun tespit edilmesi halinde, bu uygulamanın yapıldığı ülkenin isteklilerinin de, bu Kanun kapsamında yapılan ihalelere katılmalarının önlenmesine yönelik tedbirlerin alınmasını ve gerekli düzenlemelerin yapılmasını sağlamak üzere Bakanlar Kuruluna teklifte bulunmak. Bunların hepsi internet üzerinden yapılmaktadır.

EKAP Uygulamaları

Ön yeterlik dokümanı veya ihale dokümanı satın alınabilmesi için adına doküman satın alınacak Türkiye Cumhuriyeti kanunlarına göre kurulmuş tüzel kişiler ile Türkiye Cumhuriyeti vatandaşı gerçek kişilerin EKAP'a kayıtlı olması zorunludur. Ortak girişimlerde ise Türkiye Cumhuriyeti kanunlarına göre kurulmuş tüzel kişi ve Türkiye Cumhuriyeti vatandaşı gerçek kişi ortakların tamamının bu koşulu sağlaması gerekir.

Ön yeterlik dokümanı ile ihale dokümanı, EKAP'ta ve idarenin ilanda belirtilen adresinde bedelsiz olarak görülebilir. İhaleye katılmak için bu dokümanın idarece her sayfası onaylanmış nüshasının idareden satın alınması veya EKAP üzerinden e-imza kullanılarak indirilmesi zorunludur. Ancak ilansız ihalelerde doküman EKAP üzerinden görülemez ve indirilmez.

Ön yeterlik dokümanının ve/veya teknik şartname dahil ihale dokümanının EKAP üzerinden e-imza kullanılarak indirilmesi halinde doküman satın alınmış sayılır. İdarece, her sayfası onaylanmış doküman yerine, Kurum tarafından belirlenen esaslar çerçevesinde "compact disc (CD)" ortamına aktarılmış doküman satılabilir.

Dokümanın, EKAP üzerinden e-imza kullanılarak indirilmesi halinde doküman bedeli ödenmez.



Burada herhangi bir mal alımı ihalesinin en başından itibaren (ihtiyaç belirleme aşamasından) sözleşme imzalanıp sonuçlandırma işlemi aşamasına kadar hepsi EKAP üzerinden yapılmaktadır. Bu işlemler yapılırken hem EKAP kullanılmakta hem de bürokrasi ve fazla evrak kirliliği oluşmaktadır. Ayrıca zamandan tasarruf anlamında, saydamlık, kaynak tasarrufu konusunda ve kaynakların etkin ve verimli kullanılması konusunda sıkıntılar yaşanmaktadır.

Örnekleme: Bunu bir örnekle, ihtiyaç duyulan herhangi bir malzeme alımının gerçekleştirilmesini yani ihale işlemlerini anlatalım;

Herhangi bir kamu kurumunda ihtiyaç duyulan malzeme alımında öncelikle idare tarafından ihtiyaç çizelgesi oluşturulur. İhtiyaç duyulan mal alımı için piyasadaki fiyatın ne olduğu konusunda yaklaşık maliyet çalışması yapılır.

İhtiyacın piyasadaki yaklaşık (tahmini) maliyeti belirlendikten sonra ihale dosyası oluşturulması (yani idari şartname, idari şartnamenin eki olan standart formlar ve sözleşme tasarısı) amacıyla EKAP üzerinden idare tarafından görevlendirilen platform sorumlusu kullanıcı adı ve şifresi ile giriş yaparak sırasıyla alım dosyasını hazırlamaya başlar.

Bu aşamada öncelikle EKAP üzerinden ihtiyacı oluşturarak geçerli bir ihale kayıt numarası (İKN) alır. Bu numara artık bundan sonraki tüm işlemlerde bahse konu alım için belirleyici ve ayırt edici olacaktır.

Alım yapılacak malzeme için o yıl belirlenen parasal limitler (bu parasal limitler her yıl Şubat ayının ilk gününde Maliye Bakanlığı tarafından belirlenerek ilan edilir) dahilinde sisteme yaklaşık maliyet girilerek alımı yapılacak malzemenin ilan süresi belirlenir. Burada parasal limitler dahilinde aşağıdaki çizelgede 2018 yılı için düzenleyerek hazırlanan limitler yer almaktadır.

4734 Sayılı Kamu İhaleleri Kanununa Göre Yapılan İhalelerin Parasal Değerleri 01.02.2018 - 31.01.2019 Dönemi		
Madde	Parasal Değerler	İlan Süreleri ve Yerleri
13.b-1	135.238,00 TL Kadar	7 Gün ve Mahalli Gazete (En az 2)
13.b-2	135.238,00 TL - 270.489,00 TL Arası	14 Gün ve KİK + Mahalli Gazete
13.b-3	270.489,00 TL-1.239.599,00 TL Arası	21 Gün ve KİK + Mahalli Gazete
13.a	1.239.599,00 TL Eşit ve Üzeri	28 Gün ve sadece KİK Bülteni
21.f	225.403,00 Tl. Kadar Olanlar ---- Pazarlık Usulü	Davetiye

22.d	67.613,00 TL Kadar Olanlar ---- Doğrudan Temin	İlansız
53.j	450.823,00 TL ve Üzerinde İhale Tutarı Olan İhalelere Sözleşme Bedelinin Onbinde Beşi Oranında Kık Payı Alınır. (Sözleşme Bedelinin %0.569 Karar Pulu ve %0.948 Sözleşme Pulu)	
Not : Eşik Değer 1.239.599,00 TL'dir.		

Eşik değer üst sınır olup bundan sonraki tüm alımlar 28 gün ilan süresi olup Kamu İhale Bülteninde ilan edilir. Kamu İhale Kurumu tarafından düzenlene ve her bir alım çeşidi (mal/hizmet/yapım) için ayrı ayrı Kamu İhale Bülteni hazırlanır ve alım ilanı burada yayımlanır.

EKAP üzerinden sisteme yaklaşık maliyet girildikten sonra ihalenin ilan süresi belirlenir. Daha sonra alınacak malzemenin Teknik Şartnamesi ve varsa TSE standardı sisteme yüklenir. Burada her bir işlemi, yaparken EKAP bizi yönlendirmekte ve dosyanın tamamlanmasında bir nevi rehberlik yapmaktadır.

Bundan sonra önce idari şartname oluşturmaya başlanır. Burada Kamu İhale Kurumu tarafından yayımlanan Mal / Hizmet ve Yapım İşleri Uygulama Yönetmeliklerinde yer alan Tip İdari Şartname ve Tip Sözleşmede bulunan maddeler doğrultusunda madde madde sistem üzerinden idarenin alımda belirlediği kriterleri (ihale tarihi, saati, kısmi teklife açık olup olmaması, yerli malı olup olmaması, yerli istekli lehine fiyat avantajı uygulanıp uygulanmaması, fiyat dışı unsurlar vb.) girerek idari şartname oluşturulup onaylanır.

Daha sonra sözleşme tasarısını yine aynı şekilde sistem üzerinden idare tarafından istenen hususlar doğrultusunda (sözleşme süresi, garanti şartları, kesin teminat mektubunun süresi, muayene şartları, ihtar ve ceza hususları, yasaklama şartları vb.) madde madde girerek belirleyip, sözleşme tasarısı oluşturulup onaylanır.

Sonraki aşamada ihaleyi onayla butonu seçilerek ihale dökümanı hazırlanmış olur.

Bundan sonraki süreçte yerel gazetede ve bültende yayımlanması için ilan hazırlanıp sistem üzerinden EKAP merkezine gönderilir ve EKAP tarafından incelendikten sonra hata yok ise ilan kabul edilir. İlan kabul edildikten sonra Kamu İhale Kurumunun hesabına ilan bedeli yatması için sevk işlem formu gönderilir ve böylece ihale alım dosyası hazırlanarak ihale saati beklenir. Tamamlanan ihale dökümanı EKAP sistemi üzerinden indirilerek idari şartname ve eki olan standart formlar, teknik şartname ve sözleşme tasarısı çıktıları alınarak dosya oluşturulur. Bu dosya komisyon üyeleri tarafından incelenmek üzere üyelere verilir.

Burada bu çıktıları alınıp dosya oluşturulduktan sonra ihale saatinde istekli olanların sundukları teklif zarfları ihale saatinden önce alınır ve bu zarflar tarih ve saatine göre EKAP sistemine kaydedilir. EKAP sistemine işlenerek kaydedilen zarfların uygunluk durumu ve gerçek kişi ise TC Kimlik Numarası, tüzel kişi ise Vergi Kimlik Numarası girilerek istekliler oluşturulur.

İhale saatinde teklif zarfları alınarak ve ihale aşamasında kullanılan ilgili standart formlar hazırlanıp çıktıları alınarak ihale yapılır. Bundan sonraki süreçte firmaların teklif ettikleri fiyatlar ile değerlendirme dışı kalmışlar ise değerlendirme dışı kalma nedenleri de EKAP'a girilerek ihale kararından önce sisteme veri girişleri tamamlanır.

EKAP üzerinden, ihaleye iştirak eden tüm istekliler ile varsa kanuni vekilleri ve şirket ortaklarının yasaklı olup olmadıklarını sorgulamak amacıyla "ihale tarihi itibarıyla yasaklı teyidi" alınır.

İhale komisyon kararı çıktıktan sonra "karar tarihi itibarıyla" ekonomik açıdan en avantajlı 1. teklifi ve 2. teklifi veren istekliler için yasaklı teyidi alınır.

İhale komisyon kararından sonra ihaleye katılan tüm isteklilere Kesinleşen İhale Kararı EKAP üzerinden gönderilir. Kesinleşen ihale kararı gönderildikten sonra yasal süreler içinde itiraz olmadığı takdirde ekonomik açıdan en avantajlı 1. teklifi veren istekliye Sözleşmeye Davet yazısı

yine EKAP üzerinden gönderilir ve bu istekli sözleşme imzalayarak ihtiyaç karşılanmış olur. Yine sözleşme imzalanırken imza tarihinde sözleşme imzalayan firmanın, varsa kanuni vekilinin ve tüzel kişilik ise ortakları var ise ortaklarının yasaklılık teyidi EKAP üzerinden alınır.

Burada **Elektronik İhale Uygulamalarının Faydalarını** yukarıda anlattığımız örnek ihale işlemleri ve prosedürlerini de dikkate alırsak şöyle sıralayabiliriz:

- Bürokrasiyi azaltmak,
- Saydamlık ve rekabet edilebilirlik koşullarını sağlamak,
- Evrak kirliliği ve kağıt israfının önüne geçmek,
- Zaman ve kaynak tasarrufu sağlamak,
- İşlem maliyetlerini düşürmek,
- İhale ve teklif hazırlık ile teklif değerlendirme sürecinde etkinlik ve verimlilik artışı sağlamak
- İhale saatinden önce ihale katılacak firmaların arasındaki anlaşmaların önüne geçerek kamu alım maliyetlerinde tasarruf sağlamak.

İhale İşlemlerinin Elektronik Ortama Taşınması Projesi

Amaç

Klasik (fiziki ortamda) yapılan ihalelerde, yeterlik şartlarının tevsikinin kolaylaştırılmasını sağlamak. Peki bu nasıl olacak? Katılım ve yeterlik kriterlerine ilişkin belgelerin fiziki ortamda sunulması zorunluluğu ortadan kaldırılarak. Bu doğrultuda 19.06.2018 tarihinde yapılan değişiklik ile İhale Uygulama Yönetmelikleri ekine «Sunulmayacak Belgeler Tablosu» standart formu EKAP'a eklenmiştir. Bu sayede bazı belgelerin burada belirtilmesi şartıyla ihale aşamasında sunulması zorunluluğu kaldırılmıştır.

Belgelerin Sunuluş Şekli

İhaleye katılım ve yeterlik kriterlerine ilişkin sunulan belgelerin veya bu belgelerde yer alan bilgilerin, EKAP üzerinden veya kamu kurum ve kuruluşları ile kamu kurumu niteliğindeki meslek kuruluşlarının internet sayfası üzerinden temin edilebilmesi veya bu bilgilerin teyidinin yapılabilmesi durumunda, bu belgeler için belgelerin sunulmuş şekline ilişkin şartlar aranmaz.

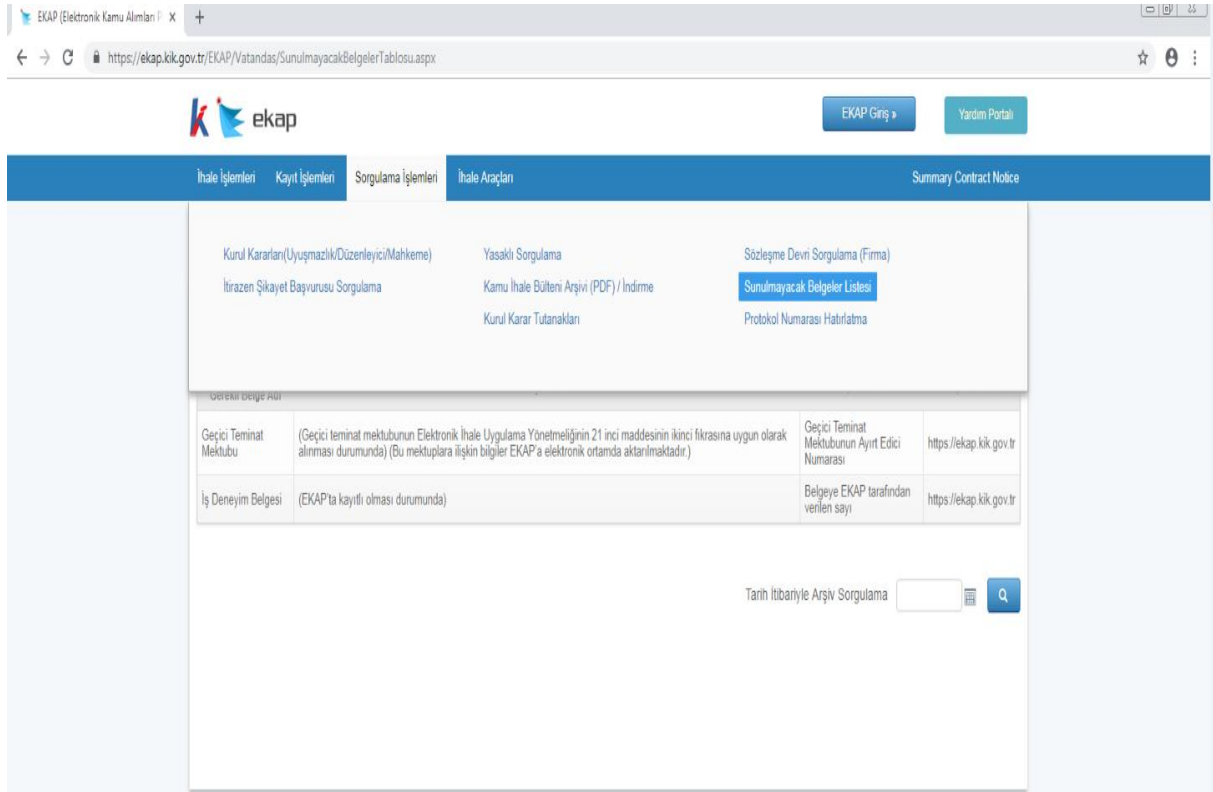
Belgelerin Azaltılması

Sunulmayacak Belgeler Tablosu standart formu idare tarafından hazırlanarak ihale dokümanına eklenecektir.

Kapsamdaki belgelere ilişkin teyit kriterine dair bilgiler Sunulmayacak Belgeler Tablosu standart formunda istekli tarafından belirtilecektir.

Tekliflerin değerlendirilmesi aşamasında Sunulmayacak Belgeler Tablosundaki sorgulama kriteri kullanılarak gerekli bilgilere ulaşılabilecektir.

Hangi belgelerin bu kapsamda olduğu ve teyit kriterlerinin neler olduğu (Belge numarası, tarih vb.) EKAP tarafından kamuoyuna duyurulacaktır.



«Sunulmayacak Belgeler Tablosu»nun

- Kısmi teklife açık olan ihalelerde her bir kısım için,
- Ortak girişimlerin katıldığı ihalelerde ise her bir ortak tarafından,

ayrı ayrı doldurulması gerekmektedir. Kamu İhale Kurumu tarafından 2019 yılı ile birlikte elektronik ihaleye geçilmesi planlanmaktadır.

İhale Süreci

- 1- İhtiyacın ortaya çıkması.
- 2- Teknik Şartnamenin ve İhtiyacın hazırlanması.
- 3- Yaklaşık maliyetin tespiti.
- 4- İhale usulünün tespiti.
- 5- İhale ve Ön Yeterlik Dokümanının hazırlanması.
- 6- İhale onayının alınması.
- 7- İhale İlanı.
- 8- İhale komisyonunun kurulması.
- 9- İhale ve Ön Yeterlik Dokümanının görülmesi satın alınması değişiklik ve açıklama yapılması.
- 10- Tekliflerin sunulması ve değerlendirilmesi.
- 11-İhale sonucunun bildirilmesi ve sözleşmenin imzalanması.

Elektronik İhale Süreci

- 1- İhtiyacın ortaya çıkması
- 2- Teknik Şartnamenin ve İhtiyacın hazırlanması.
- 3- Yaklaşık maliyetin tespiti
- 4- İhale usulünün tespiti
- 5- İhale ve Ön Yeterlik Dokümanının hazırlanması
- 6- İhale onayının alınması
- 7- İhale İlanı
- 8- İhale komisyonunun kurulması

9- İhale ve Ön Yeterlik Dokümanının görülmesi e-imza ile indirilmesi, değişiklik ve açıklama yapılması

10- Tekliflerin hazırlanması ve sunulması

(Teklifler teklif mektubu ve yeterlik bilgileri tablosu doldurularak EKAP üzerinden hazırlanır ve e-anahtarlar ile birlikte ihale saatine kadar EKAP üzerinden e-imza ile imzalanarak idareye gönderilir. Ortak girişimlerde tekliflerim tüm ortaklar tarafından e-imza ile imzalanması gerekmektedir.)

11- Tekliflerin EKAP üzerinden açılması.

12- Tekliflerin elektronik ortamda değerlendirilmesi

- (Teklifler «Yeterlik Bilgileri Tablosu Sunulan ve Tekliflerin Elektronik Ortamda Alındığı İhalelerde Uygulanacak Tıp İdari Şartname» ve diğer standart formlar kullanılarak değerlendirilir. İlgili tutanaklar EKAP üzerinden düzenlenir ve her aşamada EKAP'a kaydedilir.
- Değerlendirme EKAP veya diğer kamu kurum ve kuruluşlarının internet sayfası üzerinden ulaşılabilen belgelerde ulaşılan bilgilere göre yapılır.
- Teyit edilemeyen belgelerde ise isteklilerce beyan edilen bilgilere göre yapılır.
- İhalede öngörülen şartları sağlamadığı anlaşılan teklifler değerlendirme dışı bırakılır.
- Geçerli bulunan tekliflerden en düşük birinci ve ikinci teklif sahibine beyan ettiği bilgileri tevsik edici belgeleri belgelerin sunulmuş şekline uygun olarak sunması için en az iki iş günü süre verilir.
- Yükümlülüklerini yerine getirmeyen isteklilerin geçici teminatları gelir kaydedilir. Gerçeğe aykırı beyanda bulunan istekliler hakkında ise 17'nci madde hükümleri uygulanır.
- Ekonomik açıdan en avantajlı teklif belirlenene kadar bu sürece devam edilir.

13- İhale sonucunun bildirilmesi ve sözleşmenin imzalanması

Genel Özellikler

- İhale dokümanının e-imza kullanılarak EKAP'tan indirilmesi zorunludur. Burada hiçbir firma fiziki olarak birbiri ile görüşemediği için anlaşmaların önüne geçilmiş olur.
- Katılım ve yeterlik kriterlerine ilişkin istekliler tarafından fiziki olarak herhangi bir belge sunulmaz.
- Yeterlik değerlendirmesi, teklif mektubu ekinde yer alan Yeterlik Bilgileri Tablosu'nda (YBT) istekli tarafından beyan edilen bilgiler üzerinden yapılır.

Tekliflerin Hazırlanması ve Sunulması

- Teklifler EKAP üzerinden, yalnızca teklif mektubu ve ekleri doldurularak hazırlanır ve e-teklif (e-imza ile imzalanarak) şeklinde sunulur.
- e-anahtarlar teklif ile birlikte gönderilir.
- Teklif mektubu ekinde;
- Birim fiyat üzerinde teklif alınan ihalelerde Birim Fiyat Teklif Cetveli,
- Yeterlik kriterlerine ve varsa fiyat dışı unsurlara ilişkin bilgilerin beyan edileceği Yeterlik Bilgileri Tablosu,
- İş ortaklığı beyannamesi,
- Mal alımı ihalelerinde yeterlik kriteri olarak belirlenmesi halinde teknik şartnameye cevaplar ve açıklamalar olarak sunulur.

- EKAP tarafından otomatik olarak oluşturulan Yeterlik Bilgileri Tablosu standart formunun isteklilerce doldurulması gerekir.
- Ortak girişimlerin katıldığı ihalelerde teklif mektubu ekinde yer alan Yeterlik Bilgileri Tablosunun her bir ortak tarafından ayrı ayrı sunulması gerekmektedir.
- Kısmi teklife açık ihalelerde ise teklif mektubu eklerinin tamamının her bir kısım için ayrı ayrı doldurulması gerekmektedir.
- Zeyilname düzenlenmesi halinde, önceden teklif vermiş olanlar e-tekliflerini silmek suretiyle geri çekebilirler.

Geçici Teminat

- Geçici teminat mektupları Kurumla “EKAP Üzerinden Online Bilgi Alışverişine Yönelik İşbirliği Yapılmasına Dair Protokol” imzalamış olan bankalardan alınması halinde banka tarafından verilen ayırt edici bir numara Yeterlik Bilgileri Tablosunun ilgili bölümünde belirtilir.
- Fiziki ortamda alınması durumunda, mektuba ilişkin bilgiler Yeterlik Bilgileri Tablosunda beyan edilir ve ihale komisyonu kararı alınmadan önce talep üzerine idareye sunulur.
- Geçici teminat mektubu dışındaki teminatların saymanlık ya da muhasebe müdürlüklerine yatırıldığına ilişkin bilgiler de yine Yeterlik Bilgileri Tablosu nun ilgili bölümünde belirtilir.

Tekliflerin Açılması ve Değerlendirilmesi

- İhale tarih ve saatinde, hazır bulunanların önünde, istekliler tarafından gönderilen e-anahtarlar kullanılmak suretiyle e-teklifler EKAP’ta açılır.
- E-anahtarın bozuk olması veya e-teklifin virüslü olması nedeniyle açılmayan teklifler tutanakla tespit edilir.
- İlk oturumda öncelikle teklif mektubu ve geçici teminatı uygun olmayan istekliler tutanakla tespit edilir.
- 21/f pazarlık usulü ile yapılan ihaleler ile elektronik eksiltme yapılması öngörülen ihaleler dışındaki ihalelerde, istekliler ile teklif fiyatları ve yaklaşık maliyet açıklanarak ilgili tutanak EKAP’ta tanzim edilir. Çıktısı imzalanır.
- İlk oturumda tanzim edilen tutanaklar isteklilerce EKAP’ta durum izleme penceresinden görülebilir.

İlk Oturumda Düzenlenen Tutanaklar

- Açılmayan E-Teklif Tutanağı
- E-Teklif Açma ve Belge Kontrol Tutanağı
- İsteklilerce Teklif Edilen Fiyatlar Tutanağı

EKAP’tan kaynaklanan teknik problemlerden veya öngörülmesi ve önlenmesi mümkün olmayan genel ve objektif nedenlerle (mücbir sebeplerle) EKAP’a erişimin sağlanamamasından dolayı ihale tarih ve saatinden bir gün öncesinden itibaren e-tekliflerin ve e-anahtarların hiçbir istekli tarafından EKAP’a iletilmemesi ve/veya ihale saatinde e-tekliflerin açılmaması halinde KİK idareye ihaleyi azami 5 işgünü erteleme yetkisi tanıyabilir. Sorun giderilemezse ihale iptal edilir.

Tekliflerin Değerlendirilmesi

- Katılım belgeleri ve yeterlik kriterleri ile ilgili değerlendirme, istekliler tarafından doldurulan Yeterlik Bilgileri Tablosunda beyan edilen bilgi ve belgeler esas alınarak yapılır.
- Beyan edilen bilgi ve belgelerden,

- EKAP veya
- diğer kamu kurum ve kuruluşları ile
- kamu kurumu niteliğindeki meslek kuruluşlarının

internet siteleri üzerinden sorgulanabilenler, belgelerdeki kayıtlı bilgiler esas alınarak değerlendirmeye tabi tutulur.

İnternet siteleri üzerinden sorgulanamayan bilgi ve belgeler ile Mal alımı ihalelerinde teknik şartnameye cevaplar ve açıklamalara yönelik ilk değerlendirme beyan edilen bilgiler esas alınarak yapılır.

- İsteklilerin, ihale tarihi itibarıyla, yasaklılık teyitleri yapılır.
- Bu değerlendirme sonucunda ihalede öngörülen şartları sağlamadığı anlaşılan teklifler değerlendirme dışı bırakılır.
- Tekliflerin açılması ve değerlendirilmesine ilişkin tutanaklar EKAP üzerinde hazırlanıp, çıktısı alınarak ihale komisyonu üyeleri tarafından imzalanır ve her oturum kapatılmadan önce bilgiler EKAP'a kaydedilir.
- Aktarılan inceleme sürecinden sonra değerlendirme dışı bırakılmayan tekliflerden en düşük fiyatı teklif eden ilk iki istekli belirlenir.
- İki istekliden beyan ettikleri bilgi ve belgelerden, EKAP veya diğer kamu kurum ve kuruluşları ile kamu kurumu niteliğindeki meslek kuruluşlarının internet siteleri üzerinden sorgulanamayanlar ile istenilmiş ise teknik şartnameye cevaplar ve açıklamalara ilişkin tevsik edici belgeler ve fiziki ortamda alınmış geçici teminat mektubunu, belgelerin sunuluş şekline uygun olarak sunmaları için iki iş gününden az olmamak üzere makul bir süre verilir.
- İhale dokümanında öngörülmesi halinde numune uygunluğu ve demonstrasyon işlemlerine ilişkin değerlendirme de bu süreçte tamamlanır.
- Verilen süre içerisinde istenen belgeleri sunmayan istekliler ile numune ve/veya demonstrasyon işlemlerine ilişkin yükümlülüklerini yerine getirmeyen isteklilerin teklifleri değerlendirme dışı bırakılarak geçici teminatları gelir kaydedilir.
- İsteklilerden; sunduğu belgeler beyan ettiği bilgileri doğrulayamayan veya numune değerlendirilmesi ve demonstrasyon işlemi başarısız sonuçlananların teklifleri değerlendirme dışı bırakılır.
- Bu işleme ekonomik açıdan en avantajlı birinci ve belirlenecek ise ikinci teklif sahibi tespit edilene kadar devam edilir.

Ekonomik Açıdan En Avantajlı Teklif

- Ekonomik Açıdan En Avantajlı Teklif en düşük fiyat esasına göre veya fiyat ile birlikte fiyat dışı unsurlar dikkate alınarak belirlenir.
- (Halihazırda, elektronik beyan usulünde, sadece Ekonomik Açıdan En Avantajlı Teklif en düşük fiyat esasına göre belirleniyor)
- Ekonomik Açıdan En Avantajlı Teklif ve varsa Ekonomik Açıdan En Avantajlı 2. Teklif, yasaklılık teyitleri yapılarak, alınan ihale komisyonu kararı, ihale yetkilisinin onayına sunulur.
- Gerçeğe aykırı beyanda bulunduğu anlaşılan istekliler ile fiziki ortamda alınmış geçici teminat mektubunu idarenin talebi üzerine sunmayan istekliler hakkında, Kanununun 17'nci maddesindeki hükümler uygulanır.

- Beyan edilen bilgiler ile bu bilgileri tevsik etmek amacıyla sunulan belgelerdeki bilgiler arasında farklılık bulunması durumunda; Belgelerde yer alan bilgilerin ihaleye katılım için istenen şartları sağlaması kaydıyla tekliflerin geçerliliği etkilenmez.
- Aksi takdirde isteklilerin teklifleri değerlendirme dışı bırakılır.

SONUÇ

Ülkemizde uygulanan ihale sisteminin daha rekabetçi ve saydamlık ilkelerini yerine getirmesi açısından ve ayrıca ortaya çıkacak kağıt israfını düşünerek ve teknolojik gelişmelere uyum sağlamak için ihalelerin elektronik ortama taşınması artık bir gereksinim olmuştur.

Bu kapsamda gerekli altyapı sağlandığı için ve standart ihale ile satın alma sürecinin bazı dezavantajlarından ötürü ihalelerin elektronik ortama taşınması daha uygundur.

KAYNAKÇA

1. 4734 Sayılı Kamu İhale Kanunu
2. 4735 Sayılı Kamu İhaleleri Sözleşme Kanunu
3. 5018 Sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu
4. Merkezi Yönetim Harcama Belgeleri Yönetmeliği
5. Kamu İhale Kurumu, İsmail ALTUN

TERS KİNEMATİK ANALİZİN YAPAY SİNİR AĞLARI İLE SİMÜLYASYONU SIMULATION OF INVERSE KINEMATICS ANALYSIS THROUGH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Mustafa Yusuf YILDIRIM¹
Mustafa ANUTGAN²

ÖZET

Bu çalışmada, bir robot manipülatörün ters kinematik analizi yapay sinir ağları yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Kullanılan robot manipülatör RRR (dönel, eklemli) tipidir ve 3 eksenlidir. Ters kinematik analiz, robotun herhangi bir konuma gidebilmesi için gerekli eklem açılarının hesaplanması olarak bilinir. Bu hesaplamaların matematiksel yükü oldukça fazladır. Yapay sinir ağları ile yaklaşım ise bu hesapların matematiksel yükünü azaltır. Çalışmada, bir ileri beslemeli yapay sinir ağı oluşturulmuş ve sadece robotun taban uzvundaki açı değeri hesaplanmıştır. Örnek veri setinde robot kolun ulaşabileceği konumlar giriş verisi olarak, bu konumlara karşılık gelen taban açı değeri ise hedef verisi olarak belirlenmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağı bu örnek veri seti ile eğitilmiştir ve sonucundaki hata grafiği incelenmiştir. Kabul edilebilir bir hata grafiği olduğu için yapay sinir ağı kullanıma hazır hale gelmektedir. Robotun örnek veri setinde bulunmayan konumlara gitmesi için gerekli taban açı değerinin tespiti, oluşturulan yapay sinir ağları kullanılarak kabul edilebilir hatalar ile gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Robot Kol, Manipülatör, Yapay Sinir Ağları, Ters Kinematik

ABSTRACT

In this work, inverse kinematics analysis of a robot manipulator is carried out through artificial neural networks. The robot manipulator which is used in this work is RRR (rotary, articulated) type and has 3 - DOF. Inverse kinematics analysis is described as the calculation of the required joint angles in order to arrive random positions. This calculation has a quite loaded mathematics. Approaching such problems with artificial neural networks reduces this mathematical difficulty. In this work, a feed forward artificial neural network is created and the base angle of the robot is calculated. The positions to which robot can arrive is specified as input data; base angle values to which the positions correspond is specified as target data in the example dataset. The artificial neural network is trained with this initial dataset and error graph which is generated as a result of the training is analyzed. The error graph is within acceptable limits, so the artificial neural network seems to be ready for application. Determination of the required joint angles in order to arrive positions which are not found in the example dataset is carried out with acceptable errors through the artificial neural network.

Keywords: Robotic Arm, Manipulator, Artificial Neural Networks, Inverse Kinematics

1. GİRİŞ

Kinematik analiz robot kolun kontrolü için oldukça sık kullanılan bir yöntemdir ve robotik biliminde önemli bir yere sahiptir. Bu analiz sayesinde robotun uç işlevcinin konumu ile robotun eklem açıları arasında bir ilişki elde edilir. Bu ilişkiden dolayı kinematik analizde iki adet analiz yöntemi bulunmaktadır. Robotun eklem açılarının kullanılmasıyla uç işlevcinin konumunun elde edilmesi ileri kinematik analiz olarak bilinir. Uç işlevcinin konumunun kullanılmasıyla robotun eklem açılarının elde edilmesine ise ters kinematik analiz denir. İleri kinematik analizi ters kinematiğe göre daha basittir. Ters kinematik analizin matematiksel yükü daha fazladır. Özellikle

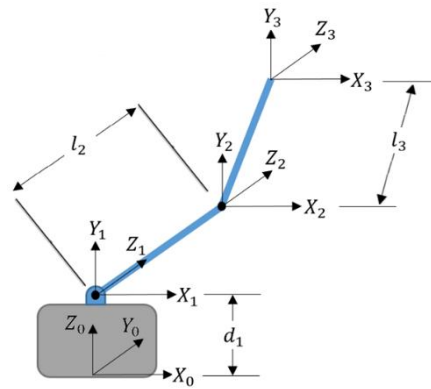
¹ Karabük Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, yusufyildirim@ohu.edu.tr

² Karabük Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, mustafaanutgan@karabuk.edu.tr

ters kinematiğin analitik yaklaşımı oldukça karmaşıktır. Ayrıca ters kinematiğin birden fazla çözümü mevcuttur. Bu durum sistemin kararlılığını etkilemektedir. Robotun ilgili konuma gitmesi için yapay sinir ağlarının kullanılması sistemin matematiksel yükünü hafifleteceği gibi sistem karmaşıklığının da azalmasını sağlar. Yapay sinir ağları, beynin öğrenme özelliğini taklit eden bir yapay zekâ türüdür. Yapay sinir ağları bir takım örnek verileri kullanarak eğitilir ve daha sonra görmediği veriler ile çalışmaya başlar. Bu ağlar robot kolların kinematik analizinde de kullanılabilir. Örnek veri seti giriş ve hedef verilerinden oluşmaktadır. Örneğin, ileri kinematik analizi yapılması durumunda giriş verileri robotun eklemler açılı, hedef verileri ise uç işlevcinin konumudur. Bir yapay sinir ağı oluşturulur ve bu veri seti ile eğitilir. Eğitim performansı verimli olduğunda robot istenen açı ve konum değerleri ile kontrol edilebilir [1].

2. TERS KİNEMATİK ANALİZİN YAPAY SİNİR AĞLARI İLE SİMÜLASYONU

Simülasyonda kullanılan robot manipülatör RRR (dönel, eklemler) tipidir ve 3 eksenlidir. Robot manipülatörün modeli ve eksenleri şekil 2.1’ de gösterilmiştir.



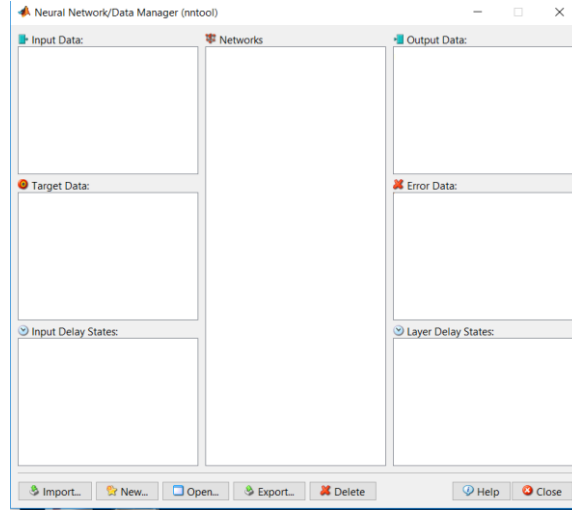
Şekil 2.1. Robot kolun eksenleri

Bu robot kolu uzunluk ölçüleri ise aşağıda verilmiştir.

- $d_1 = 70$ mm
- $l_2 = 135$ mm
- $l_3 = 185$ mm

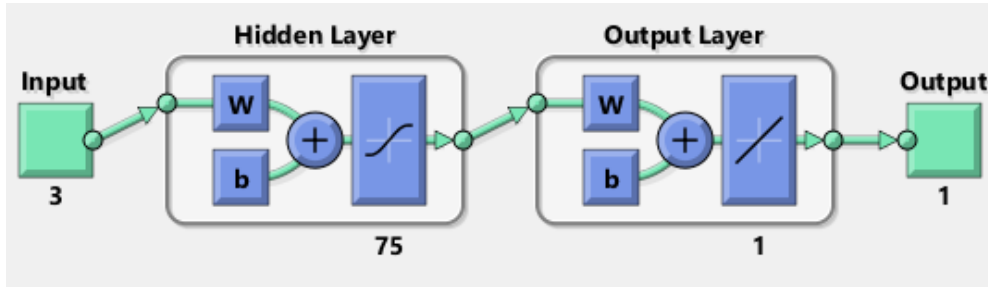
Bu çalışmada robot kolun ters kinematik analizi yapay sinir ağları ile gerçekleştirildiğinden dolayı giriş verileri konum olmalıdır. Bu yüzden robotun çalışma uzayı içerisinde olmak koşuluyla rastgele 2000 adet konum verisi oluşturulmuştur. Hedef verileri taban uzvun açı değerleri olmalıdır. Dolayısıyla oluşturulan her bir konum verisine denk gelen taban açı değerleri hesaplanıp hedef veri olarak kaydedilmiştir.

Giriş ve hedef verileri tamamlandığı için yapay sinir ağı oluşturulabilir. Bunun için MATLAB programında “Neural Network Toolbox ” kullanılmıştır. Neural Network Toolbox arayüzü şekil 2.2’ deki gibidir.



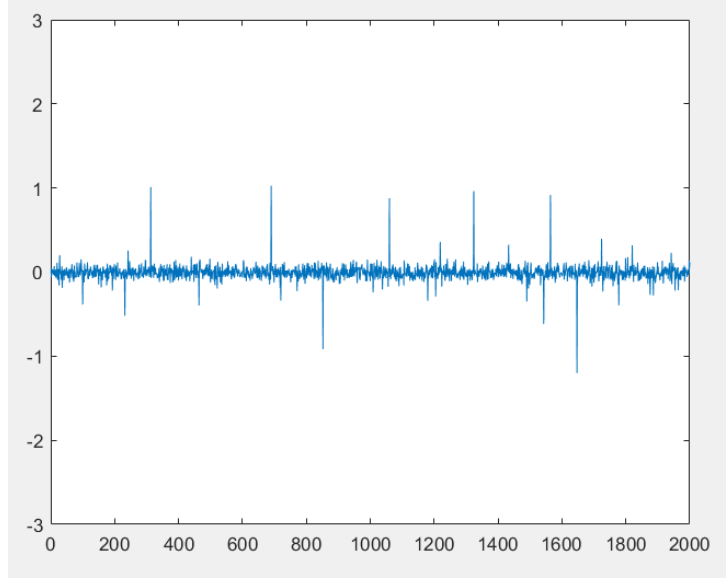
Şekil 2.2. MATLAB Neural Network Toolbox Arayüzü [3].

Burada yapay sinir ağı oluşturmak için öncelikle giriş ve hedef verilerinin eklenmesi gerekmektedir. Bu işlem gerçekleştirildikten sonra ağ oluşturulabilir. Oluşturulan ağ ileri beslemeli geri yayılımı yapay sinir ağıdır. Eğitim fonksiyonu olarak Levenberg - Marquardt algoritması kullanılmıştır. Performans fonksiyonu olarak ortalama karesel hata kullanılmıştır. 1 adet gizli katman vardır ve bu katmandaki nöron sayısı 75 olarak belirlenmiştir. Gizli katmanda sigmoid aktivasyon fonksiyonu, çıkış katmanında ise linear aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır. Oluşturulan yapay sinir ağı Şekil 2.3' te gösterilmiştir [3].



Şekil 2.3. Oluşturulan Yapay Sinir Ağı [3].

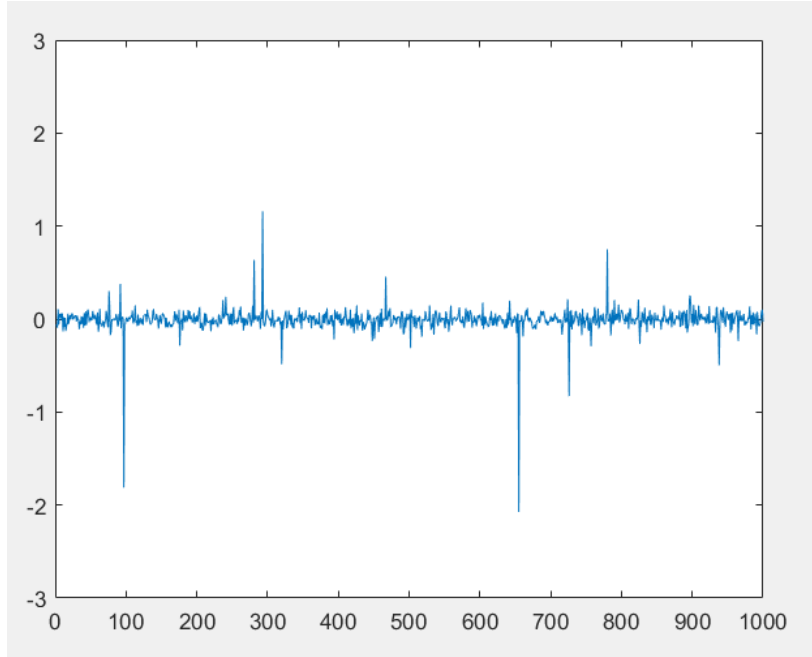
Yapay sinir ağı ilgili verilerle eğitilir ve bu eğitim sonucunda bir hata grafiği oluşturulur. Oluşturulan yapay sinir ağının eğitim sonucundaki hata grafiği Şekil 2.4' te gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Eğitim Sonucundaki Hata Grafiği

Bu hata grafiğinde yatay eksen iterasyon sayısını, dikey eksen ise robot manipulatörün taban açısı değerindeki hatayı temsil etmektedir. Bu eğitim sonucunda maksimum hatanın yaklaşık 1 derece olduğu görülmektedir. Bu hata değeri de robot manipulatörlerin endüstrideki manipülasyon işlemleri için oldukça kabul edilebilir bir değerdir [3].

Oluşturulan yapay sinir ağlarının tam anlamıyla çalışması için örnek verilerden farklı olan başka bir giriş verisi ile test edilmesi gerekmektedir. Bunun için aynı çalışma uzayı içerisinde olmak koşuluyla farklı 1000 adet rastgele konum bilgileri oluşturulmuştur. Bu giriş verilerine denk gelen taban açısı değerleri de ayrıca hesaplanıp farklı bir hedef verisi olarak kaydedilmiştir. Oluşturulan ağ bu giriş ve hedef verileri ile test edilmiş ve bir hata grafiği oluşturulmuştur. Bu grafik Şekil 2.5’te gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Test Sonucundaki Hata Grafiği

Bu test sonucunda ise maksimum hatanın yaklaşık 2 derece olduğu görülmektedir. Bu hata değeri de robot manipülatörlerin endüstrideki manipülasyon işlemleri için yine kabul edilebilir bir değer olabilir. Böylece oluşturulan yapay sinir ağı endüstride robot manipülatörün genel manipülasyon işlemlerinde kullanılması mümkündür [3].

3. SONUÇ

Bu çalışmada, bir robot manipülatörün yapay sinir ağları ile endüstride kullanılmasının araştırılması için bir simülasyon gerçekleştirilmiştir. Robot manipülatörün ters kinematik analizi yapay sinir ağı ile yapılmaktadır. Bu sistem için giriş verileri robotun çalışma uzayı içerisindeki rastgele 2000 adet konum değeri, hedef verileri ise bu konum değerlerine denk gelen robotun taban uzvunun açı değerleri olarak belirlenmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağı ileri beslemelidir ve eğitimi için Levenberg - Marquardt algoritması kullanılmıştır. Gerekli eğitim ve test işlemleri yapıldığında robot manipülatörün kabul edilebilir hata değerleri ile endüstride genel tutma ve yerleştirme (manipülasyon) görevinde kullanılması oldukça mümkün olmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Karabük Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından KBÜBAP-18-YL-054 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- 1) Yavuz Ş. and Hocoğlu M., “İki serbestlik dereceli robot kollarında uç nokta konumunun yapay sinir ağları ile bulunması”, Uluslararası Katılımlı 17. Makina Teorisi Sempozyumu, (2015)
- 2) Dereli S. ve Köker R., “7-DOF seri robotun ters kinematik çözümünde eğitime amaçlı kullanılan çok katmanlı yapay sinir ağının tasarlanması ve sonuçların analizi”, Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi , 6 (1): 60-71 (2017)
- 3) İnternet: MATLAB, “Neural Network Toolbox”, <https://in.mathworks.com/help/deeplearning/ref/nntool.html> (2018).

**STEREO GÖRME VE 3 EKSENLİ ROBOT KOL KULLANILARAK NESNE
SINIFLANDIRMA**
OBJECT CLASSIFICATION USING STEREO VISION AND 3 DOF ROBOTIC ARM

Mustafa Yusuf YILDIRIM¹
Mustafa ANUTGAN²

ÖZET

Bu çalışmada, bir robot manipülatörün nesne sınıflandırmada kullanılması amaçlanmıştır. Nesnelerin sınıflandırılması renk - tabanlı sınıflandırma olarak tercih edilmiştir. Rastgele konumlarda yerleştirilen kırmızı, mavi ve yeşil nesnelerin ait oldukları kırmızı, mavi ve yeşil bölümlere taşınmasıyla farklı renklere sahip nesnelerin birbirinden ayrımı ve nesnelerin renklerine göre farklı konumlarda istiflenmesi gerçekleştirilmiştir. Nesnelerin renklerinin ve konumlarının algılanması ve sistem tarafından belirlenmesi için 3 boyutlu görüntü işleme teknolojisi olarak bilinen bilgisayarlı görme sistemlerinden olan stereo tabanlı bir kamera sistemi kullanılmıştır. Bu kamera sistemi ile farklı renkteki nesnelerin renkleri belirlenmiş ve aynı zamanda rastgele konumları tespit edilmiştir. Böylece bilgisayarlı görme kısmı tamamlanmış olan çalışmanın bundan sonraki kısmında, konumu ve rengi bilinen nesnenin ait olduğu kutuya hassas bir şekilde yerleştirilmesi gerçekleştirilmiştir. Bu yerleştirme işlemi RRR (dönel, eklemlili) tipidir ve 3 eksenli bir robot manipülatör tarafından yapılmıştır. Eklemlilerindeki motorlar servo motorlar sayesinde hassas hareket edebilen bu robot manipülatör, çalışma uzayındaki aktif bölümde yer alan ilgili nesneyi ilgili konuma yerleştirebilmiş ve böylece sınıflandırma işlemi tamamlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Robot Kol, Manipülatör, Stereo Görme, Bilgisayar Görme, MATLAB, Nesne Sınıflandırma, Renk Ayrımı

ABSTRACT

In this work, it is aimed that a robot manipulator is used for color - based object classification. Differently colored objects are separated from each other and collection of the objects at different locations with respect to their colors by placing red, blue and green objects arriving at arbitrary positions in a random order to the red, blue and green boxes, respectively. A stereo - based camera system which is one of the computer vision systems for 3D image processing is used for detecting and estimating the colors and the positions of the objects . Colors of differently colored objects are detected and also arbitrary positions of these objects are determined by this camera system. Thus, the computer vision part of this work is completed. In the rest of the work, the object whose position and color are known is sensitively placed to the box which it belongs to. That placing task is carried out by a robot manipulator which is RRR (rotary, articulated) type and has 3 - DOF. The robot manipulator, which can act sensitively owing to the servo motors at its joints, places the related object to the related position in the active area of the workspace, and thus the classification task is completed.

Keywords: Roboic Arm, Manipulator, Stereo Vision, Computer Vision, MATLAB, Object Classification, Separation of Color

1. GİRİŞ

Endüstride robotların en çok kullanıldığı alan manipülasyondur. Üretim hattında bir ürünün bir yerden başka bir yere taşınması işlemini son zamanlarda robot kollar yapmaktadır. Bu robot kollar programlama açısından genellikle el kumandası ile kontrol edilmektedir. Robot kola manipülasyon

¹ Karabük Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, yusufyildirim@ohu.edu.tr

² Karabük Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, mustafaanutgan@karabuk.edu.tr

işlemi için bir yazılım yüklenir ve robot kol bu yazılım dâhilinde algılayıcılar tarafından algılanan ürünleri yerinden alıp başka bir yere taşır. Bu yöntem endüstride çok sık kullanılan bir yöntemdir ve üretim hızını dikkate değer ölçüde artırır. Ancak bu standart endüstriyel robot manipülatör tarafından gerçekleştirilen işlemlerin doğruluğu ve performansı programlayıcı veya operatöre bağlıdır. Ayrıca her farklı durum için farklı sistemler veya programlar gerekir. Örneğin; ürünler tam hizada istenen doğrultu ve yönde gelmesi durumunda robot manipülatör çok verimli davranırken, bu şekilde programlanan robot manipülatör için farklı açı veya doğrultuda gelen ürünlerin manipülasyon işlemi tam olarak gerçekleştirilememekte veya hatalı olarak gerçekleştirilmektedir. Çünkü robot manipülatör sadece kendisine yüklenen programı uygulamaya döker. Son zamanlarda bu problemi gidermek için, manipülasyon işlerinde kullanılan robot kolun bilgisayarlı görme veya yapay görme olarak bilinen görsel geri besleme aracılığıyla kontrol edilmesi ile ilgili çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Robotik sistem tabanlı otomasyonlu üretim hatlarında bilgisayarlı görme algoritmalarını barındıran görüntüleme sistemlerinin kullanılması daha doğru ve daha hızlı bir gerçek zamanlı süreç kontrolü sağlar. Bu sayede önceden robot manipülatöre yüklenen program haricinde bir durum söz konusu olduğunda örneğin, farklı açı veya doğrultuda bir ürün geldiğinde manipülasyon işlemi doğru ve tam hassaslıkta gerçekleştirilebilmektedir. Algılayıcı tabanlı geri besleme yerine birtakım kameralar ile gerçekleştirilen bu görme tabanlı geri beslemenin kullanılması tekrarlamalı manipülasyon işlemlerindeki esneklik problemini ortadan kaldırmaktadır. Ayrıca bu gelişme endüstri 4.0 devrimi ve karanlık fabrikalar için son derece önemli hale gelmektedir. Fabrikaların görme tabanlı çalışması ve otomasyondaki işlem hatalarının bir kamera aracılığıyla bilgisayarlı görme tarafından algılanması tam otomatik seri üretim hatları için vazgeçilemez bir adım olabilir. Ayrıca karanlık fabrikalar için gece çalışma durumunda optik kameralar kullanılamayacağı için bunların yerine farklı gece görüş sistemlerinin kullanılması son derece faydalı olacaktır [1].

2. STEREO GÖRME VE 3 EKSENLİ ROBOT KOL KULLANILARAK NESNE SINIFLANDIRMA

2.1. Materyal

DeneySEL çalışma için öncelikle bir düzenek hazırlanmıştır. Kullanılan tüm materyaller bu düzenek üzerinde bulunmaktadır.



Şekil 2.1. DeneySEL Çalışma Düzenegi

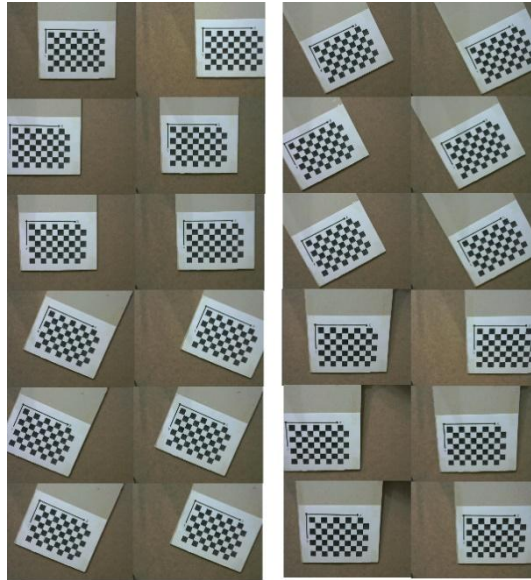
DeneySEL çalışmada kullanılan robot kol Tinkerkit Braccio Robot Kol olarak belirlenmiştir. Robot kolun 4 adet servo motoru mevcuttur. Bu motorlardan 3 tanesi SR 431 servo motordur ve robot kolun uzuvlarını hareket ettiren eklem motorlarıdır. Kalan motor ise SR 311 servo motordur ve uç işlevciyi açılıp kapanmasını sağlar. Uç işlevciye motor robot kola herhangi bir serbestlik derecesi eklememektedir. Dolayısıyla robot kol 3 eksenli olarak hesaplanıp kullanılmıştır.

Stereo kamera sistemi için 2 adet Logitech C310 WEB kamera kullanılmıştır. Bu kameralar platformun üst kısmına sıkı geçme ile monte edilmiştir. Kameralar mümkün olduğunca yanyana ve aynı hizada olacak şekilde yerleştirilmiştir. Kullanılan bu 2 kamera da MATLAB üzerinden rahatlıkla çalışmaktadır.

Tinkerkit Braccio Robot Kolun kendi motor sürücüsü mevcuttur. Tinkerkit Braccio motor sürücü Arduino programlama kartına uyumlu olarak tasarlanmıştır. Eklem açıları motor sürücü ve Arduino Uno üzerinden robot kola gönderilmektedir. Arduino Uno programlama kartının deneysel çalışmadaki görevi, MATLAB programı ile seri haberleşerek ters kinematik analiz sonucu elde edilen eklem açılarını almak ve bu açıları Tinkerkit Braccio motor sürücü vasıtasıyla robot kola göndermektir.

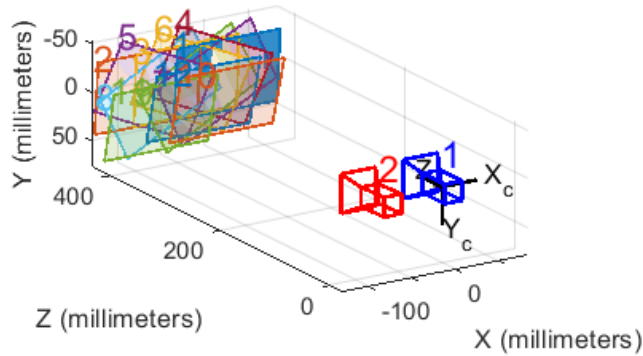
2.2. Yöntem

Deneysel çalışmada öncelikle kameralardan nesnelerin algılanması gerekmektedir. Bilgisayar görme tekniklerinden olan stereo görme sistemi oluşturulabilmesi için öncelikle bu 2 kameranın aynı anda kalibre edilmesi gerekmektedir. Kalibrasyon için bir dama tahtası kullanılarak kameralardan fotoğraflar çekilmelidir.



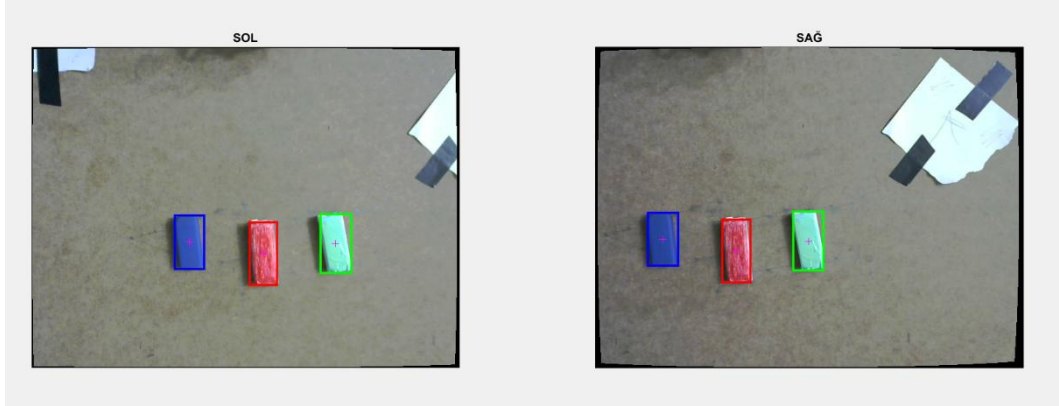
Şekil 2.2. Dama tahtasının stereo kamera sistemi ile çekilen 12 adet fotoğrafı [18].

Çekilen fotoğraflar MATLAB Stereo Kamera Kalibratör Araç Kutusunda yüklenerek kameraların kalibrasyon işlemi gerçekleştirilir [18]. Bu kalibrasyon işlemi sonucunda kameraların kendi kartezyen koordinatları oluşur. Nesneler bu koordinata göre algılanır ve uzaklıkları bu koordinat bilgileri kullanılarak hesaplanır. Koordinatın merkezi bir kameraya göre belirlenir.



Şekil 2.3. Kameraların kartezyen koordinat sistemi [18].

Kameraların kalibre edilmesinden sonra sistemin çalışmaya hazır konumda olur. Nesneler renk tabanlı algılanmıştır. Bu renkler RGB renk uzayında ana renkler olan kırmızı, mavi ve yeşil renklerdir. Bu çalışmada nesneler renklerine göre ayrılmıştır.



Şekil 2.4. Sol ve sağ kameradan kırmızı, mavi ve yeşil nesnelerin algılanması [18].

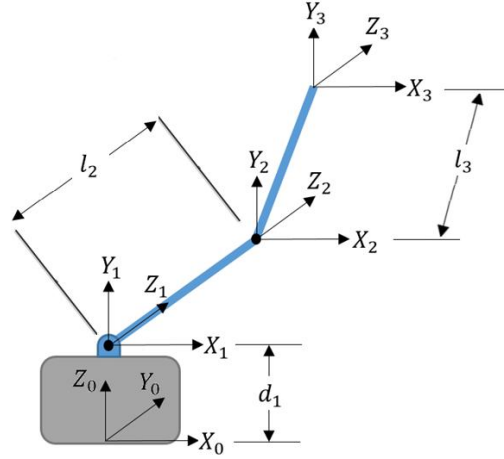
Şekil 2.4' teki durum için nesnelerin konumu aşağıdaki gibidir.

- Mavi Nesne (x - y - z) = (-23,39 - 24,76 - 440,81)
- Kırmızı Nesne (x - y - z) = (37,91 - 33,13 - 439,07)
- Yeşil Nesne (x - y - z) = (96,39 - 25,28 - 438,83)

Robot kol ile kameraların kartezyen koordinat sistemleri aynı değildir. Bu nedenden dolayı koordinat dönüşümü yapılmalıdır. Robot kolun merkezi, kameraların koordinat sistemine göre yaklaşık 106 mm doğusunda ve yaklaşık 205 mm kuzeyinde yer almaktadır. Robot kolun yükseklik bilgisi yaklaşık 0 mm alınabilir, çünkü robot kol için yükseklik bilgisinden ziyade nesnelerin platform üzerinde hangi (X, Y) konumunda olduğu daha önemlidir. Dolayısıyla bu dönüşüm uygulanırsa nesnelerin robot kolun koordinat merkezine göre konumları elde edilir. Bu durumda konumlar aşağıdaki gibi olur.

- Mavi Nesne (x - y - z) = (129,39 - 229,76 - 0,0)
- Kırmızı Nesne (x - y - z) = (68,08 - 253,13 - 0,0)
- Yeşil Nesne (x - y - z) = (9,60 - 230,28 - 0,0)

Koordinatlar hazır olduğu için ters kinematik analize geçilebilir. Robot kolun bu konumlara gidebilmesi için gerekli eklem açıları hesaplanır. Ters kinematik analiz analitik yaklaşım kullanılmıştır. Bunun için robot kolun DH parametreleri ile ileri kinematik matrisinin bulunması gerekmektedir. Bunun için öncelikle eklemlerdeki eksenler tanımlanır. Şekil 2.5' de robot kolun eksenleri gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Robot kolun eksenleri

DH parametreleri bu eksenlere göre belirlenir. Robot kolun DH parametreleri Çizelge 6.1' de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Robot kolun DH parametreleri

i	α_{i-1}	a_{i-1}	d_i	θ_i	Değişken
1	90	0	d_1	θ_1	θ_1
2	0	l_2	0	θ_2	θ_2
3	0	l_3	0	θ_3	θ_3

DH parametreleri kullanılarak her bir i değeri için dönüşüm matrisleri tanımlanır. Bunun için standart dönüşüm matrisi kullanılmıştır.

$${}^{i-1}T_i = \begin{bmatrix} \cos(\theta_i) & -\cos(\alpha_{i-1}) \cdot \sin(\theta_i) & \sin(\alpha_{i-1}) \cdot \sin(\theta_i) & a_{i-1} \cdot \cos(\theta_i) \\ \sin(\theta_i) & \cos(\alpha_{i-1}) \cdot \cos(\theta_i) & -\sin(\alpha_{i-1}) \cdot \cos(\theta_i) & a_{i-1} \cdot \sin(\theta_i) \\ 0 & \sin(\alpha_{i-1}) & \cos(\alpha_{i-1}) & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Her bir eklemin dönüşüm matrisi hesaplandıktan sonra

$$[{}^0T]^{-1}{}^0T = {}^1T \cdot {}^2T \quad (2.2)$$

işlemi uygulanır ve iki matrisin eşitliğinden yararlanılarak açılar elde edilir.

$$\theta_1 = \text{Atan2}(p_y, p_x) \quad (2.3)$$

$$\theta_3 = \text{Atan2}(-\sqrt{1-f^2}, f) \quad (2.4)$$

$$\theta_2 = \text{Atan2}(a_2 + f \cdot a_3, a_3 \sin(\theta_3)) + \text{Atan2}\left(-\sqrt{(a_2 + f \cdot a_3)^2 + (a_3 \sin(\theta_3))^2 - h^2}, h\right) \quad (2.5)$$

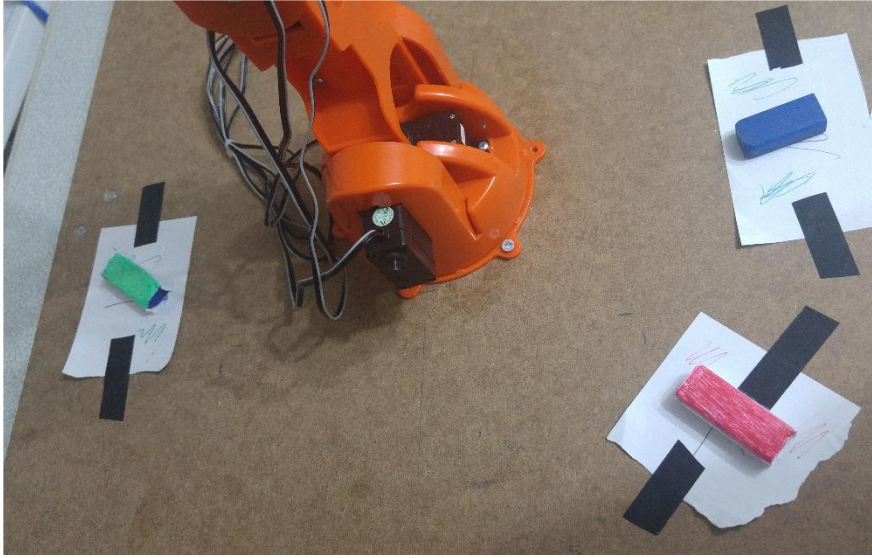
Bu açı ifadeleri kullanılan robot kolun motor sınır açılarına göre hesaplanmıştır. Çünkü ters kinematik analizde robot kol için birden fazla çözüm mevcuttur. Ancak bu açıların tamamının doğruluğu, konumu ve motorların sınır açılarını hesaba katarak kontrol edilmelidir. robot kolun motor sınır açıları aşağıdaki gibidir.

- $0 < \theta_1 < 180$
- $10 < \theta_2 < 170$
- $0 < \theta_3 < 180$

DH parametrelerindeki değerler aşağıda verilmiştir.

- $d_1 = 70$ mm
- $a_2 = 135$ mm
- $a_3 = 185$ mm

Bu değerler için eklem açıları hesaplanır. Bulunan bu açılarda robot kol sürülmeye hazırdır. Motorlar 5 Volt 4 Amperlik bir adaptör ile sürülür. Bu açı değerleri motorlara uygun hale getirildikten sonra Arduino UNO programlama kartına seri haberleşme yoluyla gönderilir. Arduino UNO ve Tinkerkit Braccio Motor Sürücü bu açı değerleri ile robot kolu sürer ve böylece renk tabanlı nesne sınıflandırma yapılmış olur. Şekil 2.6' da renk tabanlı nesne sınıflandırmanın sonucu gösterilmiştir.



Şekil 2.6. Renk tabanlı nesne sınıflandırmanın gerçekleştirilmesi.

3. SONUÇ

Bu tez çalışmasında, bir stereo kamera sistemi kullanılarak 3 eksenli RRR tipi (dönel) bir robot manipülâtörün nesne manipülasyonu gerçekleştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Öncelikle bir çalışma platformu üretilmiştir. Bu platform üzerine dik ve aşağı yönlü görüş açısı olan bir stereo kamera sistemi kurulmuştur. Bunun için 2 adet Logitech C310 kameralar kullanılmıştır. 2 kamera yan yana monte edilmiş ve sabitlenmiştir. Bu kameralar MATLAB Stereo Kamera Kalibratör Araç Kutusunda bir dama tahtası kullanılarak kalibre edilmiştir. Bu şekilde kameralara ait iç ve dış parametreler kullanıma hazır hale gelmektedir. 3 eksenli Tinkerkit Braccio Robot Kol kameraların dik bakış hizasından 21 cm uzağa monte edilmiştir. Robot kol MATLAB ortamında ters kinematik ile kontrol edilmiştir. Robot kolun çalışma alanı oluşturulmuştur. Bu çalışma alanı aynı zamanda kameraların ortak görüş alanı içerisinde kalmaktadır. Bu çalışma alanına kırmızı, mavi ve yeşil nesnelere konulmuş ve bu nesnelere renk tabanlı sınıflandırılması yapılmıştır. Ardından bu nesnelere konumu üçgenleme yöntemi ile belirlenmiştir. Robot kol ile kameralar farklı konumlarda olduğundan dolayı kameralardaki nesne konumu robot kola göre doğru değildir. Dolayısıyla bir koordinat dönüşümü yapılmıştır. Nesnenin robot kola göre konumu elde edilmiştir. Robot kol bu doğru konuma ters kinematik hesaplar aracılığıyla yönelmiş ve ilgili nesneyi taşıyarak istif bölgesine bırakmıştır. Böylece kırmızı, mavi ve yeşil nesnelere ayrımı gerçekleştirilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Karabük Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından KBÜBAP-18-YL-054 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- 1) Yavuz E., “3 serbestlik dereceli (3R) bir robot manipülatörünün kontrolü ve görüntü işlemeye dayalı nesne taşınması”, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 1-2, 11-12, 49-59 (2015).
- 2) Şenel F. A. ve Çetişli B., “Görüntü işleme ve beş eksenli robot kol ile üretim bandında nesne denetimi”, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 21 (5): 158-161 (2015).
- 3) Lin C.-C., Gonzalez P., Cheng M.-Y., Luo G.-Y., and Kao T.-Y., “Vision based object grasping of industrial manipulator”, International Conference on Advanced Robotics and Intelligent Systems, Taipei, 978-1-5090-5102-1/16 IEEE (2016).
- 4) Taryudi and Wang M.-S., “3D object pose estimation using stereo vision for object manipulation system”, International Conference on Applied System Innovation, 1532-1535 (2017).
- 5) Taryudi and Wang M.-S., “Eye to hand calibration using ANFIS for stereo vision-based object manipulation system”, Microsyst Technol, 24: 305-317 (2017).
- 6) Shi G. and Chen D., “Research and applications of the hybrid cameras visual servo robot”, 8th International Conference on Mechanical and Intelligent Manufacturing Technologies, 978-1-5386-0377-2/117 IEEE (2017).
- 7) Chang W.-C., Cheng M.-Y., and Tsai H.-J., “Image feature command generation of contour following tasks for SCARA robots employing Image-Based Visual Servoing - A PH-spline approach”, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 44: 57-66 (2017).
- 8) Yavuz S. and Selvi Ö., “A transformation matrices module in position analysis of serial manipulators for denavit-hartenberg method”, doi:10.13140/RG.2.2.33669.14563 (2016).
- 9) Duran F. ve Kaya A., “Duruş ve hareket algılama teknolojileri: stereo, time of flight ve yapısal ışık algılayıcılar”, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 11 (1): 57-73 (2018).
- 10) Soyaslan M., “Stereo kamera sisteminde aykırılık haritaları yardımıyla nesne uzaklıklarının tespit edilmesi”, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 20 (2): 111-119 (2016).
- 11) Lee Y.-J. and Park M.-W., “3D tracking of multiple onsite workers based on stereo vision”, Automation in Construction, 98: 146-159 (2019).
- 12) Alagoz B.B., “A note on depth estimation from stereo imaging systems”, Bilgisayar Bilimleri Dergisi, 1 (1): 8-13 (2016).
- 13) Pieters R., “Visual servo control - embedded vision in dynamics and control”, Eindhoven University of Technology Mechanical Engineering, Eindhoven (2012).
- 14) Gerstmayr L., “Image - based visual servoing”, University Bielefeld Computer Engineering, Bielefeld (2009).
- 15) Bingül Z. ve Küçük B., “Robot Kinematığı”, Birsen Yayınevi, İstanbul, 1-2, 104-120, 168-179 (2009).
- 16) Çayıroğlu İ., “Görüntü İşleme”, Karabük Üniversitesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü, Karabük (2018).
- 17) İnternet: Mavis Yapay Görme Kamera Sistemleri Firması, “3D Görüntü İşleme Teknikleri”, <http://www.mavis.com.tr/blog/?tag=stereo-vision> (2014).
- 18) İnternet: MATLAB, “Computer Vision System Toolbox”, <https://www.mathworks.com/help/vision/index.html> (2018).

AN INTEGRATED APPROACH FOR MOBILE PHONE SELECTION

Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk EFE¹
Arş. Gör. Dr. Burak EFE²
Arş. Gör. Mehmet Akif YERLİKAYA³

ABSTRACT

Fuzzy quality function deployment (QFD) approach has been widely applied to transform customer requirements into products or services because fuzzy numbers enable to make consistent decisions in uncertain environment to decision makers. This paper proposes to use interval type-2 fuzzy (IT2F) numbers in the development of a novel fuzzy QFD approach. The developed interval type-2 fuzzy number based QFD approach utilizes interval type-2 fuzzy sets to define the correlations among customer requirements (CRs); the relations between CRs and design requirements (DRs); the correlations among DRs, the weights of DRs. There is no paper about integrating QFD approach and IT2F set in the literature. IT2F numbers ensure us more information than type-1 fuzzy numbers to describe the fuzziness and the uncertainty of the real life world. In addition, TOPSIS (Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution) method based on interval type-2 trapezoidal fuzzy (IT2TrF) is utilized to select the best mobile phone. Finally, the proposed approach has been implemented to a mobile phone selection in order to test its validity.

Keywords: Quality Function Deployment, Fuzzy Logic, TOPSIS, Interval Type-2 Fuzzy Number, Mobile Phone Selection

INTRODUCTION

In nowadays, because customers' desires are higher than the expected, products manufactured to meet customer requirements and needs are insufficient to ensure that producers receive the lion share of the market. Especially, in free market economies, companies must constantly develop new products that can respond to market needs to become permanent and grow in market. In order to satisfy the changing of CRs, developing products using new modern research activities or producing completely new products has become the main of firms in the industries that are based on full competition (Şen, 2006). This situation causes to be a more important and necessary step in the development of new products in the design phase (Yung et al., 2006). Literature review consists of studies related to quality function development (QFD) approach and NPD. Firstly, NPD practices have been investigated in several studies. Hung et al. (2006) proposed the QFD based NPD policy to create design alternatives using partnership collaboration. Song et al. (2013) propounded the quantitative methods to assess the risk factors in customer's integration for NPD. They used rough set theory and group AHP approach to develop a risk assessment framework without the need for prior knowledge of certainty and uncertainty in uncertain environmental conditions. Efe et al. (2015) introduced the intuitionistic fuzzy TOPSIS (technique for order preference by similarity to ideal solution) approach to select an ergonomic mobile phone product concept. Han et al. (2015) presented the artificial neural network approach based on Bayesian network for the best concept selection. Ayağ (2016) combined modified TOPSIS and ANP methods into concept selection for a NPD process. Goswami et al. (2016) used QFD (quality function deployment), functional analysis system technique and AHP approaches for design concept selection. Shidpour et al. (2016) considered rough sets and fuzzy sets theories for design concepts. Baysan et.al. (2017) explored the organizational aspects of NPD projects and proposed a new team-based labour assignment

¹ Afyon Kocatepe Üniversitesi, omerfarukefe@aku.edu.tr

² Necmettin Erbakan Üniversitesi, burakefe0642@gmail.com

³ Gazi Üniversitesi, akifyerlikaya@gazi.edu.tr

methodology. This paper proposes to utilize interval type-2 fuzzy sets in the development of a novel fuzzy QFD approach. The subjective judgments of the decision makers are aggregated by using IT2TrF numbers operations to determine the weights of these criteria. These weights with IT2TrF number are used into IT2TrF number based TOPSIS phase to rank the mobile phone alternatives.

Methods

TOPSIS, which is developed by Hwang and Yoon (1981), ranks suitable solutions presenting the farthest distance from negative ideal solution (NIS) and the shortest distance from positive ideal solution (PIS) simultaneously (Hwang and Yoon, 1981). In this paper, we propose the possibility degree based TOPSIS method with IT2F numbers as an extension of TOPSIS method. Let X be a set of alternatives $X=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, F be a set of attributes $F=\{f_1, f_2, \dots, f_m\}$, and D be a set of decision makers $D=\{D_1, D_2, \dots, D_l\}$. The set F of attributes can be separated into two sets: benefit and cost attributes. The proposed method is now introduced as follows:

Step 1: Define the weighting matrix W_l of the attributes.

$$W_l = (\tilde{w}_i^l)_{1 \times m} = \begin{bmatrix} f_1 & f_2 & \dots & f_m \\ \tilde{w}_1^l & \tilde{w}_2^l & \dots & \tilde{w}_m^l \end{bmatrix}$$

$$\tilde{w}_i = \sum_{l=1}^k w_l \tilde{w}_i^l$$

\tilde{w}_i is a trapezoidal IT2F number, $1 \leq i \leq m, 1 \leq l \leq k$. k is the number of decision makers. w_l is the importance degree of the decision maker D_l . \tilde{w}_i^l is the importance degree of attribute f_i according to the decision maker D_l .

Step 2: Define the decision matrix Y_l of the decision maker D_l and construct the average decision matrix \bar{Y} , respectively.

$$\tilde{f}_{ij} = \sum_{l=1}^k w_l \cdot \tilde{f}_{ij}^l$$

\tilde{f}_{ij} is a trapezoidal IT2F number, $1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n, 1 \leq l \leq k$. k is the number of decision makers. w_l is the importance degree of the decision maker D_l . \tilde{f}_{ij}^l is the judgment of the decision maker D_l for \tilde{f}_{ij} .

Step 3: Define the average weighting matrix \bar{W} .

$\tilde{v}_{ij} = \tilde{w}_i \otimes \tilde{f}_{ij}, 1 \leq i \leq m, \text{ and } 1 \leq j \leq n$. \tilde{v}_{ij} is a trapezoidal IT2F number.

Step 4: Define the possibility degree $p(\tilde{v}_i \succ \tilde{v}_i^+)$ between each alternative \tilde{v}_i and the approximate positive ideal solution \tilde{v}_i^+ , the possibility degree $p(\tilde{v}_i \succ \tilde{v}_i^-)$ between each alternative \tilde{v}_i and the approximate negative ideal solution \tilde{v}_i^- , shown as follows:

$$p(\tilde{v}_i \succ \tilde{v}_i^+) = \min \left\{ \max \left(\frac{M^*(\tilde{v}_i) - M_*(\tilde{v}_i^+)}{M^*(\tilde{v}_i) - M_*(\tilde{v}_i) + M^*(\tilde{v}_i^+) - M_*(\tilde{v}_i^+)}, 0 \right), 1 \right\}$$

$$p(\tilde{v}_i \succ \tilde{v}_i^-) = \min \left\{ \max \left(\frac{M^*(\tilde{v}_i) - M_*(\tilde{v}_i^-)}{M^*(\tilde{v}_i) - M_*(\tilde{v}_i) + M^*(\tilde{v}_i^-) - M_*(\tilde{v}_i^-)}, 0 \right), 1 \right\}$$

where

$$M_*(\tilde{v}_i) = \frac{1}{6}(v_{i1}^U + 2v_{i2}^U)H(\tilde{A}_i^U)^2 + \frac{1}{6}(v_{i1}^L + 2v_{i2}^L)H(\tilde{A}_i^L)^2$$

and

$$M^*(\tilde{v}_i) = \frac{1}{6}(v_{i4}^U + 2v_{i3}^U)H(\tilde{A}_i^U)^2 + \frac{1}{6}(v_{i4}^L + 2v_{i3}^L)H(\tilde{A}_i^L)^2$$

Step 5: Define the possibility degree based closeness coefficient PC_i for each alternative, shown as follows:

$$PC_i = \frac{\sum_{j=1}^m p(\tilde{v}_i \succ \tilde{v}_i^-)}{\sum_{j=1}^m (p(\tilde{v}_i \succ \tilde{v}_i^-) + p(\tilde{v}_i \succ \tilde{v}_i^+))}$$

Step 7: Rank the values of PC_i in a decreasing order, where $1 \leq i \leq n$. The higher the possibility degree based closeness coefficient PC_i , the better alternative xi.

The model proposed by Chen and Chen (2014) calculating the relationship between n design requirements and m customer requirements is used. γ_{kj} indicates the degree of correlation between jth design requirement and kth design requirement. R_{ij} , indicates the degree of relationship between the ith customer requirement and kth design requirement. R_{ij}^{norm} indicates the normalized degree of relationship between the ith customer requirement and kth design requirement. β_{il} shows the correlation between ith and jth customer requirements. d_i is the importance degree of ith customer requirement. The score for each design requirement can be calculated. AS_j is the absolute score of jth design requirement. IR_i is the importance degree with correlation of ith customer requirement. The priorities of each design requirement in the QFD can be obtained by assigning according in ascending order.

Results and discussions

The subjective judgments of experts are established to obtain priorities of customer requirements by employing the linguistic scale, which is demonstrated in Table 1. The five decision makers construct the importance degrees of customer requirements as showing in Table 2.

Table 1: Linguistic terms

Linguistic terms	IT2TrF numbers
Very low (VL)	(0.08,0.11,0.15,0.18;0.8),(0.04,0.09,0.17,0.22;1)
Low (L)	(0.20,0.25,0.33,0.36;0.8),(0.17,0.22,0.38,0.43;1)
Medium (M)	(0.40,0.45,0.54,0.57;0.8),(0.30,0.40,0.60,0.66;1)
High (H)	(0.77,0.80,0.86,0.90;0.8),(0.72,0.75,0.90,0.95;1)
Very high (VH)	(0.95,0.97,0.98,0.99;0.8),(0.92,0.96,0.99,1.00;1)

Table 2: The experts' opinions about customer requirements

	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR7
E1	H	M	M	H	VH	M	H
E2	M	M	L	L	H	L	M
E3	H	L	L	H	VH	M	L
E4	H	M	M	M	H	L	M
E5	M	L	L	M	H	M	M

The importance degree of decision makers are assigned in order to show their differences in the group decision making problem so that the importance degrees of E1, E2, E3, E4, and E5 decision

makers can be defined as (0.20, 0.15, 0.20, 0.25, 0.20), respectively. The subjective judgments of experts based on importance degrees of experts are aggregated. Table 3 presents the correlation based weights of DRs. TOPSIS based QFD approach is proposed to evaluate the mobile phones under IT2F set environment. Five decision makers utilize the linguistic rating variables indicated in Table 1 to determine the rating of mobile phones based on each DR. The possibility degree based closeness coefficient PC_i for each alternative is calculated and shown in Table 4.

Table 3: Correlation based weights of DRs

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17
0.019	0.024	0.058	0.044	0.049	0.132	0.175	0.101	0.040	0.025	0.033	0.023	0.026	0.074	0.009	0.142	0.026

Table 4: The possibility degree based closeness coefficient.

	Alt1	Alt2	Alt3	Alt4	Alt5
PC_i	0.8380	0.8350	0.8703	0.8370	0.8484
Rank	3	5	1	4	2

Conclusions

Making the new product design according to customer requirements is one of the most important features of the quality. It is a difficult problem to transform CRs into DRs appropriately and effectively by using type-1 fuzzy numbers, which consider crisp membership degrees to express fuzzy numbers. To solve this problem, interval type-2 fuzzy sets in the development of a novel fuzzy QFD approach can be employed because IT2F numbers handle more uncertainties than type-1 fuzzy numbers. We proposed interval type-2 fuzzy QFD approach using interval type-2 fuzzy sets to define the correlations among CRs; the relations between CRs and DRs; the correlations among DRs, and used interval type-2 fuzzy TOPSIS approach to evaluate the alternatives, and implemented it to mobile phone selection problem.

References

- 1) Ayağ, Z. (2016). An integrated approach to concept evaluation in a new product development, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 27 (5): 991-1005.
- 2) Chen, L. H., Chen, C. N. (2014). Normalisation models for prioritising design requirements for quality function deployment processes. *International Journal of Production Research*, 52(2): 299-313.
- 3) Efe, B., Boran, F.E., Kurt M. (2015). Sezgisel Bulanık Topsıs Yöntemi Kullanılarak Ergonomik Ürün Konsept Seçimi. *SDÜ Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* 3(3): 433-440.
- 4) Goswami, M., Singh, J., & Kumar, V. (2016). An enterprise based decision support system for engineering aggregate selection: a case study. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 14(4).
- 5) Han, S., Seo, S., & Choi, H. J. (2015). A study on modeling customer preferences for conceptual design. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 29(12): 5083-5091.
- 6) Hung H-F, Kao H-P, Ku K-C. (2006). Evaluation of design alternatives in collaborative development and production of modular products. *Int J Adv Manuf Technol.*, 33:1065–1076.
- 7) Hwang, C. L., Yoon, K. (1981). Multiple attributes decision making methods and applications. Berlin: Springer.
- 8) Serdar Baysan, M. Bulent Durmusoglu, Didem Cinar. (2017). Team based labour assignment methodology for new product development projects, *Computers & Industrial Engineering*, 106: 83–104.

- 9) Shidpour, H., Da Cunha, C., Bernard. (2016). A. Group multi-criteria design concept evaluation using combined rough set theory and fuzzy set theory. *Expert Systems with Applications*, 64: 633-644.
- 10) Song, W., Ming, X., & Xu, Z. (2013). Risk evaluation of customer integration in new product development under uncertainty. *Computers & Industrial Engineering*, 65: 402-412.
- 11) Şen., A., (2006). “Yeni Ürün Geliştirme Sürecinin Yönetimi Ve Kombi Üretimine Yönelik Bir Model Önerisi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- 12) Yung, K.L., Ko, S.M., Kwan, F.Y., Tam, H.K., Lam, C.W., Ng, H.P., Lau, K.S. (2006). Application of function deployment model in decision making for new product development, *Concurrent Engineering Research and Applications*, 14 (3): 257-267.

TEKSTİL SEKTÖRÜNDEKİ İŞ KAZALARINI ETKİLEYEN RİSK ETMENLERİNİN İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk EFE¹

ÖZET

İş kazalarının gerçekleşmesine neden olan risk etmenlerinin analizi ve bu doğrultuda korunma önlem ve politikalarının geliştirilmesi önemlidir. İş kazalarına sebep olan risk etmenleri genel olarak; Fiziksel, Kimyasal, Biyolojik, Psikososyal ve Ergonomik risk etmenleri olmak üzere 5'e ayrılabilir.

İstatistiklere göre ülkemizde iş kazası sayısı bakımından 4. sırada Tekstil sektörü yer almaktadır. Bu çalışmada Bursa'da faaliyet göstermekte olan bir tekstil firmasına ait 2009-2016 yılları arasında gerçekleşmiş olan iş kazası (913) kayıtları ele alınarak yapılmıştır. İlk olarak, iş sağlığı ve güvenliği performansını göstermeye yarayan Kaza Sıklık Hızı ve Kaza Ağırlık Oranı hesaplanmıştır. Daha sonra kazalar risk etmenlerine göre irdelenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre ergonomik risk temelli kazaların tüm kazaların içerisinde önemli bir orana (%49) sahip olduğu görülmüştür. Psikososyal ve fiziksel risk etmenlerini de ergonomik risk etmenleri ile bir arada gösterdiğimizde bu oranın daha yüksek (%89) olduğu gözlenmiştir. Bu da demektir ki çalışan odalı bir çalışma ortamının düzenlenmesi, iş kazalarının azaltılmasında büyük katkı sağlayacaktır.

Keywords: İş Güvenliği, İş Kazaları, Risk Etmenleri, İş Güvenliği Performansı

Gelişen dünya, ilerlemesini teknik ve sanayi atılımlarda artan hıza borçlu olduğu toplumsal refaha ulaşmasının yanı sıra insan hayatı ve çevre için tehlikeleri de beraberinde getirmekte olup ülkemiz de bu durumdan muaf değildir (Vergragt, 2006). Bu tehlikeler sonucunda kazalar ve hastalıklar artış göstermiştir.

Kaza, beklenmedik bir anda ortaya çıkan ve maddi-manevi zarar veren olay olarak tanımlanmaktadır. Kazaların çoğu karmaşık nedenler içermektedir ve birden fazla nedenin birleşmesi sonucu meydana gelmektedir. İş kazası ise işyerinde oluşan planlanmamış, ölümle sonuçlanan veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen engelli hâle getiren olaydır (6331, 2012; Bilir, 2004). İş kazası, çalışanın yaptığı işin özelliğinden dolayı ve genellikle ihmaller sonucu meydana gelmektedir.

Çalışanların sağlığını etkileyen fiziki, biyolojik ve sosyal faktörler, diğer iş kollarında olduğu gibi tekstil işkolundaki işyerleri içinde söz konusudur. İşyerlerinde çalışanların sağlığının korunması, üretimin verimli ve sürekli kılınması için çalışma ortamına etki eden gürültü, aydınlatma, havalandırma koşulları, ergonomik sorunlar ve sosyal birimlerin işyerlerinde olması gereken durumları ve sağlık etkileri konularının üzerinde durulması gerekir (Yüksel, 1993).

İşyerlerinde gerçekleşen iş kazalarının oluşumunda bir çok risk faktörü bulunmaktadır. Bunlar; fiziksel, kimyasal, biyolojik, psikososyal ve ergonomik risk etmenleri olmak üzere 5'e ayrılabilir.

1.1 Fiziksel Risk Etmenleri

İş kazalarının oluşumunda çalışma ortamındaki fiziksel faktörler etkisini hem kısa sürede hem de uzun sürede gösterebilmesinden dolayı önemsenmelidir. Bu faktörler ayrıca çalışana direkt olarak etkileyen çevresel faktörlerdir. Tekstil sektöründe fiziksel risk etmenlerine karşı alınması gereken

¹ Afyon Kocatepe Üniversitesi, omerrfarukefe@aku.edu.tr

tedbirler önemlidir. Çalışma ortamında etkili fiziksel faktörler gürültü, aydınlatma, termal konfor, sıcaklık ve nem, radyasyon, basınç, titreşim şeklinde sıralanabilir.

Gürültü: İstenmeyen ses olarak tanımlanan gürültü çalışma sürecince insanın rahatını, sağlığını, güvenliğini ve çalışma verimliliğini olumsuz etkilemektedir. 80 dB üzerindeki gürültü bireye geçici ve kalıcı olmak üzere zarar vermeye başlamaktadır.

Aydınlatma: Bir iş ortamının aydınlatma gereksinimi yapılan işlerin özelliklerine, o ortamda çalışan kişilerin göz fonksiyonlarının normalliğine ve işin özellikleri nedeniyle ayrıntıları algılama gibi kriterlere bağlıdır (Hayta, 2007). Aydınlatma gün ışığı ve yapay ışık ile sağlanır.

Termal Konfor: Çalışma ortamında hava koşulları ne kadar uygun olursa, çalışan kendini o ölçüde rahat ve sağlıklı hissedecektir. Çalışma ortamında iklim konforu veya rahatlık duygusunun sağlanabilmesi için vücudun ısı dengesinde olması sağlanmalıdır (Gülçubuk, 2005). Çoğu insan için uygun çalışma ortamı sıcaklığı 20-26 C 'dir.

Radyasyon: Elektromanyetik dalgalar veya parçacıklar biçiminde enerji yayılımı ya da aktarımıdır. Radyasyonun olası zararlarından korunmak amacıyla radyasyon kaynağı ile radyasyona maruz kişi arasındaki mesafeyi artırmak gerekmektedir.

Basınç: Atmosfer basıncından daha yüksek ya da daha düşük basınçlı yerlerde çalışan işçilerde, kalp, dolaşım, solunum rahatsızlıkları görülebilir

Titreşim: Titreşim, araç, gereç ve makinelerin, çalışırken oluşturdukları salınım hareketleri sonucu meydana gelir. Çalışmakta olan ve iyi dengelenmemiş araç ve gereçler genellikle titreşim oluştururlar.

1.2. Kimyasal Risk Etmenleri

Günlük hayatta sıkça maruz kalınan risklerin en önemlilerinden birisi de kimyasallardır. Kimyasallar; kozmetik, tekstil, gıda, ilaç, boya ve tüm sanayi ürünlerinde bulunmaktadır. İnsan sağlığına ve çevreye önemli ölçüde zararları söz konusudur. Kimyasallar genellikle patlayıcı, parlayıcı, oksitleyici, zehirleyici, tahriş edici vb. özelliklere sahiptir. Kimyasalların zararları, kimyasal maddenin yapısal özelliğine, maruz kalan kişinin yaşına, maruziyet süresine, maruz kalma şekline göre değişebilmektedir. Kimyasallar vücuda deri ve gözlerden, solunum ve sindirim yolu ile vücuda girerek etkiler.

1.3. Biyolojik Risk Etmenleri

Özellikle tarım, sağlık ve laboratuvar çalışanlarının bakteriler, mantarlar, virüsler, parazit hastalıklar yolu ile yakalandığı risklerdir. Solunum, deri, sindirim yolu ile vücuda girerler. Su ve hava yolu, kan ve vücut sıvıları, damlacık ve yakın temas vb. karşılaşma durumu vardır.

1.4. Psikososyal Risk Etmenleri

Stres, aralıksız çalışma, vardiya değişiklikleri, gece çalışma, uyku bozuklukları, dikkat eksikliği, davranış bozuklukları, taciz, mobing vb. durumlar çalışanları iş kazalarına ve meslek hastalıklarına sebep olabilecek psikososyal risk etmenleridir. Bu risk etmenini en alt seviyeye indirgemek için iş yükünün azaltılması, kontrol mekanizmasının artırılması, sağlık kayıtlarının izlenmesi gibi önlemler alınabilir.

1.5. Ergonomik Risk Etmenleri

Mesleki kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarıyla ilgisi olan ve rahatsızlık sürecini hızlandıran işten kaynaklı faktörler ergonomik risk faktörleri olarak nitelendirilmektedir. Bu faktörler dolaylı olarak veya doğrudan rahatsızlıkların oluşumunu etkilemektedir ve rahatsızlıkların fizyolojik süreci ile bağlantılıdır (Kahraman, 2012).

Ergonomik risk etmenleri bu çalışmada kendi içerisinde ağır kaldırma, tekrarlayan hareketler, uzanma, çekme, dönme vb. hareketler, uzun süre çalışma ve yoğun odaklanma, uygunsuz çalışma duruşları olmak üzere ayrılabilir. Bu sınıflandırma araştırmacının çalışmasına göre artırılabilir ya da azaltılabilir (Efe, 2015). Ayrıca psikososyal risk etmenleri de ergonomik risk etmenleriyle bağlantılı olması sebebiyle aynı başlık altında da toplanabilir. Bu çalışma da mümkün olduğunca bu iki başlık ayrı olarak ele alınmıştır.

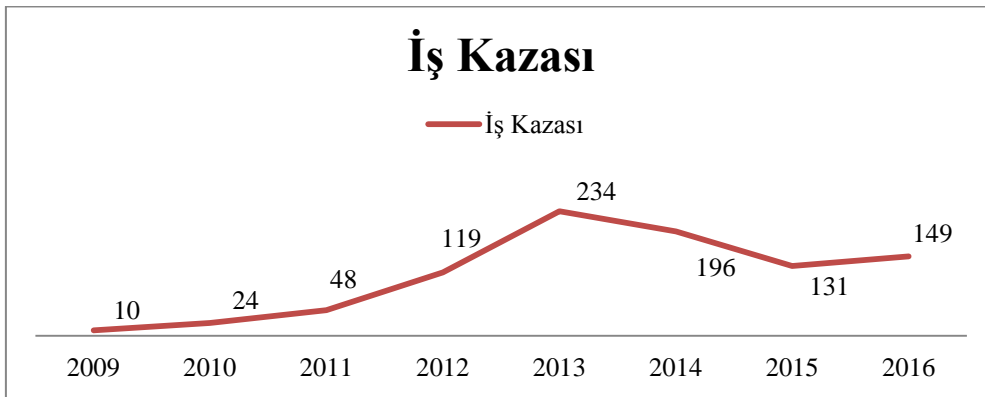
2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışma Bursa'da faaliyet gösteren, kumaş üretimi yapan köklü bir tekstil firmasında(boyahane, iplik, dokuma örgü birimlerine sahip) yapılmıştır. Firmaya ait 2009-2016 yılları arasına ait iş kazası kayıtları ele alınmıştır. Kayıtlara ilişkin durum analizi yapılmış olup Kaza sıklık Oranı, Kaza ağırlık oranı gibi iş sağlığı ve güvenliği performansını gösteren veriler hesaplanmıştır. Daha sonra kazaya sebep olan risk etmenleri sınıflandırılarak kazaların temel nedenlerine göre oranı belirlenmiştir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1. Kaza Sayısı ve Kayıp Gün Sayısı

2009-2016 yılları arası kaza sayıları incelendiğinde en yüksek kaza sayısının 2013 yılında 234 iş kazası gerçekleşmiştir. Bu sayının yüksek olmasında iş kazası kayıtlarının tutulmasına daha fazla önem verilmeye başlanmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. 2009 yılında ise iş kazası sayısının (10 iş kazası) az olması bu durumu desteklemektedir.



Şekil 1. Yıllara Göre İş Kazası Sayısı

3.2. Kaza Sıklık Oranı, Kaza Ağırlık Oranı

Her ülkede aynı sayıda işçi çalışmadığından ülkeleri yalnız kaydedilen iş kazası sayılarına bakarak karşılaştırmak anlamsız olacaktır. Çünkü önemli olan kaç kişinin kazaya uğradığı değil, kazaya uğrayan çalışan sayısının incelenen çalışan grubu içindeki oranıdır. Bu nedenden dolayı, iş kazaları ile ilgili karşılaştırmalarda, çeşitli kıyaslama ölçütleri kullanılmaktadır (Ceylan, 2011). Kaza Sıklık Hızı ve Kaza Ağırlık Oranları işletmenin iş sağlığı ve güvenliği performansını göstermeye yarayan verilerdir.

3.2.1. Kaza sıklık Hızı: Belirlenmiş bir zaman kesiti içinde (hafta, ay, yıl gibi) oluşan ve bir günden fazla iş göremezliğe neden olan kazaların sayısını belirtir. Bu tanım “kazaların ne kadar sık” olduğu sorusunu yanıtlar. Bu oranı hesaplamak için iki yöntem vardır.

I.YÖNTEM: Bir takvim yılında 1,000,000 iş saatine karşılık gerçekleşen kazayı gösterir.

$$\text{İş Kazası Sıklık Hızı} = \frac{\text{Kaza Sayısı} \times 1.000.000}{\text{Toplam Çalışma Saati}} \quad (1)$$

II.YÖNTEM: Tam gün çalışan her 100 kişi arasında kaç kaza olduğunu gösterir.

$$\text{İş Kazası Sıklık Hızı} = \frac{\text{Kaza Sayısı} \times 225.000}{\text{Toplam Çalışma Saati}} \quad (2)$$

3.2.2. Kaza Ağırlık Oranı: İş kazaları nedeniyle ne kadar işgünü kaybedildiğini gösterir.

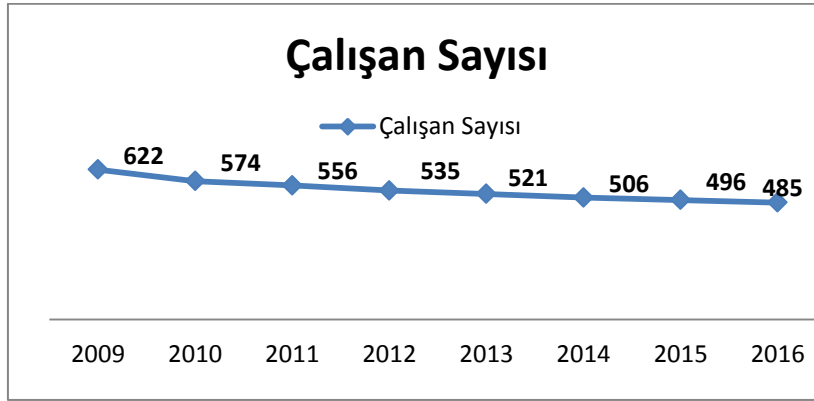
I.YÖNTEM: Bir takvim yılında çalışılan 1,000,000 saatte kaç iş gününün iş kazası nedeniyle kaybedildiğini gösterir.

$$\text{İş Kazası Ağırlık Hızı} = \frac{\text{Toplam Gün Kaybı} \times 1.000.000}{\text{Toplam Çalışma Saati}} \quad (3)$$

II.YÖNTEM: Çalışılan her 100 saatte kaç saatin kaybedildiğini gösterir.

$$\text{İş Kazası Ağırlık Hızı} = \frac{(\text{Toplam Gün Kaybı} \times 8) \times 100}{\text{Toplam Çalışma Saati}} \quad (4)$$

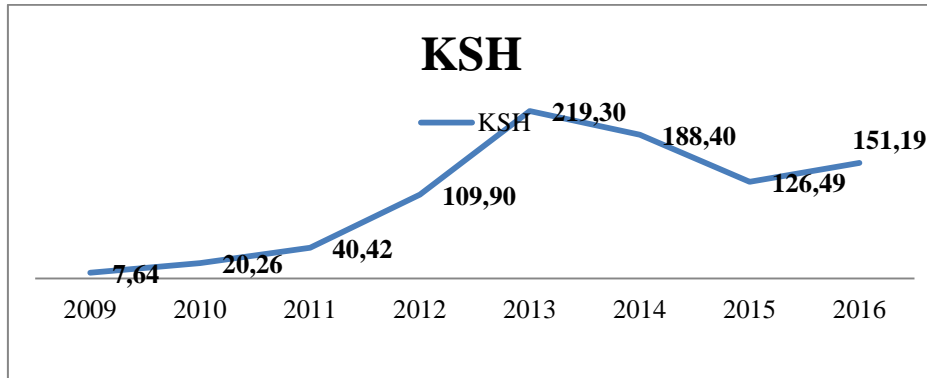
Bu hesaplamaları yapabilmek için öncelikle ortalama çalışan sayısının bilinmesi gereklidir. Ortalama çalışan sayısı aşağıda gösterilmiştir.



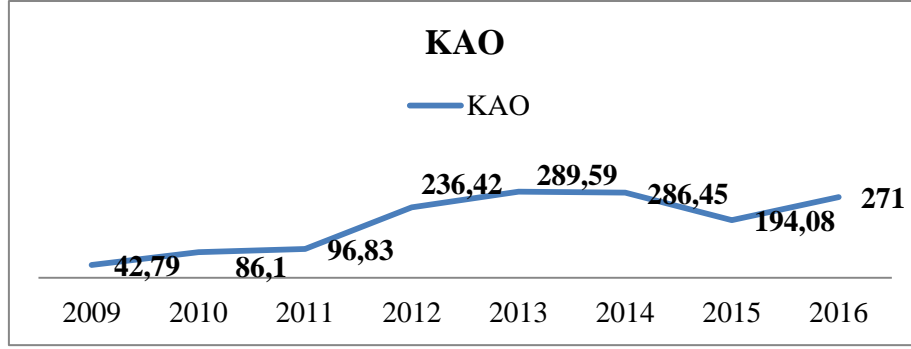
Şekil 2. Ortalama Çalışan Sayısı

Daha sonra yıllara göre Kaza Sıklık Oranı ve Kaza Ağırlık Oranı hesaplanmıştır.

Kaza Sıklık Hızı 8 yıl itibariyle ortalama **107,95** değerine sahiptir. Kaza ağırlık oranı ise 8 yıl itibariyle ortalama **187,90** değerine sahiptir. Türkiye için hesaplanan değerlerinin altında olmasına rağmen yine de ciddi bir iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının işletme bünyesinde yapılması gerektiği görülmektedir.



Şekil 3. Kaza Sıklık Hızı

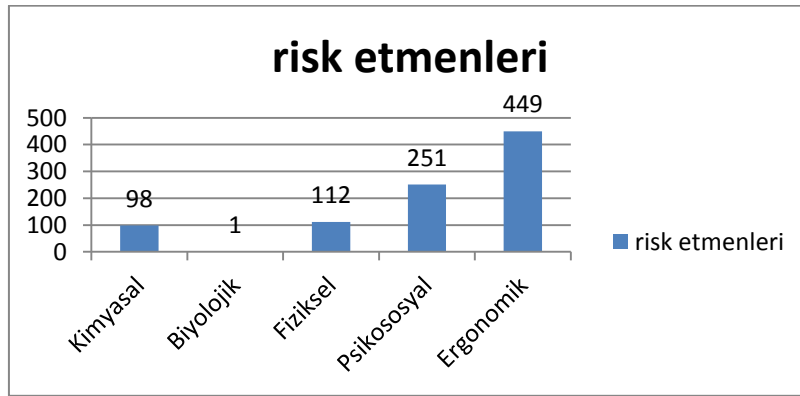


Şekil 4. Kaza Ağırlık Oranı

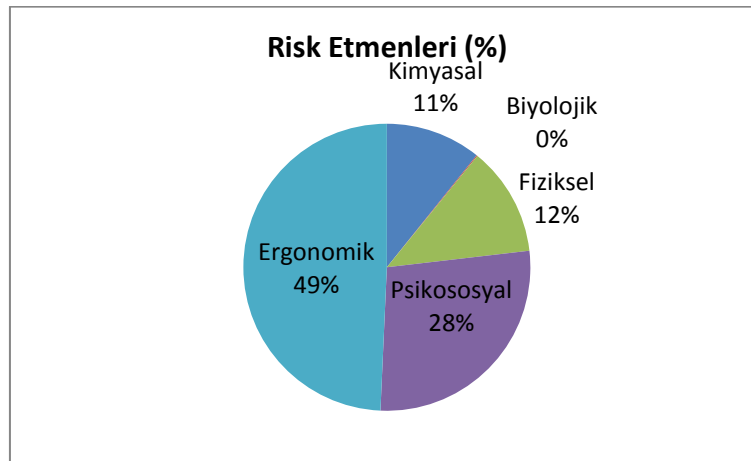
Kaza sıklık hızı ve kaza ağırlık oranı iş sağlığı ve güvenliği performansı açısından oldukça düşüktür. Bu değer tekstil sektöründe yer alan tüm firmalarımız için mevcut durumu gösteren örnek bir değeri teşkil etmektedir.

3.3. Risk Etmenleri

İş kazaları, kaynaklandıkları risk temeline göre sınıflandırılmıştır. Kayıt altına alınan 8 yıl boyunca gerçekleşen 911 iş kazası 5 temel risk etmenine göre sınıflandırılmıştır ve Şekil 5'te gösterilmiştir. Şekil 6'da ise risk etmenlerine ait oran dağılımı gösterilmiştir.



Şekil 5. İş Kazalarının Risk Etmenlerine Göre Sayısı



Şekil 6. Risk Etmenlerinin Oran Dağılımı

Şekil 6'da görüldüğü üzere ergonomik risk etmenli kaza oranı %49 (449 iş kazası) olarak tespit edilmiştir. Ergonomik kaynaklı kazalar genel olarak çalışma esnasında uzanma, çekme, dönme, ağır kaldırma, tekrarlı hareketler ve uzun süre yoğun çalışma gibi durumlardan kaynaklanmaktadır. Burada şu durum da ifade edilmelidir; Ergonomik risk faktörleri, fiziksel ve psikososyal risk

etmenleri ile yakından bağlantılı olduğu için bu kazaların etmenleri belirlenirken birden fazla uzmanın görüşünün alınması daha faydalı olacaktır. Ergonomik risk etmenlerini daha sonra ergonomik risk etmenleriyle yakından ilişkili olan psikosyal risk etmenleri izlemektedir. (%28).

Boyahane birimine sahip olan tekstil firmasında kimyasal risk etmenli bir iş kazasının tüm kazalar içerisinde yaklaşık %11 olduğu gözlenmiştir. Bu iş kazalarının birçoğu kostik sıçraması, asit dökülmesi gibi olaylardan kaynaklanmaktadır.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışma ortamı koşulları; iş memnuniyeti, iş verimi ve kalitesiyle ilişkili bir kavramdır ve özellikle emek yoğun olarak gerçekleştiren çalışanlar için de risk etmenlerinin en doğru şekilde analiz edilerek tedbir alınması yapılan işe doğrudan katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada tekstil sektöründe çalışanların karşılaştıkları iş kazaları fiziksel, kimyasal, biyolojik, psikososyal ve ergonomik risk etmenlerine göre analiz edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada Bursa'da faaliyet gösteren, kumaş üretimi yapan bir tekstil firmasının 2009-2016 yıllarına ait iş kazası kayıtlarından elde edilen veriler analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ergonomik risk temelli kazaların tüm kazaların içerisinde %49'luk bir paya sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Psikososyal ve fiziksel risk etmenlerini de ergonomik risk etmenleri ile bir arada gösterdiğimizde bu oranın %89 olduğu görülmektedir. Bu da demektir ki çalışanı odak alan bir işyeri ortamının tesis edilmesi kazaların azaltılmasında büyük katkı sağlayacaktır. Bu amaçla çalışanların eğitimi, özellikle ve belirli periyotlarla ergonomi eğitimine tabi tutulması, stres, yorgunluk , aralıksız çalışma gibi durumların bir kontrol mekanizması kurularak ortadan kaldırılmaya çalışması işletmenin verimini ve performansını önemli ölçüde etkileyecektir. Her ne kadar kazalar içerisinde görülme de gürültü, tekstil sektöründe en önemli sorunlardan birisidir. Bu amaçla çalışanların belirli periyotlarla işitme muayenesinden geçirilmesi, kulaklık takmayan çalışanlara caydırıcı yöntemler uygulanması, çalışanın gürültüye maruz kalma süresi azaltılmalıdır.

6331 sayılı İSG kanununun yürürlüğe girmesinden itibaren iş kazası kayıtlarının tutulmasında bir ilerleme kaydedilmiş olsa da alınan tedbirler yetersiz kalmaktadır. Kayıtlardan yeterli verimin sağlanabilmesi için kayıt tutulurken kaza olayının tanımlanmasında, kazanın temelinde yatan risk etmeni de belirlenmelidir.

Ayrıca, çalışma ve dinlenme süreleri dikkate alındığında personelin uzun süre çalıştıkları görülmekte ve verilen aralarda fiziksel egzersizler yapılmamaktadır. Ayrıca büyük çoğunluğunun uzun çalışma saatlerine rağmen çok kısa süreli dinlenme araları verebildikleri de edinilen bilgiler arasındadır. Bu nedenle iş organizasyonu yapılırken çalışanların fizyolojik ihtiyaçları önemle dikkate alınmalıdır.

Bir başka özellikle üzerinde durulması gereken konu işletmelerin yapmış oldukları risk analizi çalışanlarının daha da verimli hale getirilerek, problem çözme , verimlilik artırma aracı olarak görülmesi gerekliliğidir. Bu tür risk analizi çalışmaları, çalışanların sağlığının ve güvenliğinin sağlanmasında, işletmenin performansının artırılmasında önemli bir veri kaynağı olduğu unutulmamalıdır.

KAYNAKÇA

- 1) Arıtan, E., Ataman, M. Kaza Oranları Hesaplamalarıyla İş Kazası Analizi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17 (2017), 239-246.
- 2) Bilir, N., 2004. İş Sağlığı ve Güvenliği, Ankara, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 247-262.
- 3) Ceylan, H. 2011. Türkiye'deki İş Kazalarının Genel Görünümü ve Gelişmiş Ülkelerle Kıyaslanması, International Journal of Engineering Research and Development 3(2), 18-24.
- 4) Efe, Ö. F., Efe, B. 2015. Tekstil Sektöründe İş Kazalarının Oluşumuna ait Ergonomik Risklerin Değerlendirilmesi, SDÜ Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 3(3), 623-629.

- 5) Gülçubuk A. (2005) İnsana Uygun İş Tasarımında İklimlendirmeye İlişkin Ergonomik İlkeler Ve Optimum Hava Koşulları, Celal Bayar Üniversitesi, Soma Meslek Yüksekokulu, Teknik Bilimler Dergisi, 3(1).
- 6) Hayta A. B. (2007) Çalışma Ortamı Koşullarının İşletme Verimliliği Üzerine Etkisi, Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi Sayı: 1, 21-41.
- 7) <http://kisi.deu.edu.tr/alp.ergor/>, Ergör, A., HAS 5030 Biyolojik ve Ergonomik Risk Etmenleri, Ödev, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, 08.10.2014.
- 8) Kahraman, M. F., Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemlerinin Çok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri ile Önceliklendirilmesi ve Bütünleşik Bir Model Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2012.
- 9) Vergragt, P. J., 2006. How Technology Could Contribute to a Sustainable World. Great Transition Initiative Paper Series, 1-29.
- 10) Yüksel, G. 1993. Ankara'da Hazır Giyim İşkolunda Fabrika ve Atölyelerde Çalışanların İş Sağlığı Ve İş Güvenliği Yönünden Karşılaştırılmalı Olarak İncelenmesi. Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- 11) 6331 Sayılı Kanun, 2012. İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 28339 Sayılı Resmi Gazete, Ankara.

HİBRİD ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEMELİNDE OSGB SEÇİMİ**Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk EFE¹****ÖZET**

Rekabetin her geçen gün arttığı günümüzde, organizasyonların başarılı olabilmesi için en uygun hizmetin temini işletmenin performansı açısından önemlidir. En faydalı hizmetin temini sağlandıkça, organizasyonların başarısı da o düzeyde artacaktır. 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanununun yürürlüğe girmesiyle birçok kurum ve kuruluş iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerini dışarıdan OSGB aracılığıyla sağlama yoluna gitmiştir. OSGB'lerin kurulup, hizmet sunabilmeleri için bünyelerinde iş güvenliği uzmanını, iş yeri hekimini ve diğer sağlık personelinin bulundurulmasıdır. İş güvenliği hizmetlerinin en etkin şekilde işletme ortamında sağlanması için en uygun OSGB'nin seçilmesi gereklidir. Bu çalışma OSGB (Ortak Sağlık Güvenlik Birimi) seçim sürecine yardımcı olması için hibrid bir model sunmaktadır. Bulanık mantık dilsel değişkenleri kullanarak belirsiz ortamda karar vermede önemli bir katkı sağlamaktadır. Bulanık AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) ve Bulanık TOPSIS (İdeal Çözüm için Benzerlik Sıralama Tercihi için Teknik) yaklaşımlarını kullanan hibrid model OSGB seçiminde kullanılmıştır. Bulanık AHP ile OSGB seçiminde incelenen kriterlerin önem dereceleri belirlenmiştir. En önemli kriterin İSG uzmanlarının eğitim durumu olduğu bulunmuştur. Bulanık TOPSIS ile kriterler temelinde aday OSGB'ler değerlendirilmiştir. Beş alternatif OSGB değerlendirilmiştir. Alternatif 2'nin en uygun tercih olduğu görülmüştür. Önerilen modelin etkinliğini göstermek için sayısal bir örnek sunulmuştur.

Keywords: Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS, OSGB Seçimi, Karar Verme

1. GİRİŞ

İş sağlığı ve güvenliği (İSG) hizmetlerine duyulan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Bu hizmetler yerine getirilirken birtakım eksikliklerde görülmektedir. Eksikliklerin giderilmesi için KOBİ'lerin İSG konusunda hizmet alabilecekleri kurumlara ihtiyaç duyulmuştur. Bu hizmetlerin verilmesinde devletin tek başına yeterli olmaması, İSG hizmetlerinde dışarıdan profesyonel kuruluşlar aracılığıyla hizmet alınmasının önünü açmıştır. Özellikle, İngiltere'de KOBİ'lerin İSG hizmetini sağlamak amacıyla "The Sloguh Plan" uygulamaya koyulmuştur. Planda, İSG hizmetlerine yönelik grup model uygulaması önemli bir yer tutmuştur [1]. İngiltere'de uygulanan bu model, dışardan İSG hizmeti sağlayan birimlerin ilk örneğini oluşturmaktadır. Türkiye'de de bu modele benzer bir birim olarak Ortak Sağlık Güvenlik Birimleri (OSGB) hayata geçirilmiştir [2].

ILO ve AB'nin getirmiş olduğu standartlar çerçevesinde 2012 yılında Türkiye'de de 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu çıkarılmıştır. Kanunun hayata geçmesiyle birlikte dışarıdan İSG hizmetlerinin sağlanması için OSGB'ler kurulmuştur. ILO'nun düzenlemeleri, teknolojinin çalışma ilişkileri üzerinde getirmiş olduğu değişimler neticesinde revize edilmeye devam etmektedir [2].

Günümüzde firmalar için, artan rekabet koşulları ile birlikte müşteri odaklı kaliteli hizmetler sunmak ve pazar payını arttırmak için işletmeler arası uyum gittikçe daha da önemli bir hale gelmeye başlamıştır. Bu yüzden; firmaların işletme performansının daha da artması için dışarıdan hizmet almış olduğu kişi ya da kuruluşlarla arasındaki ilişkilerini ve güvenlerini koordineli olarak yeniden yapılandırmaları büyük bir önem arz etmektedir. Hizmet sağlayıcılarla geliştirilen uyum, güven ve karşılıklı işbirliğinin ürün maliyetinin düşürülmesi, kalitenin artırılması, müşteri memnuniyetinin sağlanması, yönetsel gelişmeler ve inovasyona açık olunması gibi konular üzerinde pozitif etkiler yapacağı görülmektedir. Dolayısıyla, işletmeler için en önemli temel konularından olan hizmetin nereden ne şekilde sağlanacağı problemi önemli faaliyetlerinden biridir.

¹ Afyon Kocatepe Üniversitesi, omerfarukefe@aku.edu.tr

İSG hizmetleri sunmakta olan birbirinden farklı onlarca OSGB bulunmaktadır. OSGB seçiminde öncelikle, ölçme ve değerlendirmeye temel olacak kriterler ve bu kriterlerin ağırlıklarının belirlenmiş olması gerekir. Çünkü her bir kriterin o iş için OSGB seçiminde ölçme ve değerlendirilmesinde farklı önemi bulunmaktadır. Dolayısıyla, belirli kriter ve ağırlıkları temel almamış olan bu yöntemler ölçme ve değerlendirme sürecinde nesnellığe ve buna bağlı olarak yanlış kararların alınmasına neden olmaktadır. Bu kararlar genellikle karmaşıktır ve belirsiz bir ortamda verilir. Birbirleriyle çelişen birçok niceliksel ve niteliksel kriter aynı anda dikkate alınmalıdır. Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri bu sorunlara çözüm olmak amacıyla geliştirilmiştir.

Bu çalışmanın geri kalanı aşağıdaki gibidir. Bölüm 2’de bu çalışmanın hazırlanmasına katkı sağlayan karar verme teknikleriyle ilgili yapılmış çalışmalar ile Bulanık Mantık, AHP ve TOPSIS teknikleri kısaca anlatılmıştır. Bölüm 3’te uygulama ve elde edilen bulgular anlatılmıştır. Bölüm 4’te ise sonuç verilmiştir.

2. YÖNTEMLER

OSGB seçimi için Bulanık Genişletilmiş AHP ve Bulanık TOPSIS bütünleşik yöntemi uygulanmıştır. Personel seçiminde kriter ağırlıklarının belirlenmesi için Chang’ın (1996) önerdiği Bulanık Genişletilmiş AHP uygulanmıştır. Tekstil firmasında faaliyet gösteren bir firmaya ait OSGB seçimi için “Referanslar (K_1)”, “İSG Uzmanlarının Eğitimleri (K_2)”, “Periyodik Kontroller ve Denetim (K_3)”, “İSG Planına/Programına Uyma (K_4)” ve “Müşteri Memnuniyeti (K_5)” değerlendirme kriterleri İSG uzmanı olarak çalışan kişilerin görüşleri alınarak belirlenmiştir. 10 farklı uzmandan görüş alınarak ilk olarak kriterler belirlenmeye çalışılmıştır. Daha sonra belirlenen kriterler 3 karar vericinin değerlendirmesinden alınan verilerle yorumlanmıştır. Literatürde OSGB seçimine dair bir çalışmaya rastlanılmamıştır. İSG hizmeti sunan OSGB’lerden ön elemeyi geçen 5 alternatif olarak belirlenmiştir. Çalışmada hizmet sunan OSGB’lerin hizmet bedelleri birbirine yakın olduğu için dikkate alınmamıştır. Uzmanlar ikili karşılaştırma matrislerini oluştururken Çizelge 1’de gösterilen dilsel değişkenlerden faydalanmıştır.

Her bir uzmanın ikili karşılaştırma matrisi tek bir ikili karşılaştırma matrisine aşağıdaki gibi dönüştürülür: Örneğin “Referanslar kriteri “Müşteri Memnuniyeti” kriterine göre üç karar verici tarafından sırasıyla şöyle ifade edilmiştir: (KDG), (ÇG), (MG) yani sayısal karşılıkları $(3/2, 2, 5/2)$, $(5/2, 3, 7/2)$, $(7/2, 4, 9/2)$. Üç karar vericiye göre alt sınırın minimum, üst sınırın maksimum ve orta değerlerin ortalamaları alınarak tek bir bulanık sayı elde edilir. $\text{Min}(3/2, 5/2, 7/2) = 3/2$. $\text{Maks}(5/2, 7/2, 9/2) = 9/2$. $(2+3+4)/3 = 3$. Sonuç olarak üç karar vericinin ortak görüşü şöyle ifade edilir: $(3/2, 3, 9/2)$.

Çizelge 1. Kriterler için dilsel ifadeler ve sayısal karşılıkları.

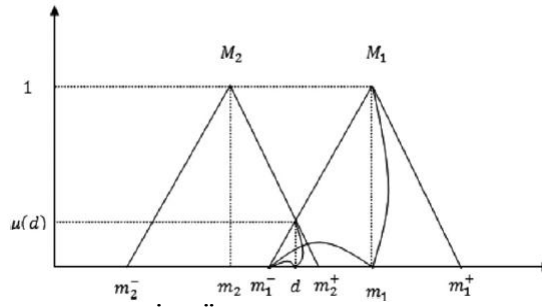
Tanım	Sayısal Oran
Mutlak Güçlü (MG)	$(7/2, 4, 9/2)$
Çok Güçlü (ÇG)	$(5/2, 3, 7/2)$
Kuvvetli Derecede Güçlü (KDG)	$(3/2, 2, 5/2)$
Biraz Güçlü (BG)	$(2/3, 1, 3/2)$
Eşit (E)	$(1, 1, 1)$

İki üçgensel bulanık sayı;

$M_1(m_1^-, m_1, m_1^+)$ ve

$M_2(m_2^-, m_2, m_2^+)$ Şekil 1’de gösterilmiştir [3]. $m_1^- \geq m_2^-, m_1 \geq m_2, m_1^+ \geq m_2^+$ iken olabilirlik derecesi 1 olarak belirlenir.

$$V(M_1 \text{ } M_2) = 1$$



Şekil 1. İki Üçgensel Bulanık Sayı

Hwang ve Yoon (1981) tarafından önerilen TOPSIS metodu alternatifleri sıralarken negatif ve pozitif ideal çözümleri inceler [4]. Bu çalışmada alternatif OSGB'ler değerlendirirken bulanık TOPSIS yönteminden yararlanılmıştır. Belirsiz ortamda karar vermek için bulanık mantık yaklaşımı önerilmiştir. Son yıllarda bulanık TOPSIS tesis yer seçimi, makine ekipman seçimi ve personel seçimi gibi farklı alanlarda uygulanmıştır. Bulanık TOPSIS yönteminde sonuç elde edilirken pozitif ve negatif ideal çözümden uzaklıklar hesaplanmaktadır. Bu çalışmada hem mesafe temelli hesaplamalar yapılacaktır. Bulanık TOPSIS için Junior ve ark.'ın (2014) makaleleri kullanılmıştır [5].

Kriterler temelinde alternatifleri değerlendirirken karar vericiler Çizelge 2'deki dilsel değişkenleri kullanmışlardır. Karar vericilerin görüşleri tek görüşe çevrilirken yukarıda bahsedilen yöntemden yararlanılmıştır.

Çizelge 2. Alternatiflerin sıralaması için dilsel ifadeler

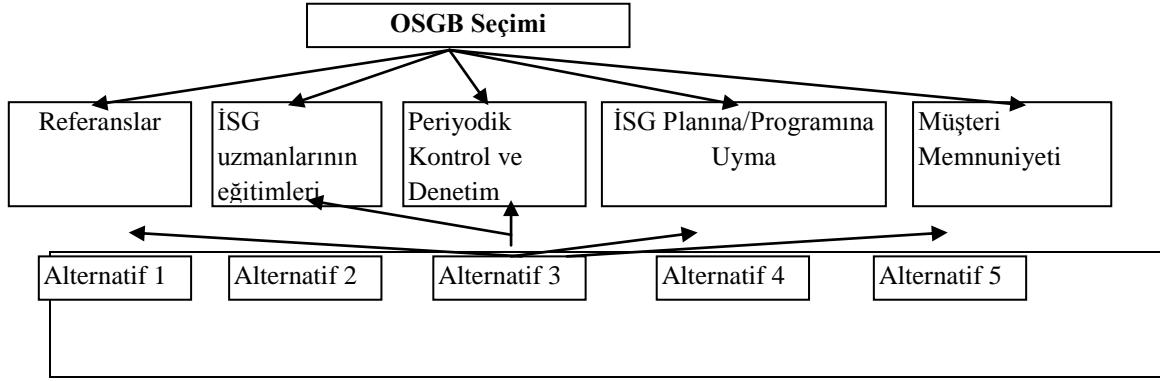
Tanım	Sayısal Oran
Çok zayıf (ÇY)	(1,1,3)
Zayıf (Z)	(1,3,5)
Orta (O)	(3,5,7)
İyi (İ)	(5,7,9)
Çok İyi (Çİ)	(7,9,11)

3. UYGULAMA

OSGB seçimi için bulanık AHP-bulanık TOPSIS yöntemleri önerilmiştir. Problemin hiyerarşik yapısı Şekil 2'de gösterilmiştir. İlk olarak kriter ağırlıklarını belirlerken bulanık AHP yaklaşımı incelenmiştir. "Yöntemler" bölümünde ifade edildiği gibi karar vericilerin görüşleri tek görüşe çevrilmiş ve Çizelge 3'te sunulmuştur. En önemli kriter "İSG uzmanlarının eğitimleri (0.266)" bulunmuştur. En az öneme sahip kriter ise "Müşteri memnuniyeti" (0.057) çıkmıştır.

Çizelge 3. Her bir kriterin ağırlığı ve ikili karşılaştırma matrisi

	Referanslar		İSG Uzm. Eğitim.		Periyodik Ko. D.		İSG Planına/P. Uyma		Müşteri Memnuniyeti		Ağırlık					
Referanslar	1,0	1,0	1,0	1,0	1,33	2,5	0,67	2,0	3,5	0,67	2,0	3,5	1,5	2,67	4,50	0,2526
İSG Uzm. Eğitim.	0,4	0,83	1,0	1,0	1,0	1,0	1,50	3,0	4,5	1,5	2,67	3,5	1,5	2,67	3,50	0,2667
Periyodik Ko. D.	0,29	0,61	1,5	0,22	0,36	0,67	1,00	1,0	1,0	2,5	3,67	4,5	1,5	3,0	4,50	0,2438
İSG Planına/P. Uyma	0,29	0,61	1,5	0,29	0,39	0,67	0,22	0,28	0,4	1,0	1,0	1,0	1,50	3,33	4,50	0,1799
Müşteri Memnuniyeti	0,22	0,42	0,67	0,29	0,39	0,67	0,22	0,36	0,67	0,22	0,33	0,67	1,00	1,00	1,00	0,0570



Şekil 2. Problemin Hiyerarşik Yapısı

Kriter ağırlıkları belirlendikten sonra bulanık TOPSIS kullanılarak kriterler temelinde alternatifler sıralanmıştır. Karar vericilerin görüşleri yukarıda anlatıldığı gibi birleştirilmiş ve Çizelge 4'teki sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 4. Alternatifler için ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi

	Referanslar			İSG Uzm. Eğitim.			Periyodik Ko. D.			İSG Planına/P. Uyma			Müşteri Memnuniyeti		
A1	0,036	0,108	0,180	0,121	0,169	0,218	0,110	0,155	0,199	0,060	0,099	0,139	0,006	0,019	0,031
A2	0,108	0,180	0,252	0,169	0,218	0,266	0,110	0,155	0,199	0,099	0,139	0,179	0,031	0,044	0,057
A3	0,036	0,036	0,108	0,072	0,121	0,169	0,066	0,110	0,155	0,060	0,099	0,139	0,019	0,031	0,044
A4	0,036	0,108	0,180	0,121	0,169	0,218	0,155	0,199	0,243	0,099	0,139	0,179	0,031	0,044	0,057
A5	0,036	0,108	0,180	0,072	0,121	0,169	0,110	0,155	0,199	0,099	0,139	0,179	0,0317	0,044	0,057

Çizelge 4'teki veriler bulanık TOPSIS yönteminde kullanılmıştır. Alternatifler için mesafe temelli ayırım ölçüleri ve yakınlık katsayıları Çizelge 5'te gösterilmiştir. Çizelge 5'te görüldüğü gibi mesafe temelli ölçümlerde alternatif 2 (0.1512) en uygun OSGB olarak seçilmiştir. Mesafe temelli ölçümlerde tüm alternatiflerin sıralaması $A_2 > A_4 > A_5 > A_1 > A_3$ olarak bulunmuştur. En iyi alternatif 1 ve en kötü alternatif 5 olarak bulunmuştur.

Çizelge 5. Mesafe temelli ayırım ölçüleri ve yakınlık katsayısı

	d^+	d^-	CC_i	Sıralama
A1	4,4523	0,5836	0,1159	4
A2	4,2665	0,7601	0,1512	1
A3	4,5791	0,4516	0,0898	5
A4	4,3427	0,6895	0,1370	2
A5	4,4354	0,5993	0,1190	3

4. SONUÇ

Bu çalışmada bir OSGB seçimi problemi ele alınarak bulanık AHP- bulanık TOPSIS bütünleşik yaklaşımını kullanan çok kriterli karar verme modeli geliştirilmiştir. Bulanık TOPSIS yaklaşımında mesafe ve benzerlik temelli çözümler sunulmuştur. OSGB seçiminde en önemli kriter olarak “iş güvenliği uzmanlarının eğitimleri” (0.2667), en az öneme sahip kriter olarak ise “müşteri memnuniyeti” (0.057) bulunmuştur. Bu sonuca göre dışarıdan İSG hizmet alımlarında hizmet sağlayacak olan İSG uzmanlarının eğitim durumlarının daha önemli olduğu belirlenmiştir. Özellikle işletmenin tehlike türüne uygun uzmanın seçimi gerekmektedir.

Yapılan başka bir çalışmada ise işletmeler kendi bünyelerinde İSG uzmanı istihdam etmek istediklerinde eğitim durumunu önemsemedikleri bulgusuna erişilmiştir [6]. Her iki çalışmaya ait

bulgular değerlendirildiğinde işletmelerin İSG hizmetlerini bir kültür olarak görmek yerine maliyet olarak gördükleri düşünülmektedir. Yapılan her İSG uygulamalarına maliyet olarak bakılması yapılan çalışmaların etkinliğini zayıflatmaktadır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre en uygun OSGB'nin alternatif 2, en kötü seçimin alternatif 3 olduğu görülmüştür. Sonuçların doğruluğunu test etmek için bulanık TOPSIS yaklaşımı mesafe temelli ve benzerlik temelli olmak üzere iki farklı yaklaşım ile değerlendirilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Önerilen yöntem belirsiz ortamda karar vermede karar vericilere yardımcı olmakla birlikte, birçok farklı alanda uygulanabilme imkânına sahiptir. Farklı bütünleşik çok kriterli karar verme yöntemleri gelecek çalışmalarda kullanılabilir. Ayrıca önerilen yöntem personel seçimi, malzeme seçimi, tesis yer seçimi, yazılım seçimi gibi farklı karar verme yöntemlerinde uygulanabilir.

KAYNAKLAR

- 1) Rantanen Jorma & Fedotov Igor A, ILO, Standards, Principles and Approaches in Occupational Health Services, 1995
- 2) Orhan, S., Özkan, E., Uysal, S., 2017. Dışarıdan İş Sağlığı ve Güvenliği Hizmeti Sağlama Modellerinden Biri Olarak Türkiye'de Uygulanan Ortak Sağlık ve Güvenlik Birimi Hizmetlerinin Etkinliği: Örnek Bir Uygulama. İşletme Bilimi Dergisi, 5(3), 207-234.
- 3) Lee, A. H. I., 2009. A fuzzy supplier selection model with the consideration of benefits opportunities, costs and risks. Expert Systems with Applications 36(2) 2879-2893.
- 4) Hwang, C. L., Yoon, K., 1981. Multiple attributes decision making methods and applications. Berlin: Springer.
- 5) Junior F. R. L., Osiro L., Carpinetti L. C. R., (2014), A comparison between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods to supplier selection. Applied Soft Computing 21:194–209.
- 6) Efe, Ö. F. 2018. Hibrid Çok Kriterli Karar Verme Temelinde İSG Uzmanı Seçimi, ISMSIT 2018, Sözlü Bildiri, Ankara.

SÜNEKLİLİK DÜZEYİ YÜKSEK BETONARME YAPILARDA ZEMİN SINIFININ ETKİSİ

THE EFFECT OF SOIL CONDITIONS ON RC STRUCTURES WITH HIGH DUCTILITY LEVEL

Arş. Gör. İbrahim Baran KARAŞIN¹
Doç. Dr. Ercan IŞIK²
Dr. Öğr. Üyesi Alper DEMİRCİ³
Doç. Dr. Tolga BEKLER⁴

ÖZET

Betonarme yapıların depreme karşı dayanıklılığının araştırılması, yapıların deprem güvenliğinin ve güvenliğine etki eden parametrelerin belirlenmesi ve incelenmesi son yıllarda yaşanan yıkıcı depremlerinde etkisiyle daha da önem kazanmıştır. Bu nedenlerle, betonarme yapıların deprem davranışlarının ve güvenliklerinin belirlenmesi deprem mühendisliğinin güncel konuları arasında kendine yer bulmuştur. Yapıların deprem güvenliklerine etki eden faktörlerden biri yerel zemin koşullarıdır. Yerel zemin koşullarının sismik hareketlerin karakterlerini doğrudan etkilediği ve değiştirdiği, bu zeminler üzerindeki mevcut yapılar üzerinde hasara sebep olabileceği bilinen bir gerçektir. Bu çalışmada, zemin sınıflarının farklılaşmasının süneklik düzeyi yüksek betonarme yapılarda etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda örnek olarak betonarme bir bina seçilmiştir. Hesaplamalarda statik adaptif pushover analiz yöntemi kullanılmıştır. Zemin sınıfları olarak Z1, Z2, Z3 ve Z4 zemin sınıfları seçilmiştir. Seçilen betonarme binada deprem yüklerinin tamamının çerçeveler ile taşındığı kabul edilerek taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) 8 olarak alınmıştır. Her bir zemin sınıfı için hesaplamalar X ve Y doğrultuları için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak, önerileri getirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Süneklik Düzeyi, Betonarme, Zemin Sınıfı, Deprem Davranışı

ABSTRACT

Investigation of the seismic resistance of the reinforced concrete structures and the determination of the parameters affecting the seismic safety of the buildings have become more important with the effect of the devastating earthquakes in recent years. For these reasons, the determination of the earthquake behavior and safety of reinforced concrete structures is among the current issues of earthquake engineering. One of the factors affecting the seismic safety of structures is the local soil conditions. It is a known fact that local soil conditions directly affect and alter the characteristics of seismic movements and may cause damage to existing structures on these soils. In this study, the effects of variation of soil classes on reinforced concrete structures with high ductility level were investigated. In this context, a concrete building was chosen as an example. Static adaptive pushover analysis method was used in the calculations. Z1, Z2, Z3 and Z4 are selected as soil classes. The entire earthquake loads were assumed as carried by frames and the carrier system behavior coefficient (R) was taken as 8 in the selected reinforced concrete building. Calculations for each soil class were made separately for X and Y directions. The results were compared and their suggestions were introduced.

Keywords: Ductility Level, Rc, Soil Condition, Seismic Behaviour

¹ Dicle Üniversitesi, baran.karasin@dicle.edu.tr

² Bitlis Eren Üniversitesi, eisik@beu.edu.tr

³ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, alperdemirci@comu.edu.tr

⁴ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, tbekler@comu.edu.tr

1. Giriş

Üst yapıdan dolayı oluşacak tüm yüklerin, yapı temelleri vasıtası ile zemine aktarılması gerekmektedir. Her bir temel zemin özelliklerinin farklı olması zemin konusunda yapılan çalışmaları ön plana çıkarmaktadır. Değişen zemin özellikleri yapısal tasarımı doğrudan ilgilendirmektedir. Bu bağlamda yerel zemin koşulları ön plan çıkmaktadır. Yerel zemin koşulları, yapı tasarım ve değerlendirilmesini doğrudan etkilemektedir (Işık vd, 2016).

Yapı tasarımı yapılırken yapı temeli ve temel zemininin mümkün olduğu kadar uyumlu olması yapı - zemin etkileşiminin sağlanması açısından çok önemlidir. Bu durum hem geoteknik hem de yapısal tasarım ölçütlerinin sağlanmasını hedeflemektedir. Yapı – zemin etkileşimi sadece yapı temelini çözümüde indirgenmemelidir (Kutunis, 2001). Yapı – zemin etkileşiminin doğru tespit edilemediği yapılarda yük aktarma mekanizmasının doğru çalışmayacağı göz ardı edilmemelidir.

Deprem sırasında hasar gören veya yıkılan yapılar üzerinde yapılan araştırmalar, hasar ve yıkılmanın birçok farklı nedene dayanabildiğini göstermektedir. Genellikle, hasarın nedeni olarak; bilgisizlik, gerekli zemin etütlerinin yapılmamış olması, bina geometrisinin ve taşıyıcı sistemin yetersiz veya eksik yapılmasından kaynaklandığı görülmüştür. Yapılara etki edebilecek deprem kuvvetleri zemin sınıfına, bölge deprem ivmelerine ve yapı türüne bağlı olarak değişebilmektedir. (Tuncer, 2008).

Yerel zemin koşulları tasarım spektrumunu değiştirecek ve değişen tasarım spektrumu ile bina performansı daha gerçekçi olarak hesaplanacaktır. Bu durumun yer değiştirme istemlerini önemli oranda değiştireceği açıktır. Daha yüksek değerlerde yer değiştirme talepleri karşılanmayan yapılarda hasar tahminlerinin ve bina performansının gerçek değerlerden uzaklaşacağı açıktır (Işık vd., 2016a; Işık ve Kutunis, 2015; Kutunis vd., 2018).

Bu çalışmada farklı zemin sınıflarının süneklik düzeyi yüksek betonarme yapılarda nasıl etkiler doğurduğunu ortaya koymak adına yapı performans hesaplamaları yapılmıştır.

Bu amaç çerçevesinde 1 Mayıs 2003 Bingöl depreminde yıkılan Çeltiksuyu Yatılı Bölge İlköğretim Okulu örnek bina olarak seçilmiştir. Yapı performansı hesaplanırken statik adaptif pushover analiz metodu kullanılmıştır. Çalışmada farklı zemin sınıfları belirlenirken, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 2007 (DBYYHY, 2007) dikkate alınmıştır. Bu yönetmelikte yer alan Z1, Z2, Z3 ve Z4 olarak sınıflara ayrılan zemin sınıfları dikkate alınmıştır. Yapı davranış katsayısı (R) olarak yine aynı yönetmelikte yer alan 8 değeri seçilmiştir. Yapı için hesaplamalar yapılırken spektral ivme değerleri belirlenerek analizler gerçekleştirilmiştir. Yapı için X ve Y doğrultuları için hesaplamalar ayrı ayrı yapılmıştır. Yapılan analizler neticesinde X ve Y doğrultuları için elde edilen değerler karşılaştırılarak, sonuçlar elde edilmiştir. Bu hesaplar neticesinde zemin sınıflarının ve yapı davranış katsayılarının yapı performansına etkisinin ortaya konulması amaçlanmıştır (Karaşin, 2017).

2. Metodoloji

Yapıların inşa edileceği temel zemini ve bu zeminin özellikleri, yapıların depreme karşı dayanıklılıklarının belirlenmesinde dikkate alınması gereken en önemli unsurlardan biridir. Yerel jeolojik zemin koşullarının sismik hareketlerin karakterlerini doğrudan etkilediği ve değiştirdiği bilinmektedir (Yön vd., 2015; Işık vd., 2016a; Karaşin ve Işık, 2017). Bir deprem sırasında oluşan zemin titreşimleri, deprem odağından çevreye yayılacak ve etkileri zemin koşullarına bağlı olarak odaktan uzaklaştıkça değişecek ve genellikle azalacaktır. Yerel zemin koşullarının deprem etkisindeki yapıların davranışını değiştirmektedir.

Deprem Yönetmeliği'nde yerel zemin sınıfları Z1, Z2, Z3 ve Z4 olmak üzere dört sınıfa ayrılmıştır. Bu sınıflandırma zeminlerin en üst tabaka kalınlığına bağlı olarak yapılmıştır. Yani yapının temeline en yakın tabakanın kalınlığının üç metrenin altında olması durumunda bir alttaki zemin

tabakasının zemin sınıfı göz önüne alınabilir. Bu çalışmada dikkate alınan ve yönetmelikte yer alan zemin sınıfları Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Yerel zemin sınıfları (DBYYHY, 2007)

Yerel Zemin Sınıfı	Tablo 6.1’e Göre Zemin Grubu ve En Üst Zemin Tabakası Kalınlığı (h_1)
Z1	(A) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (B) grubu zeminler
Z2	$h_1 > 15$ m olan (B) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (C) grubu zeminler
Z3	$15 \text{ m} < h_1 \leq 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 \leq 10$ m olan (D) grubu zeminler
Z4	$h_1 > 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10$ m olan (D) grubu zeminler

TDY-2007’de tarif edilen yapı davranış katsayısı (R) , taşıyıcı sistemin türü ve malzeme çeşitine bağlı olan ve süneklik derecesine göre değişken olarak saptanan bir değerdir. Deprem yükü azaltma katsayısı olarak da bilinir. Yapıya gelen deprem yüklerinin azaltılmış olarak kabul edilmesinde yapının süneklik derecesi ve taşıyıcı sistem tipi esastır. Yapı tasarlanırken deprem yükü azaltma katsayısı (R) kullanılmadan da tasarım yapılabilir. Bu çalışmada, deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar için süneklik düzeyi yüksek betonarme yapılar için R değeri 8 olarak seçilmiştir.

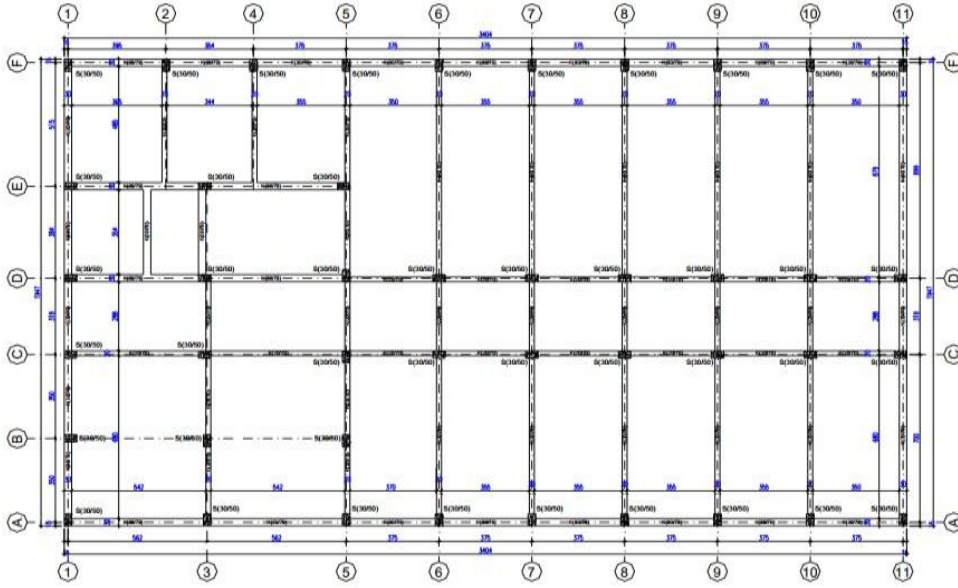
Adaptif itme analizi, yapının deformasyonu ve tanımlanan yer hareketinin frekans içeriğinin yapının dinamik davranış özelliklerine olan etkilerini tamamıyla dikkate alarak, yapının yatay kapasitelerini tahmin etmekte kullanılır. Adaptif itme analizi yaklaşımında, yatay yük dağılımı sabit tutulmak yerine, analiz boyunca her adımda gerçekleştirilen öz değer (eigen value) analizlerinden elde edilen mod şekilleri ve katılım faktörlerine göre güncellenmektedir. Bu yöntem tamamıyla çok modludur ve yapının yumuşaması, periyodun uzaması, spektral amplifikasyona bağlı olarak atalet kuvvetlerinin değişmesi (sahaya uygun spektrum uygulanmasıyla) gibi etmenleri dikkate almaktadır. Yük dağılımları dışında, adaptif itme ile şekil değiştirme profilleri etkin bir biçimde elde edilebilir. Yatay yük dağılımlarını sürekli olarak değişen sistem modal özellikleri göre güncelleyebilme özelliği sayesinde, sabit dağılımlı deplasman itmenin (displacement pushover) için zayıflığının üstesinden gelmekte ve özellikle mukavemet ve rijitlik düzensizliklerinin olduğu ve/veya yüksek mod etkilerinin dinamik davranışta önemli bir rol oynadığı yapılarda, var olan geleneksel yöntemlerden daha iyi davranış tahminlerinde bulunarak yapı değerlendirmesi için daha doğru olan, performans-odaklı bir araç sağlamaktadır (Antoniou ve Pinho, 2003). Yazılım programında uygulanan adaptif algoritma oldukça esnek ve her özel projenin spesifik gereksinimlerine uyacak şekilde farklı parametrelerin tanımlanmasına izin verir. Ayrıca, kullanıcılar her adımda uygulanacak yük artımını veya işlem suresince var olan noktaya kadar hâlihazırda uygulanmış toplam yükü güncellenmeyi de seçebilirler. Bu çalışma kapsamında Seismostruct yazılım programı altında yer alan ve dinamik davranış özelliklerin dikkate alındığı statik adaptif itme analizi kullanılmıştır (Seismostruct User Manual, 2014).

Bu çalışmada Türk Deprem Yönetmeliklerinde belirtilen zemin sınıflarının farklılaşmasının yapı performansına etkisi ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu çerçevede farklı zemin sınıfları ve bina önem katsayılarının yapı performansına ne derecede etki ettiğinin ortaya konması amaçlanmıştır. Spektral ivme değerleri için; etkin yer ivmesi katsayısı (A_0) yapı 1. Derece deprem bölgesinde yer aldığından $A_0=0.4$ olarak alınmış ve yapı okul binası olduğundan bina önem katsayısı $I = 1.4$ olarak alınmıştır (DBYYHY, 2007).

3. Bulgular

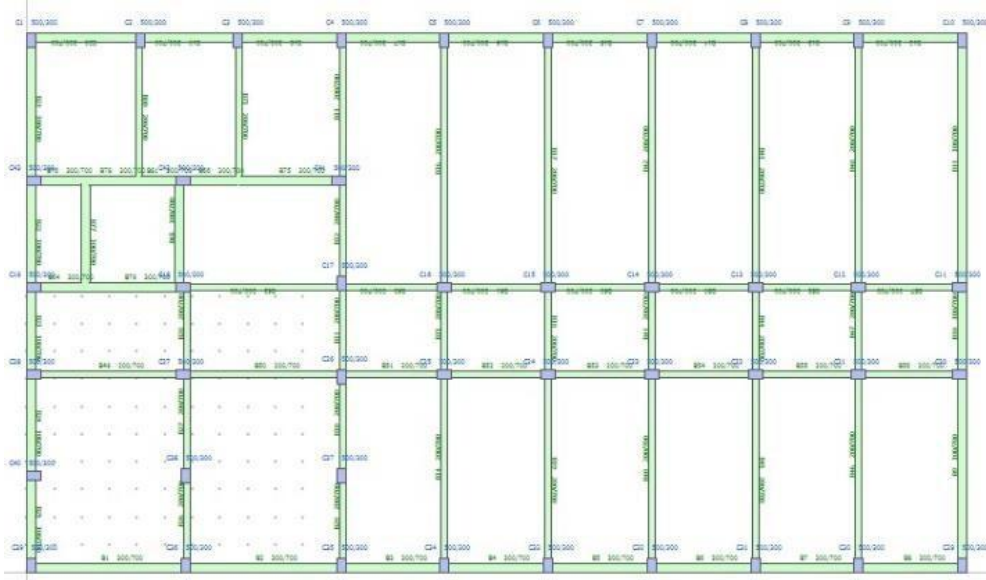
Çalışmada örnek olarak seçilen bina, Çeltiksuyu Köyü’nde yer alan okul binasıdır. Bu okul ile ilgili literatürde yer alan bilgiler kullanılarak yapı modellemesi yapılmıştır. Okul binasının taşıyıcı sistemi düzenini veren döşeme kalıp planı Şekil 1’de verilmiştir. Bina; zemin kat ve iki normal kattan meydana gelmekte olup, toplam üç katlıdır. Plan ise boyutları 17.17m×33.74m olan düzgün

bir dikdörtgen biçimindedir. Kolonlar $0.30\text{m} \times 0.50\text{m}$, iç kirişler $0.20\text{m} \times 0.70\text{m}$ ve dış kirişler $0.30\text{m} \times 0.70\text{m}$ kesitinde tespit edilmiştir. Döşeme kalınlığı 0.12m 'dir (Celep, 2003).

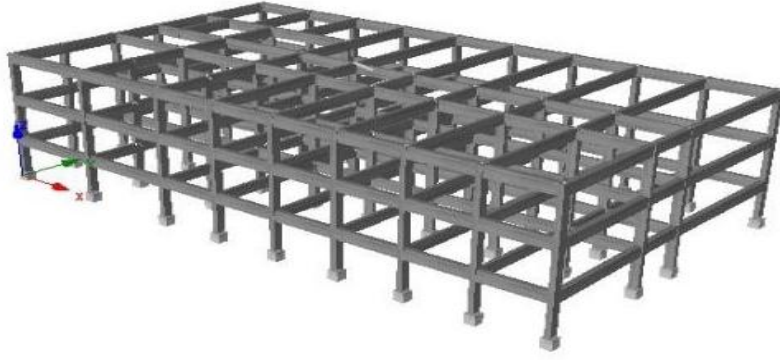


Şekil 1. Okul binasının kalıp planı (Celep,2003)

Çalışmada incelenen yapı, Bingöl ilinde bulunan Çeltiksuyu Yatılı İlköğretim Bölge Okulu'na ait okul binasıdır. 3 katlı olan okul binası, X doğrultusunda 8 ve 9, Y doğrultusunda ise 3 ve 4 açıklıklı olacak şekilde tasarlanmıştır. Yapı performansı farklı zemin sınıfları ve yapı davranış katsayıları parametreleri değişken olarak seçilerek hesaplanmıştır. Yapıda kullanılan malzeme C16-S220 olarak belirlenmiştir. Kullanılan kolonlar $30\text{cm} \times 50\text{cm}$ olarak belirlenmiştir. Kirişler ise $30\text{cm} \times 70\text{cm}$ ve $20\text{cm} \times 70\text{cm}$ olarak boyutlandırılmıştır. Yazılım programından elde edilen kalıp planı Şekil 2' de gösterilmiştir. Yapının üç boyutlu modeli ise Şekil 3'te gösterilmiştir.

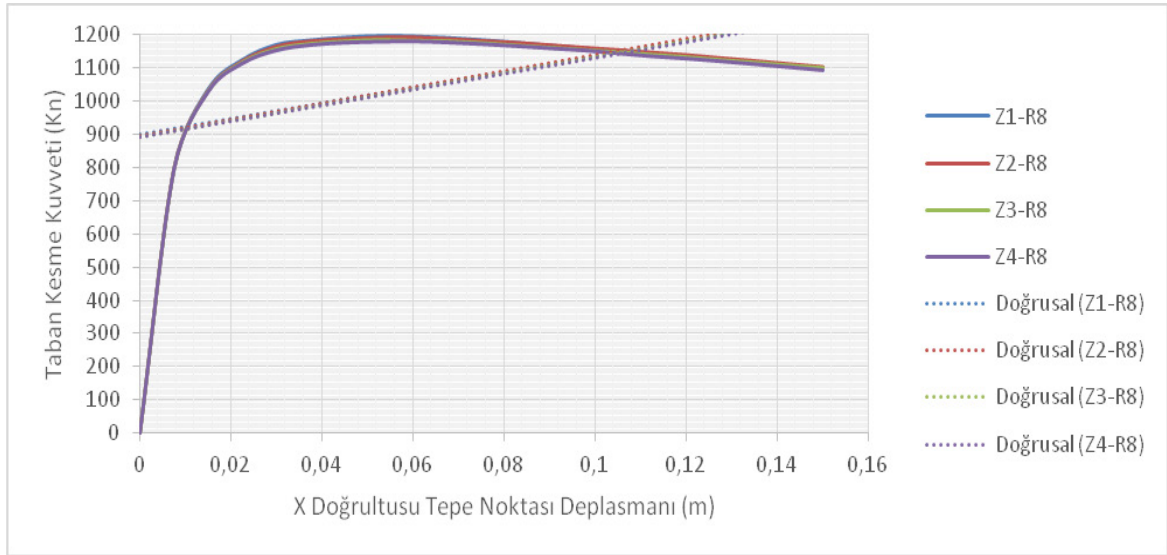


Şekil 2. Yazılım programından elde edilen yapı kalıp planı

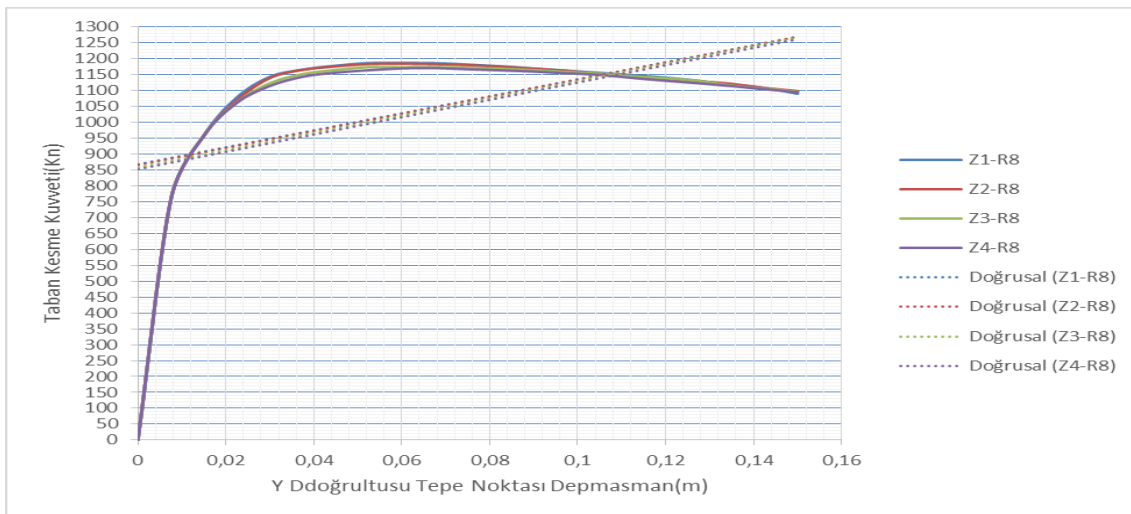


Şekil 3. İncelenen yapının üç boyutlu modeli

Farklı zemin sınıfları için X doğrultusunda elde edilen statik adaptif itme eğrileri Şekil 4'te ve Y doğrultusunda ise Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 4. R=8 için farklı zemin sınıflarında X doğrultusundaki statik adaptif itme eğrisi



Şekil 5. R=8 için farklı zemin sınıflarında Y doğrultusundaki statik adaptif itme eğrisi

4. Sonuçlar

Yapı–zemin etkileşimi denilince üst yapı ile temel zemini arasındaki karşılıklı etkileşim söz konusu olmaktadır. Zemin özellikleri, yapının deprem gibi yüklerden dolayı etkilenmesine sebep olurken, üst yapı yüklerinden dolayı da zeminin dinamik hareketleri etkilenmektedir. Çalışmada kullanılan farklı zemin sınıfları için aynı kalıp planına ve taşıyıcı sisteme sahip ve 2003 Bingöl depreminde ağır hasar görmüş Çeltiksuyu Yatılı Bölge İlköğretim Okulu binası seçilmiştir. Bu bina için farklı zemin sınıflarında farklı kesit tesirlerinin meydana geldiği belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda taşıma gücü düşük olan zemin türleri için taban kesme kuvvetlerinde azalma meydana gelmiştir. Yapılan çalışmalarda farklı zemin sınıflarının yapı deprem performansına etkileri incelenmeye çalışılmıştır. Çalışmalar süresince kullanılan yazılımından elde edilen sonuçlar neticesinde ilk hasar bölgelerinin zemin kat kolonlarında olduğu gözlenmiştir. Yapının her ne kadar C16 -S220 gibi ciddi yapısal malzeme problemleri olsa dahi, aynı tip yapıların farklı zeminlerde farklı performanslar gösterebileceği fikrini vermektedir.

Yapı – zemin etkileşimi hesaplamalarının doğru yapılması tespit edilen zemin sınıflarının doğruluğu, yapı hesaplamalarını doğrudan etkileyecektir. Zemin sınıfların yerinde ve doğru bir şekilde tespit edilmesi gerekmektedir. Bu değerler doğru olarak tespit edildikten sonra yapı – zemin etkileşimi yazılım programlarında gerçeği yansıtacak en doğru yaklaşım seçilerek hesaplamalar yapılmalıdır.

Katkı Belirtme

Bu çalışma ilk yazarın bitmiş olan yüksek lisans tezinin bir bölümünden üretilmiştir.

Kaynaklar

- 1) Antoniou, S., Pinho, R., (2003). Seismostruct–seismic analysis program by seismosoft. Technical manual and user manual.
- 2) Celep, Z., (2003). Seismic safety of the regional school building of Bingöl, <http://web.itu.edu.tr/celep/files/18.pdf> (Erişim tarihi: 20.10.2016)
- 3) DBYYHY 2007, (2007). Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.
- 4) Işık, E., Kutanis, M. (2015). Determination of local site-specific spectra using probabilistic seismic hazard analysis for Bitlis Province, Turkey. *Earth Sciences Research Journal*, 19(2), 129-134.
- 5) Işık E., Kutanis M., Bal İ. E., (2016a). Displacement of the buildings according to site-specific earthquake spectra. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 60(1), 37-43.
- 6) Işık, E., Büyüksaraç, A., Aydın, M. C. (2016). Effects of local soil conditions on earthquake damages. The 2nd CEPPIS International Scientific Conference on Civil Engineering: Bydgoszcz, Poland.
- 7) Karaşin, İ.B., (2017) Farklı yapı davranış katsayıları için zemin koşullarının yapı performansına etkisi. Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- 8) Karaşin, İ. B., Işık, E., (2017). Farklı yapı davranış katsayıları için zemin koşullarının yapı performansına etkisi. *DÜMF Mühendislik Dergisi*, 8(4), 661-673.
- 9) Kutanis, M., (2001). Yapı - zemin dinamik etkileşimi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- 10) Kutanis, M., Ulutaş, H., Işık, E. (2018). PSHA of Van province for performance assessment using spectrally matched strong ground motion records. *Journal of Earth System Science*, 127(7), 99.
- 11) Seismo Struct v7.0, (2014). A computer program for static and dynamic nonlinear analysis of framed structures, SeismoSoft. Çevirim içi erişim: <http://www.seismosoft.com> (Erişim Tarihi: 08.08.2016).

- 12) Tuncer Ö, (2008). Betonarme yapıların deprem performansının doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle belirlenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.
- 13) User Manual S. 2014. Version 7.0. 1. Pavia, Italy. Seismo-Soft Inc. Supporting Services.
- 14) Yön, B., Öncü, M.E., Calayır, Y., (2015), Effects of seismic zones and site conditions on response of RC buildings., *Gradevinar*, 67 (6), 585-596.

VAN VE YAKIN CİVARINDA CİSİM DALGALARININ FREKANS BAĞIMLI SOĞRULMA FONKSİYONLARI

Dr. Öğr. Üyesi Alper DEMİRCİ¹
Doç.Dr. Tolga BEKLER²
Arş. Gör. İbrahim Baran Karasın³
Doç.Dr. Ercan IŞIK⁴

ÖZET

Bu çalışmada, 2011 Van depremi ve bu depremin arkasından gelişen artçı şoklara ait geniş bantlı üç bileşen sismometre verileri kullanılarak bölgeye ait soğrulma karakteristikleri ortaya konmaktadır. Çalışmada, P ve S dalgalarının soğrulma fonksiyonları, koda normalizasyon tekniği ile hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar, bölgede veya yakın civarında gelecekte olması muhtemel büyük depremlerin daha doğru bir şekilde modellenebilmesi ve gerekli sismik risk çalışmalarının da daha güvenilir sonuçlar elde edilmesi adına temel parametrelerden biri olan fonksiyonel sönüm ilişkilerini ortaya koymaktadır. Buna göre, S ve P sismik fazları için sırasıyla, $Q_s=60.4\pm 18.4f^{0.7\pm 0.12}$ ve $Q_p=14.62\pm 7.2f^{1.09\pm 0.18}$ fonksiyonları elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre P dalgalarının S dalgalarından daha fazla sönümlendiği gözlenmektedir. Ayrıca 1Hz'den büyük frekanslarda Q_s/Q_p oranı ortalama ~2.51 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre düşük Q_p ve Q_s değerleri dünyada sismik açıdan aktif bölgelerde elde edilen sonuçlara yakın değerler almaktadır. Q_s/Q_p ortalama oranı ise bölgede saçılma etkisinin fazlalığını işaret etmekte ve bununla birlikte üst kabuktaki yoğun yanal heterojenitenin bir sonucu olduğu şeklinde yorumlanabilmektedir.

Anahtar kelimeler: Soğrulma, Van, Deprem, P Dalgası, S Dalgası

Giriş

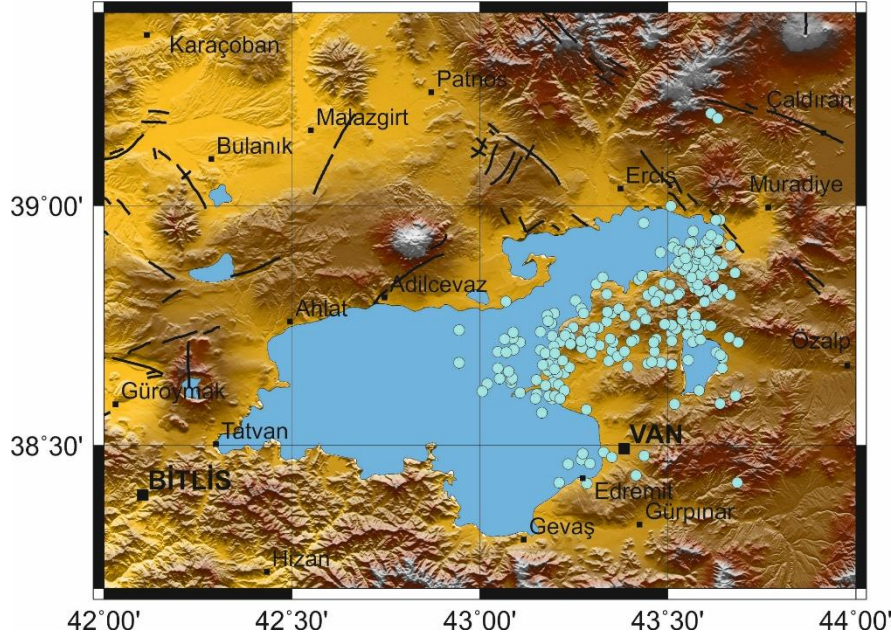
Ortama ait soğrulma özelliği, kabuğun anelastisite özelliği ve heterojenite miktarı veya her ikisinin de neden olduğu sismik dalga genliğindeki azalma miktarı ile ifade edilmektedir. Bu ifade genellikle bir birimi olmayan Q parametresi ile ölçeklendirilmektedir. Kalite faktörü olarak isimlendirilen bu parametre ilgili sismik dalga yayılımına ait ortam özelliklerini barındırması bakımından kendine özgü bir büyüklüğe sahiptir. Düşük Q değerleri daha fazla enerji kaybı veya daha yüksek sönüm karakterini göstermektedir. Teorik olarak, Q parametresinin bir bölgede sonsuz değerler alması o ortamdaki elastik davranışı temsil eder (Lay, 2015). Dolayısıyla, bu durum tektonik açıdan stabil alanların yüksek Q değerlerine sahip olduğunu diğer yandan yoğun deprem aktivitesine sahip karmaşık bir tektonik ortamın ise düşük Q değerlerine sahip olacağına göstergesidir. Q parametresinin belirlenmesi çalışmalarında gözlemsel sismogramlardan elde edilen P, S, Koda ve Lg sismik fazlarının tümü ayrı ayrı kullanılabilir. Bu çalışma kapsamında ise P ve S dalgalarından elde edilen Q parametreleri ve sönüm fonksiyonları, koda normalizasyon tekniği ile hesaplanmıştır. Çalışmada, 2011 Ekim-2017 Eylül tarihleri arasında Van ve yakın civarında meydana gelen yüksek sinyal/gürültü oranı içeriği ve süre bakımından yeterli uzunlukta koda fazı içeriği dikkate alınarak, büyüklükleri 4 ila 7.2 arasında değişen 136 depreme ait geniş bantlı istasyon verisi kullanılmıştır (Şekil 1).

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, alperdemirci@comu.edu.tr

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, tbekler@comu.edu.tr

³ Dicle Üniversitesi, baran.karasin@dicle.edu.tr

⁴ Bitlis Eren Üniversitesi, eisik@beu.edu.tr



Şekil 1. Çalışma alanındaki aktif faylar (Emre vd, 2013) ve kullanılan depremlere ait episantr dağılımları

Çalışma Alanı

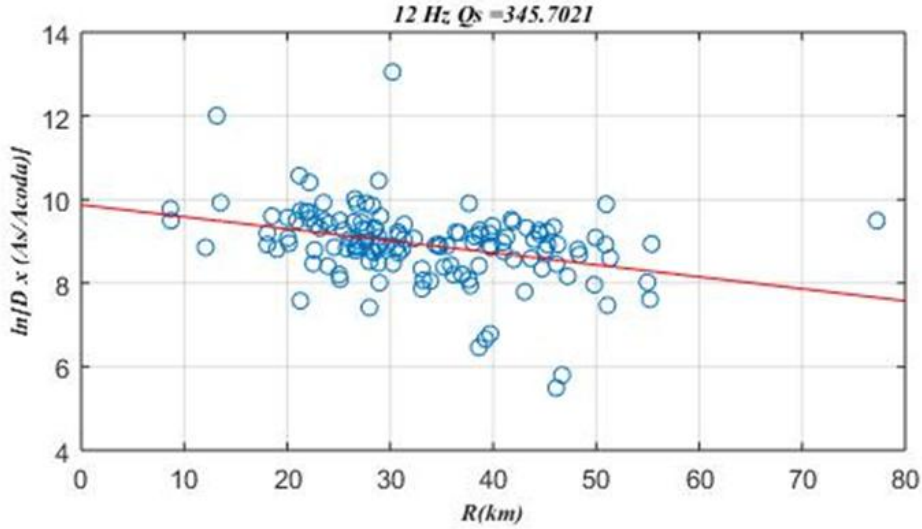
Çalışma alanı, Arap levhasının kuzeye hareketi ve Avrasya levhasına doğru göreceli hızlı hareketi sonrasında gelişen kıta-kıta çarpışmasının neden olduğu kuzey-güney yönlü sıkışma ve daralma tektonik rejimi içerisinde kalmaktadır. Bu sıkışma, bölgede doğu-batı doğrultulu ters faylarla birlikte kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu sağ yanal ve kuzeydoğu güneybatı doğrultulu sol yanal doğrultu atımlı fayların varlığının da bir göstergesi olmaktadır. Dolayısıyla Van bölgesi bu kompleks tektonizma içerisinde gerek tarihsel gerekse de aletsel dönemde birçok yıkıcı depreme maruz kalmıştır (Utkucu vd., 2011). Bu karmaşık tektonizma bölgedeki kabuksal boyuttaki heterojeniteyi de arttırmakta ve dolayısıyla deprem sonucunda ortaya çıkan sismik dalgaların saçılma etkilerinin artmasına neden olmaktadır. Bir bölgedeki sismik dalgalara ait saçılma etkisi o bölgenin soğrulma karakteriyle doğrudan ilişkilidir. Dolayısıyla bu çalışma bölgede meydana gelmiş veya gelecekteki muhtemel depremlerin etkilerinin daha güvenilir bir şekilde hesaplanabilmesi amacıyla bölgesel soğrulma karakterlerini ortaya koymaktadır.

Yöntem ve Materyal

Bu çalışmada, frekans bağımlı soğrulma etkisini ortaya koymak amacıyla Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE) tarafından işletilen VAN istasyonu ile elde edilen deprem verilerine koda normalizasyon tekniği (Yoshimoto vd., 1993) uygulanmıştır. Yöntem, Geniş-bandlı tek istasyon verisinin farklı frekans bandları aralığında filtrelenmiş ve her bir merkez frekans değerindeki (1, 1.5, 3, 6, 9, 12, 15, 18 Hz) sismik fazlara (S,P) ait spektral genliklerin, ilgili fazlara ait koda dalgası genliklerine normalize edilmesi temeline dayanmaktadır. Yöntem gereği yapılan normalizasyon işlemi sonrasında alet etkisi ve kaynağa ait spektral etkiler ortadan kalkmaktadır. Çalışmada sismik P ve S fazları kullanılmış ve doğal olarak bu iki faza ait kalite faktörü (Q) değerleri hesaplanmıştır. Yapılan bir takım temel varsayımlar sonrası koda normalizasyon tekniğine ait temel bağıntı

$$\left\{ \ln \left[\frac{A_{S,P}(f,r)r^{\omega}}{A_C(f,t_C)} \right] \right\}_{r \pm \Delta r} = - \frac{\pi f}{Q_{S,P}(f)V_{S,P}} r + sbt(f)$$

şekindedir (Yoshimoto vd., 1993). Çalışmada geometrik yayılım etkisi $r^{-\omega}$, kaynak-istasyon arası uzaklığının, moho derinliğinin (h_m) iki katından daha az olduğu durumlar için r^{-1} olarak, fazla olduğu durumlar için $\frac{1}{\sqrt{r \cdot 2h_m}}$ olarak hesaplamalara katılmıştır (Hermann ve Kijko, 1983). Çalışmada bölge için yaklaşık moho derinliği 45 km olarak seçilmiştir (Çınar ve Alkan., 2017). Çalışma kapsamında her bir merkez frekans ve her bir deprem için hesaplanan ilgili cisim dalgası genliğinin koda dalgasına logaritmik oranları, kaynak-alıcı arası hiposantral uzaklığa bağlı olarak grafiklenmiş doğrusal regresyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen regresyon eğrisinin eğiminden faydalanarak ilgili sismik faza ait Q parametresi belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. 12 Hz merkez frekansı için Qs değerinin elde edilmesi

Sonuçlar ve Tartışma

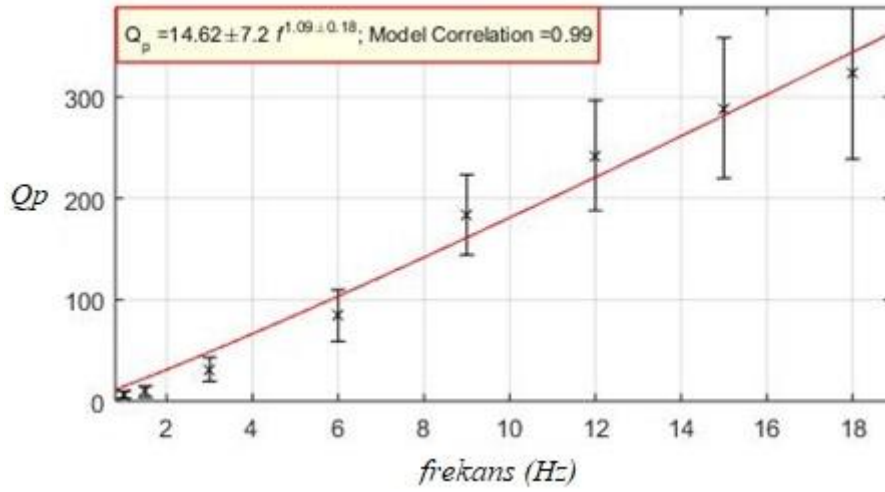
Van ve yakın civarında 2011 Van depremi sonrası gerçekleşen depremlere ait geniş bantlı sismik kayıtçı verilerinin koda normalizasyon tekniği ile değerlendirilmesi sonucu elde edilen sonuçlar Tablo 1’de verilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde bölgede P dalgalarının S dalgalarına göre daha hızlı sönümlendiği gözlenmektedir. Ayrıca tüm merkez frekanslar için elde edilen Qs/Qp oranlarının düşük frekanslarda daha yüksek iken yüksek frekanslarda daha düşük olduğu gözlenmektedir. Tüm frekanslar için ortalama Qs/Qp değeri ~2.51 olarak hesaplanmaktadır. Bu değer bölgedeki yüksek yanal heterojeniteye bağlı saçılma etkilerinin fazlalığını işaret etmektedir.

Tablo 1. Her bir merkez frekansa karşılık gelen Qp, Qs değerleri ve oranları

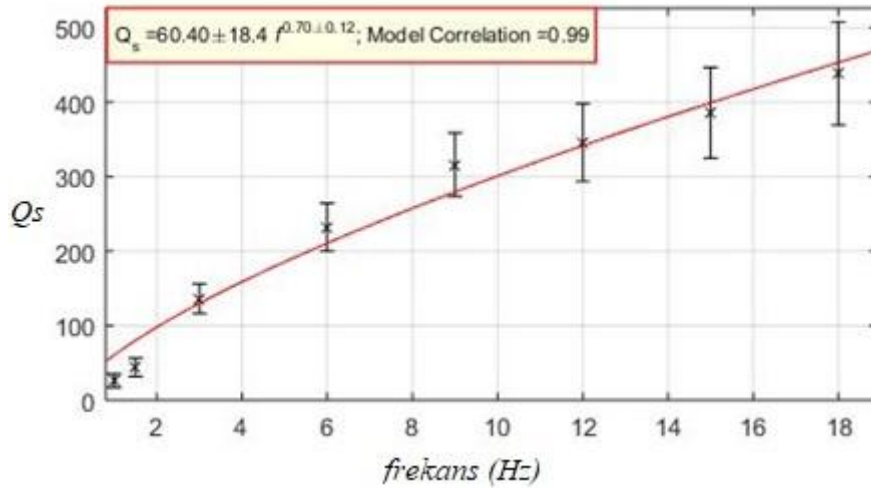
Merkez Frekans	Qp	Qs	Qs/Qp
1 Hz	6.2917	26.2279	4.168651
1.5 Hz	9.3889	43.9971	4.686076
3 Hz	31.282	136.2571	4.355767
6 Hz	84.3785	232.2626	2.752628
9 Hz	183.6517	316.1244	1.721326
12 Hz	242.2734	345.7021	1.426909
15 Hz	289.0033	385.5795	1.33417
18 Hz	323.2529	438.4075	1.356237

Diğer taraftan, bölgesel ölçekte özellikle deprem simulasyonu ve deprem riski analizlerinde sıklıkla kullanılan ve temel girdilerden olan soğrulma fonksiyonları çalışma kapsamında hesaplanmıştır. Her bir merkez frekans değerine karşılık gelen Qp ve Qs değerleri üstel regresyon işlemine tabi tutulmuş ve her iki faz içinde frekansa bağlı sönüm fonksiyonları elde edilmiştir (Şekil 3,4). Buna

göre S fazı için $Q_s=60.4\pm 18.4f^{0.7\pm 0.12}$ ve P fazı için ise $Q_p=14.62\pm 7.2f^{1.09\pm 0.18}$ fonksiyonları ortaya çıkarılmıştır.



Şekil 3. 8 farklı merkez frekans değeri için hesaplanan Qp değerleri ve üstel regresyon sonucunda elde edilen Qp fonksiyonu



Şekil 4. 8 farklı merkez frekans değeri için hesaplanan Qs değerleri ve üstel regresyon sonucunda elde edilen Qs fonksiyonu

Kaynaklar

- 1) Cinar, H. ve Alkan, H., (2017) Crustal S-wave structure around the Lake Van region (eastern Turkey) from interstation Rayleigh wave phase velocity analyses. Turkish Journal of Earth Sciences, 26, 73-90.
- 2) Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş. ve Şaroğlu, F. (2013). Açıklamalı Türkiye Diri Fay Haritası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayınlar Serisi, No:30, Ankara - Türkiye.
- 3) Herrmann R.B. ve Kijko A., (1983) Modelling Some Empirical Vertical Component Lg Relations. Bulletin of the Seismological Society of America, 73, 157-171
- 4) KOERI Earthquake Catalog, Boğazici University, Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, National Earthquake Monitoring Center, Waveform Data Request System. <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/data-request/> (accessed June 05, 2018)
- 5) Lay T., (2015) The surge of great earthquakes from 2004 to 2014. Earth and Planetary Science Letters. 409, 133-146.

- 6) Utkucu M, Durmuş H, Yalçın H, Budakoğlu ve Işık E (2013). Coulomb static stress changes before and after the 23 October 2011 Van, eastern Turkey, earthquake ($M_w = 7.1$): implications for the earthquake hazard mitigation. Nat Hazard Earth Sys 13: 1889-1902.
- 7) Yoshimoto K., Sato H., ve Ohtake M., (1993) Frequency dependent attenuation of P and S waves in the Kanto area, Japan, based on the coda normalization method, Geophysical Journal International, 114, 165-174.

KARLIOVA (BİNGÖL) ÜÇLÜ BİRLEŞİM NOKTASINDA SPEKTRAL KAYNAK PARAMETRELERİ

Dr. Öğr. Üyesi Alper DEMİRCİ¹
Doç. Dr. Tolga BEKLER²
Arş. Gör. İbrahim Baran KARAŞİN³
Doç. Dr. Ercan IŞIK⁴

ÖZET

Bu çalışmada, Doğu Anadolu, Türkiye’de bulunan ve bölgenin en aktif sismik kaynaklarının kesişme noktasında Karlıova (Bingöl) bölgesi ve yakın civarında meydana gelmiş deprem verilerine ait geniş bantlı üç bileşen sismometre verileri ile bölgeye ait spektral kaynak parametreleri (Köşe frekansı, Gerilme düşümü, Sismik Moment ve Kaynak Yarıçapı) ve bunlar arasında ilişkiler ortaya konmaktadır. SH dalgalarını içeren yerdeğiştirme ve ivme spektrumları Brune (w^{-2}) kaynak modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Toplamda Ocak-2010 ve Aralık 2017 arasında meydana gelmiş 163 deprem için Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE) tarafından işletilen istasyon ağına ait 2448 dalga formu incelenmiş ve her depreme ait parametreler manuel olarak hesaplanmıştır. Her bir kaynak parametresi, ilgili deprem için kullanılan sismik istasyon sayısına göre ortalama alınarak hesaplanmıştır. Gözlemsel spektrumlar, bölge için daha önce ortaya atılmış, Q_s kalite faktörü kullanılarak sönüm etkisinden arındırılmıştır. Depremlere ait elde edilen sismik moment değerleri 1.12×10^{14} ve 9.29×10^{17} Nm ($3.3 \leq M_w \leq 5.9$) arasında değişirken köşe frekansı değerleri ise 0.37 ile 5.87 Hz arasındadır. Kaynak yarıçapı değerleri 212.19 m ile 3885.79 m. arasında hesaplanmış ve bu kaynaklardaki gerilme düşümleri 0.01MPa ile 3.25 MPa arasında değişkenlik göstermektedir. Sonuç olarak, bu kaynak parametrelerine ait ampirik ilişki fonksiyonları ortaya çıkarılarak bu fonksiyonlar, bölgede yapılacak kuvvetli yer hareketi modellemesi, ve lokal büyüklük ölçeklendirmesi ve sismik risk çalışmalarına temel girdi olacak şekilde sunulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Deprem, Köşe frekansı, Gerilme düşümü, Sismik Moment, Kaynak Yarıçapı

Giriş

Deprem kaynak parametreleri (Köşe frekansı, Sismik Moment, Gerilme Düşümü ve Kaynak Yarıçapı) ve bu parametrelerinin birbirleriyle olan ilişki fonksiyonları, deprem kaynağının kinematik ve dinamik özelliklerini ortaya koymak açısından büyük önem arz etmektedir. Bu parametreler sismik tehlike analizleri için uygulanabilir ölçeklendirme (scaling) ilişkilerinin hesaplanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Hanks ve Wyss 1972; Hanks ve Thatcher 1972; Abercrombie 1995). Örneğin, bir deprem meydana geldiğinde, belli miktarda gerilme enerjisi serbest kalmakta ve ani bir gerilme düşümü oluşmaktadır. Bu gerilme düşümü değeri ($\Delta\sigma$) deprem kaynağının lokal ölçekteki etkilerini barındırdığı için bölgesel bazda hesaplanması gereken bir parametredir. Dolayısıyla, bu ve benzeri çeşitli kaynak parametreleri arasındaki ilişkilerin ölçeklendirilmesi, kaynak işlemini anlamak için önemli ipuçlarıdır. Özellikle, köşe frekansı (f_c) ve sismik moment (M_0) arasında ve Sismik Moment ve Kaynak Yarıçapı arasındaki ilişki fonksiyonları birçok araştırmacı tarafından araştırılmıştır (e.g. Watanable vd, 1996; Kumar vd, 2008; Sule ve Weber, 2013; Demirci ve Bekler (2017)). Aki (1967), ilk olarak teorik açıdan köşe frekansı ve sismik moment arasında büyük depremler için $M_0 \sim f_c^{-3}$ ilişkisi olması gerektiğini ortaya

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, alperdemirci@comu.edu.tr

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, tbekler@comu.edu.tr

³ Dicle Üniversitesi, baran.karasin@dicle.edu.tr

⁴ Bitlis Eren Üniversitesi, eisik@beu.edu.tr

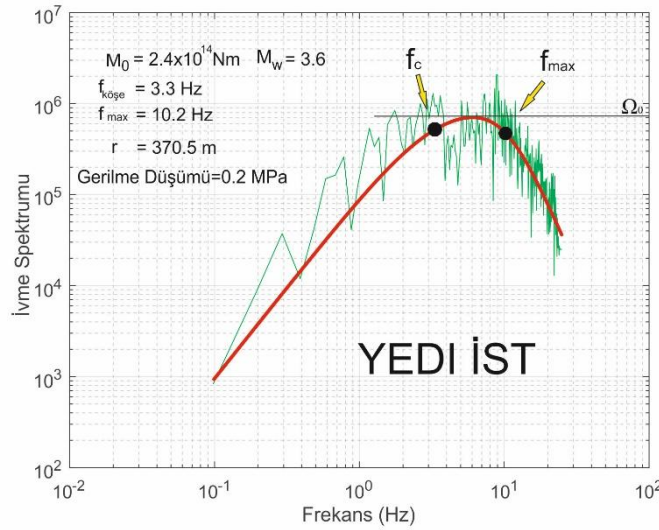
alçak geçişli Butterworth filtresi uygulanmıştır. Brune (1970) tarafından ortaya atılan, teorik ivme ve yerdeğiştirme kaynak spektrumları sırasıyla 1 ve 2 bağıntılarında belirtilmektedir.

$$A(R, f) = \frac{C\omega^2 \Omega_0}{1 + \left(\frac{f}{f_c}\right)^2} \quad (1)$$

$$D(R, f) = \frac{C\Omega_0}{1 + \left(\frac{f}{f_c}\right)^2} \quad (2)$$

Deprem kaynak modellerinde, ivme spektrumunda köşe frekansı değerine kadar olan artış belirli bir frekans aralığı boyunca sabit hal alırken Hanks (1982) tarafından tanımlanan farklı bir frekans değerinde düşüş eğilimine geçiş yapmaktadır. Bu frekans değeri f_{max} olarak isimlendirilmektedir. Bu değer hakkında farklı görüşler mevcuttur. Hanks (1982) ve Anderson ve Hough (1984) bu değer için yerel zemin koşullarından etkilendiğini belirtirken diğer yandan, Papageorgiou ve Aki (1983a, b) ve Yokai ve Irikura (1991), f_{max} değerini kaynak etkisi ile ilişkilendirmişlerdir.

Özellikle ivme spektrumlarında, f_c ve f_{max} gibi keskin eğim değişimlerine karşılık gelen frekans değerleri daha belirgin bir hal almakta ve ivme spektrumu üzerinde seçilebilirlikleri daha kolay olmaktadır. Dolayısıyla, elde edilen ivme spektrumlarından, f_c değeri için spektrum genlik artışının birden kesildiği frekans değeri ve f_{max} değeri için ise eğrinin bir band boyunca düz olarak devam ettikten sonra tekrar düşüş eğilimine girdiği frekans değeri seçilmiştir. Bu bilgiler ışığında ivme spektrumunda, f_c , f_{max} ve Ω_0 (düşük frekans yerdeğiştirme spektral seviyesi) manuel olarak belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. 13.06.2014 tarihinde meydana gelen bir depreme ait YEDI istasyonu spektral eğrisi

Sonraki aşamada, çalışma alanını da içerisine alan bölge için daha önceden Akıncı ve Eyidoğan (1996) tarafından hesaplanmış frekans bağımlı kalite sönüm kalite faktörü için $Q_s(f) = 35f^{0.83}$ eşitliği hesaplamalara dahil edilmiştir. Seçilen f_c , f_{max} ve Ω_0 spektral parametreleri kullanılarak, 1 ve 2 no'lu bağıntılarla hesaplanan Brune kaynak modeli'ne ait spektral eğriler, gözlemsel spektrumlar ile karşılaştırılmıştır. Deneme yanılma yöntemiyle belirlenen ve gözlemsel eğriyi en düşük hata ile temsil eden sentetik modele ait spektral parametreler kullanılarak, izleyen bağıntılar yardımıyla depremin Sismik moment, Gerilme düşümü ve kaynak yarıçapı gibi kaynak parametreleri elde edilmiştir.

$$M_0 = \frac{4\pi\rho\beta^3 R\Omega_0}{R_{\theta\varphi} S_a} \quad (3)$$

Eşitlikte M_0 sismik momenti, ρ , ortalama yoğunluk değerini, β , kaynak civarındaki ortalama makaslama dalga hızını, R hiposantr uzaklığını, $R_{0\phi}$, ortalama yayılım örüntü değerini ve S_a ise serbest yüzey zemin büyütme faktörünü temsil etmektedir. Sismik momentin 3 no'lu bağıntı ile elde edilmesinden sonra Hanks and Kanamori (1979) tarafından geliştirilen 4 no'lu ampirik bağıntı yardımıyla moment büyüklük değeri (M_w) hesaplanabilmektedir.

$$M_w = 0.66 \log(M_0) + 10.7 \quad (4)$$

Kaynak yarıçapı (r) ve gerilme düşümü ($\Delta\sigma$) parametreleri de 5 ve 6 no'lu eşitliklerden hesaplanmaktadır.

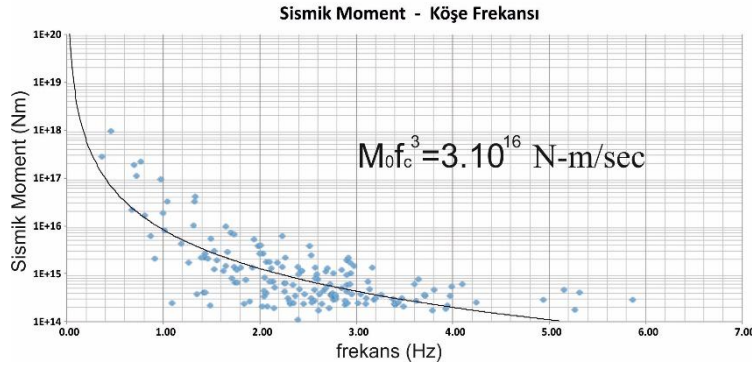
$$S_r = \frac{K\beta}{2\pi f_c} \quad (5)$$

$$\Delta\sigma = \frac{7M_0}{16S_r^3} \quad (6)$$

Kaynak yarıçapı hesaplamalarında kullanılan K sabiti SH dalga fazı kullanıldığından 2.34 olarak hesaplamalara katılmıştır (Sivaram et al 2013).

Tartışma ve Sonuçlar

Önceki bölümde sözü edilen incelendiğinde elde edilen ve hesaplanan spektral kaynak parametrelerinin birbirleriyle doğrusal ve/veya ters şekilde birbirleriyle ilişki içinde olduğu söylenebilmektedir. Özellikle köşe frekansı ve Sismik Momentin (Şekil 3) bölgedeki sismik aktivitenin tanımlanabilmesi amacıyla birtakım regresyon analizleri sonucu ilişkilendirilmesi birçok araştırmacı tarafından ele alınmıştır. Çalışma kapsamında ele alınan depremlere ait elde edilen sismik moment değerleri 1.12×10^{14} ve 9.29×10^{17} Nm ($3.3 \leq M_w \leq 5.9$) arasında değişirken köşe frekansı değerleri ise 0.37 ile 5.87 Hz arasındadır. Kaynak yarıçapı değerleri 212.19 m ile 3885.79 m. arasında hesaplanmış ve bu kaynaklardaki gerilme düşümleri ise 0.01MPa ile 3.25 MPa arasında değişkenlik göstermektedir.



Şekil 3. Sismik Moment ve Köşe Frekansı değerleri arasındaki üstel regresyon analizi ve elde edilen ilişki fonksiyonu

Çalışma Alanı ve yakın civarında spektral kaynak parametrelerini konu alan bir çalışma olmaması, bu çalışmaya bölge için bir ilk olma özelliğini kazandırmaktadır. Dolayısıyla çalışmadan elde edilen sonuçlar, dünya genelinde sismik açıdan aktif farklı bölgelerde yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır (Tablo 1). Ayrıca, konusu geçen bölgede benzer bir çalışmanın daha önce yapılmamış olması nedeniyle, ortaya çıkarılan bu ilişki fonksiyonları, yakın bölgeler için yapılacak deprem simülasyonu, gerilme hesapları vb... çalışmalara girdi olarak kullanılabilir olması açısından da ayrı bir öneme sahip olmaktadır.

Tablo 1. Literatürde farklı bölgeler için ortaya atılan ilişki fonksiyonları (Sismik Moment-Köşe Frekansı)

Ref.	Çalışma Alanı	İlişki fonksiyonu
Watanabe vd.,1996	Kanto (Japonya)	$Mo.fc^3 = (2.5-3.0).10^{16}$ N-m/s
Dutta vd., 2003	Güney Alaska	$Mo.fc^3 = 2.09.10^{16}$ N-m/s
Kumar vd, 2008	Himalaya Bölgesi (Hindistan)	$Mo.fc^3 = 1.7.10^{16}$ N-m/s
Kumar vd., 2011	Garhwal Himalaya (Hindistan)	$Mo.fc^3 = 3.10^{16}$ N-m/s
Borkar vd, 2013	Kumaun Himalaya (Hindistan)	$Mo.fc^{2.7} = 5.10^{16}$ N-m/s
Yoo vd., 2013	Kore Yarımadası	$Mo.fc^{3.54} = 10^{16}$ N-m/s
Demirci ve Bekler (2017)	Akhisar (Türkiye)	$Mo.fc^{3.46} = 3.10^{15}$ N-m/s
Bu çalışma	Karlıova Üçlü Birleşim Noktası	$Mo.fc^3 = 3.10^{16}$ N-m/s

Çalışma kapsamında elde edilen Sismik Moment ve köşe frekansı değerleri arasındaki ilişki $Mo.fc^3 = 3.10^{16}$ N-m/sec fonksiyonu ile tanımlanmaktadır. Bu sonuç özellikle Kanto (Japonya) ve Himalayalar (Hindistan) bölgelerinde yapılan çalışmalarla benzer bir karakter sergilemektedir. Sismik açıdan oldukça aktif olan bu bölgelerle yakın sonuçlar elde edilmesi, Karlıova Üçlü Birleşim Noktasının da oldukça yüksek bir sismik yoğunluk kapasitesine sahip olduğunun göstergesidir.

Katkı Belirtme

Çalışmada Şekil 1'in çiziminde GMT (Wessel ve Smith, 1995) yazılımından yararlanılmıştır.

Kaynaklar

- 1) Abercrombie, R. E., (1995). Earthquake source scaling relationships from 1 to 5 ML using seismograms recorded at 2.5km depth, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* (1978–2012), 100(B12), 24015–24036.
- 2) Akinci A. ve Eyidogan H., (1996) Frequency-dependent attenuation of S and coda waves in Erzincan region (Turkey). *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 97(1), 109–119.
- 3) Anderson, J. G. ve Hough, S. E., (1984). A model for the shape of the fourier amplitude spectrum of acceleration at high frequencies, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 74(5): 1969–1993.
- 4) Brune, J.N. (1970). Tectonic Stress and the Spectra of Seismic Shear Waves from Earthquakes, *Journal of Geophysical Research*, 75, No. 26, 1970, pp. 4997-5009.
- 5) Boore, D. M. (1983). Stochastic Simulation of High-Frequency Ground Motion Based on Seismological Models of the Radiated Spectra, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 73, No. 6, pp. 1865-1894.
- 6) Borkar, Y., Kumar, A., Gupta, S.C., ve Kumar, A. (2013). Source parameters and scaling relation for local earthquakes in the Garhwal and Kumaun Himalaya, India. *International Journal of Advanced Seismology*, 1(1):1-15.
- 7) Demirci A., and Bekler T., (2019) Büyük Menderes Grabeninde Cisim Dalgalarının Frekans Bağımlı Soğrulma Karakterinin Belirlenmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 5(1),116-123, DOI: 10.21324/dacd.449551 (in Turkish)
- 8) Dutta, U., Biswas N., Martirosyan, A., Papageorgiou, A. ve Kinoshita, s. (2003). Estimation of earthquake source parameters and site response in Anchorage, Alaska, from the strong motion network data using generalized inversion method, *Phys. Earth Planet. Interiors* 137:13–29.
- 9) Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş., Şaroğlu, F. (2013). Açıklamalı Türkiye Diri Fay Haritası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayınlar Serisi, No:30, Ankara - Türkiye.
- 10) Hanks, T.C. (1982). f_{max} ,” *Bulletin of the Seismological Society of America*, 72:1869-1879.
- 11) Hanks T.C. ve Kanamori H., (1979). A Moment Magnitude Scale, *Journal of Geophysical Research*,84, No. B5, pp. 2348-2350.

- 12) Hanks, T. C. ve Wyss, M., (1972). Use of Body-Wave Spectra in Determination of Seismic-Source Parameters, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 62(2), 561–589.
- 13) Hanks, T. C. ve Thatcher, W., (1972). Graphical Representation of Seismic Source Parameters, *Journal of Geophysical Research*, 77(23), 4393– 4405.
- 14) KOERI Earthquake Catalog, Boğazici University, Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, National Earthquake Monitoring Center, Waveform Data Request System. <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/data-request/> (accessed June 05, 2018)
- 15) Kumar, D., Sriram V., Sarkar I. ve Teotia S. S. (2008). An Estimate of a Scaling Law of Seismic Spectrum for Earthquakes in Himalaya, *Indian Minerals* 61(3-4) - 62 (1-4):83-92.
- 16) Kumar, A. (2011). Study of earthquake source parameters using micro-earthquakes and strong motion data, Ph.D. Thesis, Indian Institute of Technology, Roorkee.
- 17) Papageorgiou A.S. ve Aki, K. (1983a). A Specific Barrier Model for the Quantitative Description of Inhomogeneous Faulting and the Prediction of Strong ground Motion. I. Description of the Model, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 73, No. 3: 693-722.
- 18) Papageorgiou A.S. ve Aki K, (1983b). A Specific Barrier Model for the Quantitative Description of Inhomogeneous Faulting and the Prediction of Strong ground Motion. II. Application of the Model, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 73, No. 4:953-978.
- 19) Sivaram, K., Kumar, D., Teotia, S.S. vd. (2013). Source parameters and scaling relations for small earthquakes in Kumaon Himalaya, India. *J Seismol* 17: 579.
- 20) Süle, B. ve Wéber, Z. (2013). Earthquake source parameters and scaling relationships in Hungary (central Pannonian basin). *Journal of Seismology*, 17 (2): 507-521
- 21) Watanabe, K., Sato, H., Kinoshita, S. ve Ohtake, M., (1996). Source characteristics of small to moderate earthquakes in the Kanto region, Japan: Application of a new definition of the S-wave time window length, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 86:1284–1291.
- 22) Wessel P., Smith, W.H.F., (1995) New version of the Generic Mapping Tools, *Eos Transactions*. 76, 329 329.
- 23) Yokai, T. ve Irikura, K. (1991). Meaning of source controlled f_{max} in empirical Green's function technique based on a T2 -scaling law, *Annuals, Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ.* 34 B1.
- 24) Yoo, S.H., Rhie, J. R., Choi, H. ve Mayeda K. (2011). Coda-Derived Source Parameters of Earthquakes and Their Scaling Relationships in the Korean Peninsula. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 101 (5): 2388–2398.

FUEL CELL APPLICATION ON AC PUMP MOTORS

Assist. Prof. Dr. Rasim DOĞAN¹
Assoc. Prof. Dr. Ahmet KARAARSLAN²

ABSTRACT

Electric water pumps are being used increasingly more often in farms for wells water. But, it is quite expensive to bring the electrical power to operate them. The scope of the study is to generate electricity locally and control it during the motor pump works. In order to provide more economical solution, micro-scale renewable energy sources such as solar and wind power could be an alternative. However, it is not economical to use for farms with less wind speed and sunlight. For this reason, polymer electrolyte membrane Fuel Cell (PEM-FC), another clean and low-cost energy source, is used as an energy source for such an environment. Therefore, an experimental setup is created and tests are performed. First, the low-voltage DC generated by the Fuel Cell is transformed into high-voltage DC with a boost converter. Second, the high-voltage DC is converted to 220V AC by an inverter. During the process, the system is feedback itself with current and voltage sensors. Both converter and inverter are designed and their parameters are also presented. The power system is controlled by Arduino ATmega16U2 microcontroller that is able to decide the desired duty cycle of the boost converter and also the inverter. Finally, the performance of the converter and inverter group as a power modulator for fuel cell is analyzed for different load conditions and results are compared.

Keywords: Fuel-Cell, PEM, Boost Converter, Inverter, Pump Motor

1. INTRODUCTION

One of the great problems is to use electricity in rural areas. From the point of utility companies, it is not economical to make an investment for a couple of customers. Therefore, they firstly focus on the high density areas. Another solution is to pay all distribution lines and electrical components the customer. This investment is expensive and so many customers cannot afford it. Thus, they need an alternative and cheap energy generator. This would be wind, solar, hydro, geothermal, hydrogen energy etc.

Wind energy can be used only for the windy days and it needs a pole and wings. This construction takes a place and does not have persistence. Solar energy can but used only for the sunny days and it needs to occupy some place to get the sunlight. In order to use Hydro energy, we need a water power and this kind of powerful water can be found barely in Turkey. The geothermal energy needs both hot water source and heat exchanger and production of electricity. All these alternative sources [1,2] are not economical and practical solutions. The solution could be a Fuel Cell.

Fuel Cell is a high power density and portable DC generator. Therefore, it is widely used in many applications such as portable electronic devices, spacecraft power systems, submarine and electric vehicles [3-5]. These systems mostly use DC voltage i.e. 5, 12, 24 and 48V. So, they contain only DC-DC converters in order to change the output voltage of the Fuel Cell [6-9].

The scope of the study is to generate electricity locally and control it during the motor pump works. In order to provide more economical solution, micro-scale renewable energy sources such as solar and wind power could be an alternative. However, it is not economical to use for farms with less wind speed and sunlight. For this reason, polymer electrolyte membrane Fuel Cell (PEM-FC),

¹ Afyon Kocatepe University, Electrical Engineering Department, rsmdgn@gmail.com

² Yildirim Beyazıt University, Energy Systems Engineering Dept., akaraarslan@ybu.edu.tr

another clean and low-cost energy source, is used as an energy source for such an environment. Therefore, we perform an experimental test for an AC pump motor and results are presented.

2. MATERIAL AND METHOD

The system consists of four sections as seen on the Figure 1. The first one is PEM Fuel Cell stack which has 2.1 kW rated power. The second section is Boost converter. This section converts the DC low voltage into the DC high voltage, which is 300V. After we have high DC voltage, it is turned to 50 Hz AC voltage waveform by Inverter [1].

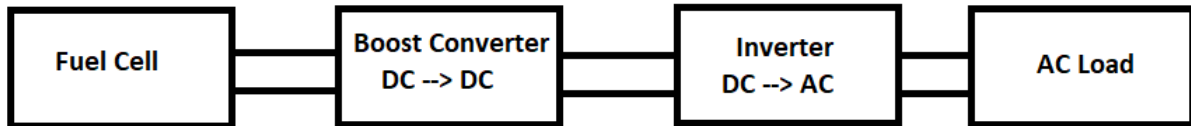


Figure 1. Experimental system overview

The inductance of boost converter is calculated and selected as 4mH for the CCM operation. IGBT type semiconductor is choosing for the switch operation. Duty cycle of the switch (D) is calculated from (1).

$$V_0 = \frac{V_{in}}{1-D} \quad (1)$$

V_0 is output voltage of the Boost converter. V_{in} is input voltage which is 36V. Thus, the DC-DC converter boosts the voltage from 36-300 V.

The inverter has H-bridge configuration. This configuration has two High Side Mosfet and two Low Side Mosfet. Therefore, IR2113 Mosfet driver is used to apply PWM signals. The typical connection of the IR2113 [2] is shown in the Figure 2. Output voltage of the inverter is measured and shown in the Figure 3. After Fast Fourier Transform (FFT) analysis, the output voltage is 215.2 Vrms. There is a gap between both positive and negative cycles and it is intentionally left zero to prevent the short circuit. Once we setup the circuit and obtain voltage waveform, it is applied to an incandescent lamp and observed the voltage and current (please see the Figure 3 and 4). As soon as we are confident about the circuit, we applied this voltage to a one phase 2Hp water pump motor. Motor successfully run by the circuit. The voltage waveform is the same as in the Figure 3 and the current waveform is seen on the Figure 5.

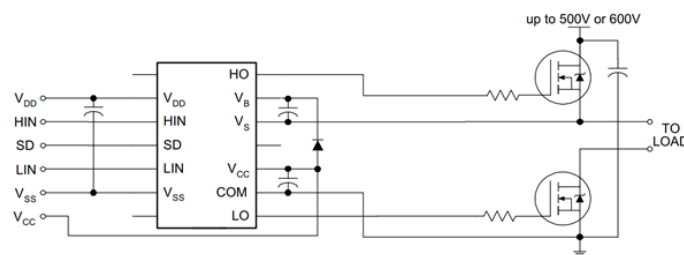


Figure 2. Typical connection of IR2113 Mosfet Driver

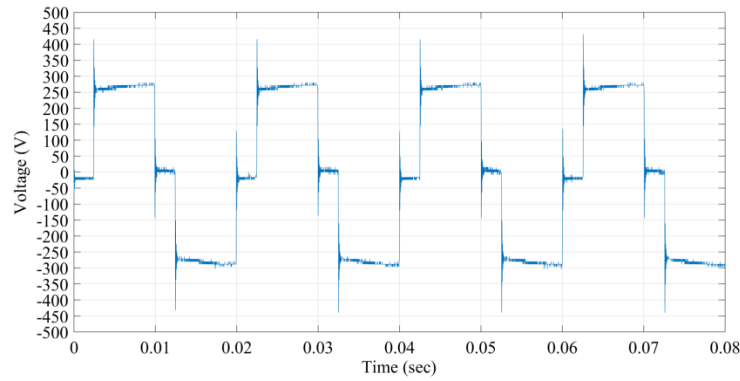


Figure 3. Inverter output voltage waveform

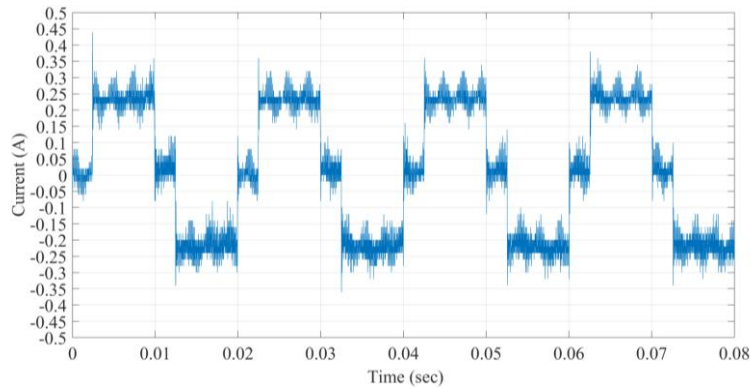


Figure 4. Inverter output current waveform for Incandescent lamp

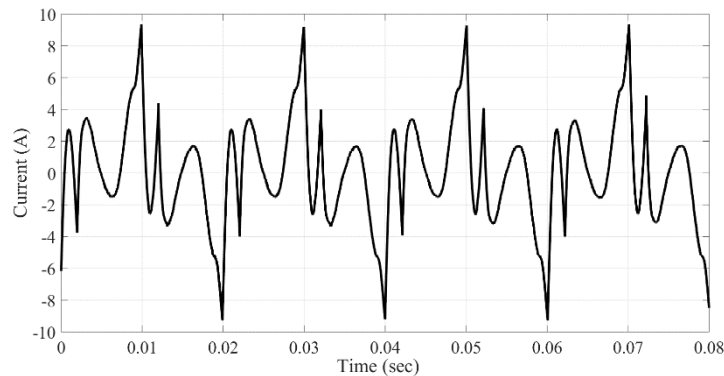


Figure 5. Inverter output current waveform for 2Hp Water Pump

3. CONCLUSION

36V DC voltage produced by the Fuel Cell and it is converted to 220Vrms 50Hz AC voltage. The voltage is constructed by the inverter circuit and is successfully applied to firstly a halogen lamp and then the water pump. Each of them runs successfully and measured the terminal voltage and current. As a result this study presents a pump motor can be run by a fuel cell stack. For the future work, a higher capacity loads will be run and observed the results.

4. ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by Afyon Kocatepe University Scientific Research Projects (AKU-BAP) with the Project Number:17.KARIYER.127 .

REFERENCES

- 1) International Rectifier. AN978 HV Floating MOS Gate Driver ICs. Retrieved November 15, 2018, from <http://www.irf.com/technicalinfo/appnotes/an978.pdf>.
- 2) International Rectifier. IR2110 High and Low Side Driver. Retrieved November 15, 2018, from <http://www.irf.com/productinfo/datasheets/data/ir2110.pdf>.
- 3) C.H. Lee, J.T. Yang and J.A. Jiang “Assessment of PEM Fuel Cells-Based DC/DC Power Conversion for Applications in AUVs”. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, Vol. 46, No. 4, Oct. 2010
- 4) Atwater, T. B., Cygan, P. J., and Leung, F. C.. “Man portable power needs of the 21st century: I. Applications for the dismounted soldier. II. Enhanced capabilities through the use of hybrid power sources”. *Journal of Power Sources*, Vol. 91, No. 1, pp.27-36, Nov. 2000
- 5) Nadal, M. and Barbir, F.. “Development of a hybrid fuel cell/battery powered electric vehicle”. *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 21, pp. 497-505, June 1996
- 6) Özkara Özkan, Tokgöz Nazime, Doğan Rasim, Karaarslan Ahmet. “The Analysis of OCC and PI Control Method for Isolated Fly-Back Converter using PEM Fuel Cells”, *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6, pp. 40-49, 2017.
- 7) Karaarslan Ahmet, Doğan Rasim. “Modeling and Control of DC-DC Buck Converter using PEM Fuel Cell”, *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6, pp. 94-105, 2017.
- 8) Doğan Rasim, Karaarslan Ahmet, “The Application of Battery Charging Circuit using PEM Fuel-Cell”, *ISMSIT International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*, 2017.
- 9) Doğan Rasim, Karaarslan Ahmet, “The Hybrid Control Method of Compound DC Motor using Fuel-Cell and Battery”, *ISMSIT 21st International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies Proceedings*, 2017.

MODEL PREDICTIVE BASED ROTOR CURRENT CONTROL FOR MATRIX CONVERTER CONTROLLED DFIG

Assoc. Prof. Dr. Ahmet KARAARSLAN¹

Zafer ORTATEPE²

Assist. Prof. Dr. Rasim DOĞAN³

ABSTRACT

This study investigates the performance analysis of Matrix Converter (MC) controlled Doubly Fed Induction Generator (DFIG). MC is used as the excitation power supply for the DFIG. It has many advantages such as high efficiency, no need for high-value filters, capability of bi-directional energy conversion and no need for DC bus. Although there are many control algorithms that can control the MC, Model Predictive Control (MPC) is emerged as an alternative solution for power converters. Compared to conventional linear controllers, MPC requires a shorter cycle to achieve the same performance. In MPC, future values of system variables are calculated for all possible control actions. In this proposed method, the switching action that minimizes the predefined cost function is selected and applied for the next sampling period. In this paper, Matlab/Simulink model and MPC strategy of the MC controlled DFIG system are analyzed. The proposed control method has been applied on the simulation and excellent switching state estimation, robustness and stable operation at sub-synchronous and super-synchronous modes have been achieved.

Key words: Doubly Fed Induction Generator (DFIG), Model Predictive Control (MPC), Matrix Converter (MC).

1. INTRODUCTION

The interest in wind energy, which is one of the renewable energy sources, is increasing day by day and the investments in this field are increasing rapidly [1-3]. Therefore, wind is the fastest growing energy source in the world in terms of production capacity. In most of the systems where wind energy is converted into electrical energy, power electronics circuits are used [4-6]. In these systems, it is aimed to convert the produced energy to the desired shape and to obtain optimum energy flow. In recent years, the progress made in power electronics and the decrease in the cost of semiconductor technology have made the use of converters in wind power systems very attractive.

One of the most important challenges in wind energy generation is that the wind characteristics and speed are very variable. Changes in wind speed and direction cause fluctuations in the energy produced by the generators [7]. Converters prevent this fluctuation from being transferred to the grid. Generally, turbines that names are Doubly Fed Inducton Generator (DFIG) are used under variable speed wind conditions. Up to now, the classic back-to-back converter structure for energy production from DFIG has been used, while in recent years more research has been done in converter topology systems to increase efficiency [8].

The matrix topology is a converter that can provide AC-to-AC power cycle directly. This circuit consisting of bidirectional switches connected to each other is arranged to connect any of the output lines of the inverter to any of the input lines. The output voltages of the Matrix Converter (MC) are generated from direct input voltages due to the absence of energy storage elements between input and output [9]. The MC has many advantages over the traditional converter and inverter. Due to the switches are bidirectional, they can transfer energy in two directions without the need for any additional elements or algorithms. Compared to conventional power conversion technologies, the

¹ Yıldırım Beyazıt University, Dept. of Energy Systems Engineering, akaraarslan@ybu.edu.tr

² Yıldırım Beyazıt University, Dept. of Energy Systems Engineering, akaraarslan@ybu.edu.tr

³ Afyon Kocatepe University, Electrical Engineering Department, rsmgdgn@gmail.com

size of the power circuit can be considerably reduced due to the absence of large energy storage elements such as capacitors or inductances. Due to the number of switches, difficulties in the current command between the switches and the difficulties in the control algorithm, the interest in AC-to-AC converters was not much in the 80s. In addition, the maximum conversion ratio between the input and output of the MC is 86.66% [10]. For this purpose, new control techniques have been proposed to reduce or eliminate these disadvantages of the MC structure for power converters and motor drives [11]. Nowadays, these disadvantages are solved and researches on the MC are focused on potential applications and circuit protection issues.

Recently, Model Predictive Control (MPC) has emerged as an alternative solution to renewable power electronics applications such as grid-connected inverters [12], motor drivers [13], modular multi-level converters (MMC) [14] etc. In short, MPC uses a discrete-time model of the system to predict the future behavior of the system, and this control technique has several advantages as follows: easy to implement in both linear and non-linear systems, it shows high accuracy and fast dynamic response, very small and steady state error under different operating conditions.

In this paper, operating principle of DFIG is detailed in section 2. Section 3 describes the control strategy of MPC method. Simulation results are given in section 4 and the conclusion part is given in section 5.

2. MODEL OF THE PROPOSED SYSTEM

Fig. 1 shows a typical three-phase MC controlled DFIG circuit with bidirectional nine switches. The switches allow any input phase to be connected to any output phase. The output waveform is generated using a suitable PWM signal similar to a normal inverter but the input of the inverter is supplied from a three-phase constant frequency and a fixed voltage AC source instead of a fixed DC voltage source. This approach eliminates the need for large reactive energy storage elements used in conventional inverter based systems.

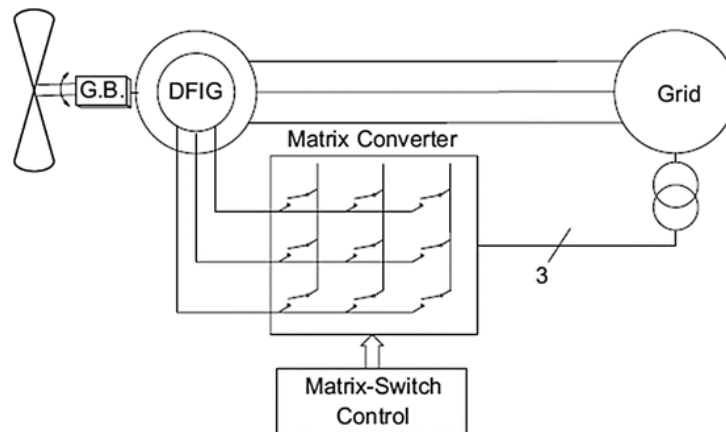


Fig. 1. MC controlled DFIG based WECS.

The mathematical model of DFIG has been described by various researchers in different reference frames [15]. In this study, the synchronous reference model is selected to explain the machine equations. The DFIG equivalent circuit in the synchronous reference frame is shown in Fig. 2.

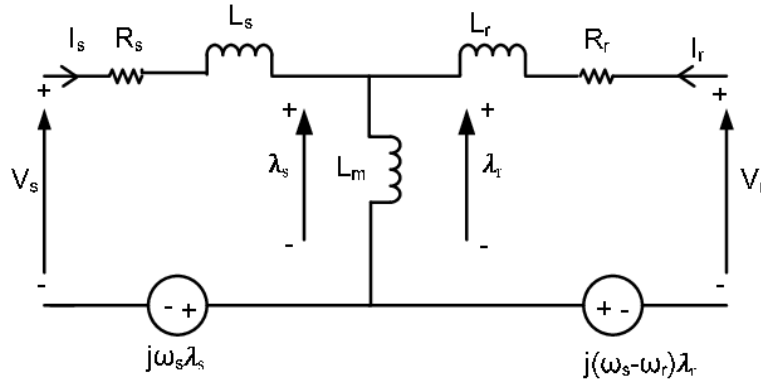


Fig. 2. Equivalent circuit of DFIG.

The stator and rotor fluxes λ_s and λ_r are given below;

$$\lambda_s = L_s I_s + L_m I_r \quad (1)$$

$$\lambda_r = L_r I_r + L_m I_s \quad (2)$$

Stator (V_s) and rotor (V_r) voltages in the synchronous reference frame are given below:

$$V_s = R_s I_s + \frac{d\lambda_s}{dt} + j\omega_s \lambda_s \quad (3)$$

$$V_r = R_r I_r + \frac{d\lambda_r}{dt} + j(\omega_s - \omega_r) \lambda_r \quad (4)$$

According to (1) and (2), rotor flux and stator current can be defined as follows:

$$\lambda_r = \frac{L_m}{L_s} \lambda_s + \sigma L_r I_r \quad (5)$$

$$I_s = \frac{\lambda_s}{L_s} + \frac{L_m}{L_s} I_r \quad (6)$$

Where $\sigma = 1 - L_m^2 / (L_s L_r)$ is leakage factor. By combining (4), (5) and (6), the discrete time model of the V_r can be derived as (7), where $\omega_{slip} = \omega_s - \omega_r$.

$$V_r = R_r I_r + \sigma L_r \frac{dI_r}{dt} + j\omega_{slip} (\sigma L_r I_r + \frac{L_m}{L_s} \lambda_s) \quad (7)$$

3. MODEL PREDICTIVE CONTROL STRATEGY FOR DFIG

The prediction model is used to estimate the future behavior of rotor currents for each switching state of the rotor side converter (RSC). After that, the cost function should be defined for the evaluation of the reference and future behavior of rotor currents. For the matrix converter, the switching state is selected which minimizes the cost function. Thus, the prediction and cost function definition are the main aim for implementing the MPC strategy. Control block diagram of the MC based on DFIG that is controlled by MPC is shown in Fig. 3.

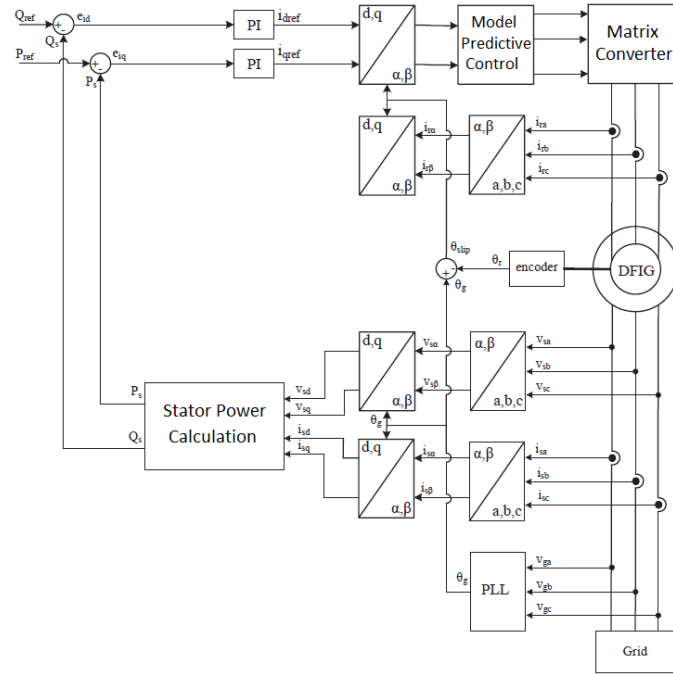


Fig. 3. Control block diagram of the MC based on DFIG that is controlled by MPC.

Rotor current can be controlled by obtaining the discrete time model of the continuous time equations. General structure of the Forward-Euler equation (8) is used to calculate the differential equations of rotor current as follows.

$$\frac{df}{dt} \approx \frac{f(x_0+h) - f(x_0)}{h} \quad (8)$$

To estimate the value in the next sample time, for a suitable step time, (9) becomes the discretization equation, where T_s is a sampling time.

$$\frac{\Delta f(k)}{\Delta t} \approx \frac{f(k+1) - f(k)}{T_s} \quad (9)$$

Forward-Euler model is used to predict future behavior of the rotor current (I_r). The continuous time model of the rotor current can be obtained as in (10).

$$\frac{dI_r}{dt} = -\left(\frac{R_r}{\sigma L_r} + j\omega_{slip}\right) I_r - j\omega_{slip} \frac{L_m}{\sigma L_r L_s} \lambda_s + \frac{V_r}{\sigma L_r} \quad (10)$$

By substituting (9) into (10), the discrete time model of the I_r can be derived as (11).

$$I_r(k+1) = I_r(k) - \left(\frac{R_r}{\sigma L_r} + j\omega_{slip}\right) I_r(k) T_s - j\omega_{slip} \frac{L_m}{\sigma L_r L_s} \lambda_s(k) T_s + \frac{V_r(k)}{\sigma L_r} T_s \quad (11)$$

The choice of cost function is one of the key issues of the MPC strategy. In this paper, the error in the rotor current is chosen as a cost function due to the simplicity of calculation. The purpose of this function is to calculate the error between the reference and estimated rotor currents. Cost function for the next sampling time can be shown as follows:

$$g = |I_\alpha^* - I_\alpha^p| + |I_\beta^* - I_\beta^p| \quad (12)$$

In this formula, I_{α}^p and I_{β}^p are real and imaginary components of the predicted rotor current. I_{α}^* and I_{β}^* are real and imaginary components of the reference current.

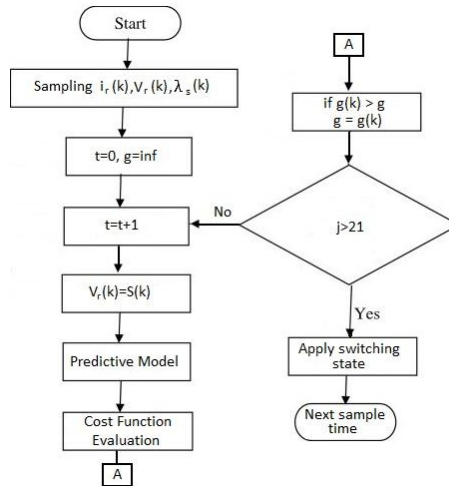


Fig. 4. The flowchart of the MPC algorithm.

The proposed MPC algorithm is shown in Fig. 4 as a flowchart. As shown in the diagram, minimizing the cost function was applied as a repeat loop to evaluate the cost function and record the index value of the minimum value and the corresponding switching state.

4. SIMULATION RESULTS

The performance of the proposed control method is analyzed by simulation and the graphs are analyzed according to the power, rotational speed and torque changes. The parameters used in the simulation are given in Table 1. Simulation studies were performed by the Matlab/Simulink program. Simulink has flexible control blocks with excellent possibilities to model the control system, realistically. The program offers an alternative solution for circuit diagram based simulations and evaluation of power circuit applications.

Table 1. Parameters and DFIG specifications used in simulation.

Output power	P	5 [kW]
DFIG pole pair	p	2
DFIG speed	w	1500 [rpm]
Input voltage	$V_{line_to_line}$	380 [V]
Line frequency	f	50 [Hz]
Filter inductances	L_0	600 [H]
Filter capacitor	C_0	68 [μ F]

Fig. 4 (a) shows the dynamic response of the system as a result of constant rotor speed. In this study, reference speed of the system is selected at super-synchronous mode as 1800 rpm. Fig. 4 (b) shows the stator active and reactive power, which is used to perform the dynamic performance of the proposed MPC algorithm.

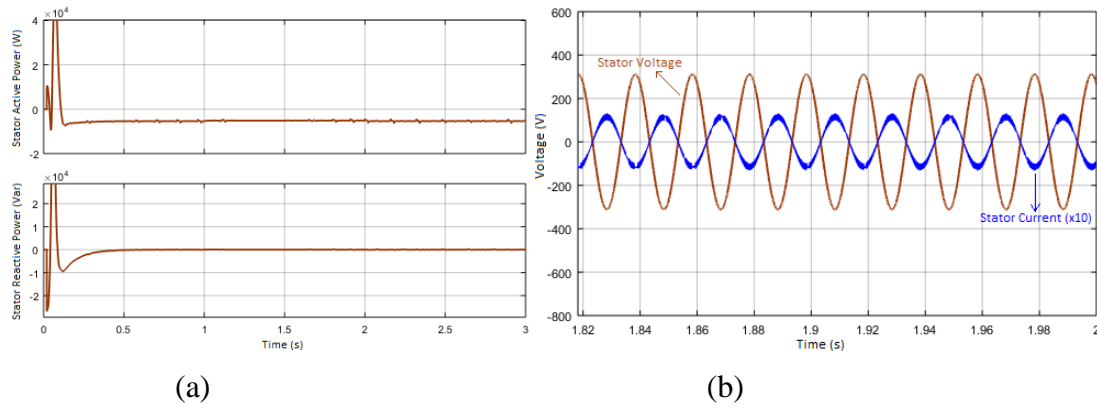


Fig. 4. (a) Stator active and reactive power in case of rotor speed is 1500 rpm. (b) Stator voltage and current of any phase.

As it can be seen from the Fig. 4 (b), energy flows from stator to the grid when it operates in super synchronous mode. Stator does not need reactive power, because MC can also perform reactive power control and this shows that proposed MPC algorithm has excellent dynamic and steady state response.

Fig. 5 shows the speed variation performance of the MPC controlled MC. The speed variation between 1350 rpm to 1650 rpm in 3 second is observed. Fig. 5 shows the rotor speed, stator voltage and rotor current of the DFIG under speed variation. During this simulation, stator reactive powers is set to 0 VAR. As can be seen in Fig. 5, the frequency of the rotor current depends on the rotational speed during the speed change. At the same time, it can be seen that the stator voltage follows the reference voltage correctly, despite the speed change from 1350 rpm to 1650 rpm. Moreover, energy flows from the grid to the rotor in sub-synchronous operation mode while energy flows from the rotor to the grid in super synchronous operation mode.

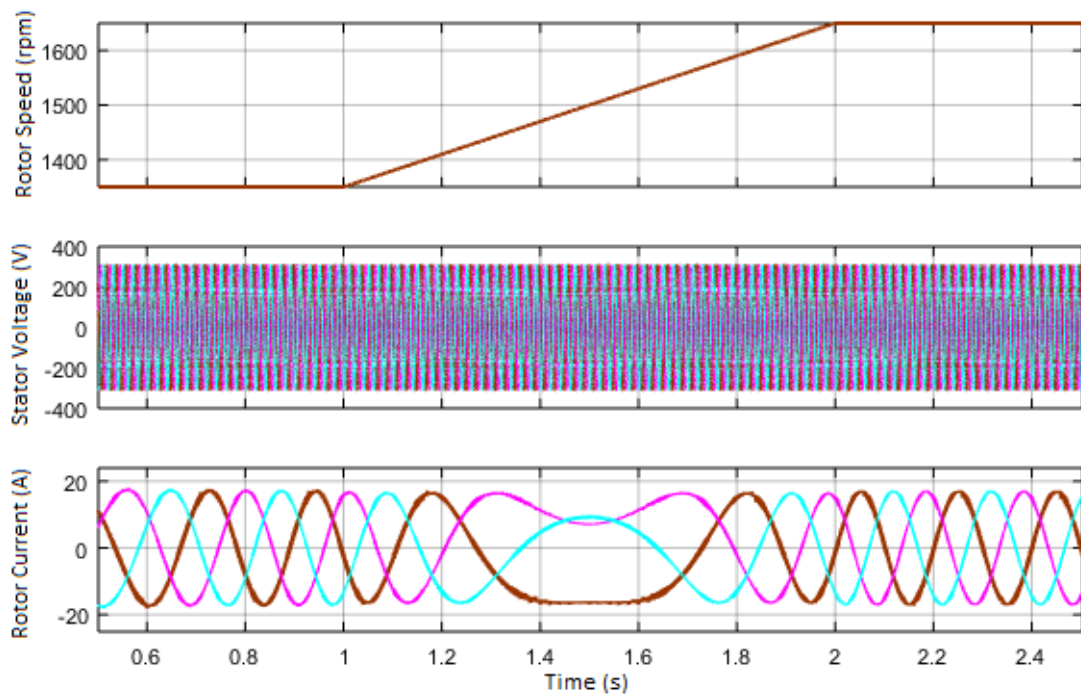


Fig. 5. Rotor speed, stator voltage and rotor currents when the rotor speed is changed from 1350 rpm to 1650 rpm.

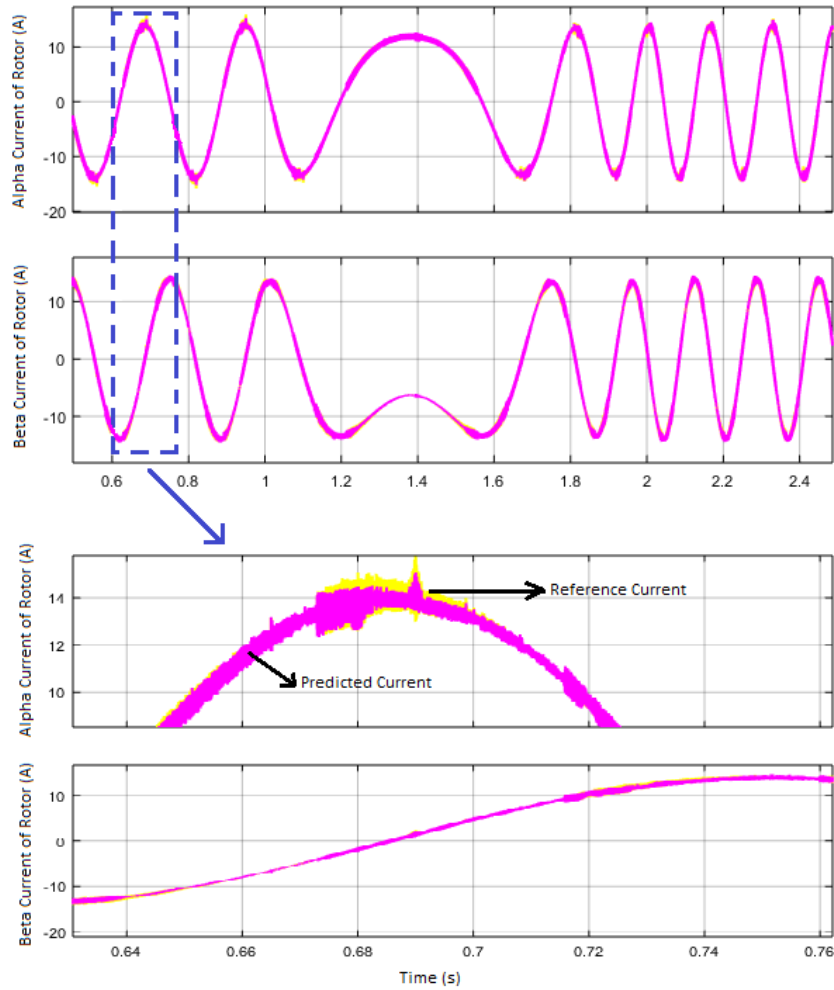


Fig. 6. Alpha and beta equivalents of the rotor current.

Fig. 6 shows the rotor current tracking performance of the MPC controlled MC under speed variations. When the speed is changed 1350 rpm to 1650 rpm, it can be seen from the Fig. 6, the alpha and beta equivalents of the rotor current track the reference current vectors correctly in spite of the load variations.

5. CONCLUSION

In this paper, detailed model analysis of MC based on DFIG has been analyzed with the parameters given and operation principle has been tested by MPC strategy. This strategy was applied to the control system to test the robustness of the system against wind speed, power and voltage variations. In addition, the Unity Power Factor (UPF) was performed successfully. The control method is very important to improve the classical control technology level in DFIG. The simulation results proved the validity of the control strategies and the effective control performance was ensured. The method and the results presented in this paper will be useful for the design DFIG.

REFERENCES

- 1) Goodfellow, D. ve Smith, G.A. 1986. "Control strategy for variable speed wind energy recovery", Proc. 8th BWEA Conf., Cambridge, 219-228.
- 2) Rodríguez, J. M. Fernández, J.L. Beato, D. Iturbe, R. Usaola, J. Ledesma, P. ve Wilhelm, J.R. 2002. "Incidence on power system dynamics of high penetration of fixed speed and doubly fed wind energy systems: study of the Spanish case, Power Systems", IEEE Transactions on Power Systems, 17(4), 1089-1095.

- 3) Fernandez, L. M. Saenz, J. R. ve Jurado, F. 2006. “Dynamic models of wind farms with fixed speed wind turbines”, *Renewable Energy*, 31(8), 1203-1230.
- 4) Peña, R. Clare J.C. ve Asher, G.M. 1996. “Doubly fed induction generator using back-to-back PWM converters and its applications to variable-speed wind-energy generation”, *IEE Proc. Electric Power Applications*, 143(3), 231-241.
- 5) Cardenas, R. Pena, R. Tobar, G. Clare, J. Wheeler, P. ve Asher, G. 2009. “Stability Analysis of a Wind Energy Conversion System Based on a Doubly Fed Induction Generator Fed by a Matrix Converter”, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 56(10), 4194-4206.
- 6) Young, H.A., Perez, M.A., Rodriguez, J. 2016. “Analysis of finite-control-set model predictive current control with model parameter mismatch in a three-phase inverter”, *IEEE Transaction on Industrial Electronics*, 63(5), 3100–3107.
- 7) Koç, E. ve Güven, A.N. 2011. “Değişken Hızlı Rüzgâr Türbinlerinin Modellenmesi ve Arıza Sonrası Sisteme Katkı Yeteneklerinin incelenmesi”, *EMO Bilimsel Dergi*, 1(1), 51-55.
- 8) Elizondo, J.L., Olloqui, A., Rivera, M. 2014. “Model-based predictive rotor current control for grid synchronization of a DFIG driven by an indirect matrix converter”, *IEEE Journal of Emerging and Selected Topics on Power Electronics*, 2(4), 715–726.
- 9) Boudjema, Z. Meroufel, A. ve Amari, A. 2012. “Robust Control of a Doubly Fed Induction Generator (DFIG) Fed by a Direct AC-AC Converter”, *Intelligent Control & Electrical Power Systems*, 88(12), 213-221.
- 10) Wheeler, P.W. Clare, J. Empringham, L. Apap, M. ve Bland, M. 2002. *Matrix Converters*, *Power Engineering Journal*, 16(6), 273-282.
- 11) Chikha S., Barra K., Reama A. 2015. “Predictive current control of a wind energy conversion system based DFIG via direct matrix converter”, *sixth International Renewable Energy Congress (IREC)*.
- 12) Siami, M., Khaburi, D.A., Abbaszadeh, A. 2016. “Robustness improvement of predictive current control using prediction error correction for permanent magnet synchronous machines”, *IEEE Transaction on Industrial Electronics*, 63(6), 3458–3466.
- 13) Kouro, S. Malinowski, M. Gopakumar, K. Pou, J. Franquelo, L.G. Rodriguez, J. Perez, M.A. ve Leon, J.I. 2010. "Recent Advances and Industrial Applications of Multilevel Converters", *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 57(8), 2553-2580.
- 14) Asoodar, M. ve Iman-Eini, H. 2012. “A new switching algorithm in Back to Back CHB Multilevel converters with the advantage of eliminating isolation stage”, *11th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC)*, 731–736.
- 15) Bayhan, S. ve Abu-Rub, H. 2014. “Model Predictive Sensorless Control of Standalone Doubly Fed Induction Generator”, *40th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON 2014)*, Dallas, USA.

RECONSTRUCTION OF A LOAD COMPOSITION WITH ZIP COEFFICIENTS

Assist. Prof. Dr. Rasim DOĞAN¹
 Assoc. Prof. Dr. Ahmet KARAARSLAN²

ABSTRACT

The purpose of the study is to calculate the ZIP coefficients for each load and create a load composition with ZIP coefficients. Therefore, the well-known model constant impedance (Z), constant current (I) and constant power (P), which is commonly referred to as the ZIP model, is performed. In order to determine the ZIP coefficients for the selected loads located at the AKU Renewable Energy Laboratory, component-based approach is applied separately to each load. Active power, Reactive power and Voltage are measured during experiments. The measured data is used to calculation of ZIP coefficients for each load. Then, load compositions are created with the combination of two, three, four and five loads and the same measurements are taken. Thus, the same load composition is reconstructed in Matlab by ZIP coefficients of each loads and validated with the measurement of different load compositions.

Keywords: ZIP Coefficients, Load Composition, Reconstruction

1. INTRODUCTION

IEEE Task Force, in 1992, published “Load Representation for Dynamic Performance Analysis”[1]. This paper explains the load models, their definitions and measurement methods. One of the method and well known is shown below.

$$P = P_0 \left[Z_P \left(\frac{V}{V_0} \right)^2 + I_P \left(\frac{V}{V_0} \right) + P_P \right] \quad (1)$$

$$Q = Q_0 \left[Z_Q \left(\frac{V}{V_0} \right)^2 + I_Q \left(\frac{V}{V_0} \right) + P_Q \right] \quad (2)$$

P and Q are active and reactive power, respectively. P₀ and Q₀ are nominal active and reactive power, respectively. V₀ is nominal voltage and V is the desired voltage. Z_P, I_P, P_P, Z_Q, I_Q and P_Q are ZIP coefficients [2].

IEEE task force also defines two measurement approaches to obtaining data; one is Measurement-based and the other is Component-based data [1]. Component-based data approach is used for active power and perfectly matched both measurement and ZIP model of each load [3] [4].

The purpose of the study is to present both active and reactive power ZIP coefficients for selected individual loads and validate with the load combination measurements using Component-based data.

2. MATERIAL AND METHOD

Power system has different kind of loads, but this study is only focus on some of the residential loads which are common ones in Turkey. These are Compact Fluorescent Lamp (CFL), halogen lamp, hair dryer, heater, vacuum cleaner and monitor. The study consists of five steps. First, voltage reduction tests are performed individually. Their terminal voltages are reduced 5V and wait 30 seconds before each measurement taken to eliminate the transient effects and as an example CFL test result is shown up to 150 V in Figure 1.

¹Afyon Kocatepe University, Electrical Engineering Department, rsmgdgn@gmail.com

²Yıldırım Beyazıt University, Energy Systems Engineering Dept., akaraarslan@ybu.edu.tr

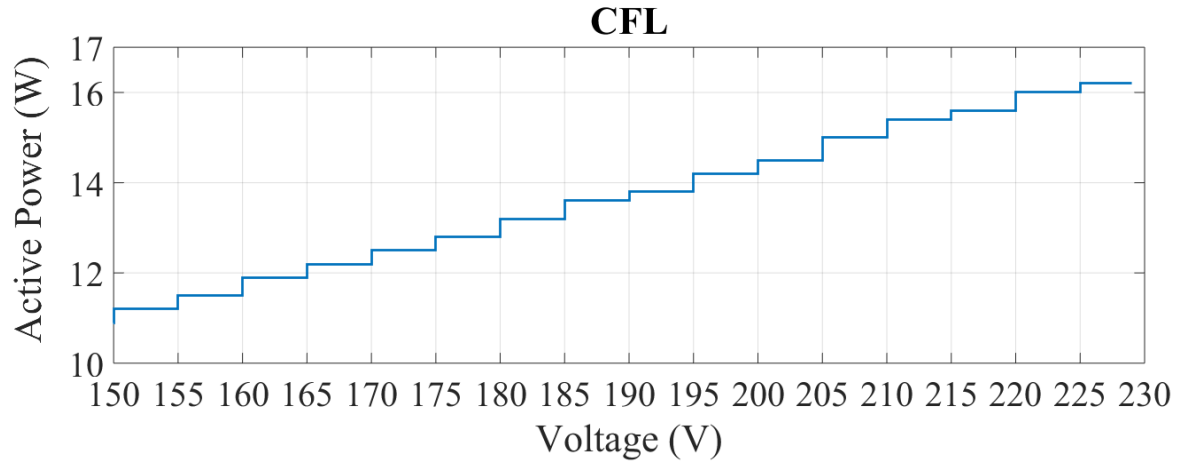


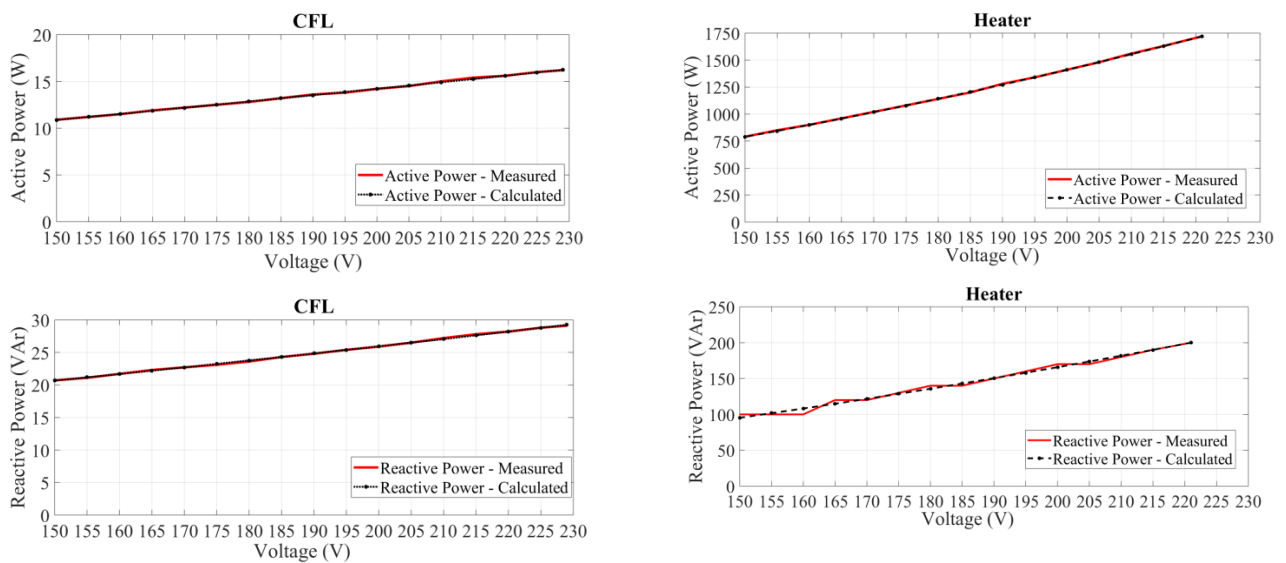
Figure 1. CFL Active Power measurement

Second, voltage reduction test is performed on all loads at the same time, which we call load composition. This step is the same as the previous one but only difference is all loads are measured in bus point. Third, we applied least squares optimization method in order to determine ZIP coefficients [3]. After the optimization method we have coefficients and listed below for each load and also the load composition.

Table 1: ZIP coefficients for Active and Reactive Power

	V_0	P_0	Z_P	I_P	P_P	Q_0	Z_Q	I_Q	P_Q
CFL	220	16	0.12	0.75	0.13	28	0.19	0.52	0.29
Heater	221	1720	0.95	0.09	-0.04	200	0.75	0.37	-0.12
Vacuum Cleaner	220	351	1.47	-0.92	0.45	70	1.47	-0.92	0.45
22" Monitor	220	8	0.23	-0.64	1.41	30	0.12	0.68	0.20
Halogen Lamp	220	35	0.77	0.19	0.04	12	0.63	0.35	0.02
Hair Dryer (Only Fan)	220	196	1.23	-0.32	0.09	40	1.05	-0.11	0.06
Load Composition	219	2290	1.04	-0.09	0.05	260	0.90	0.04	0.06

Fourth, the measured Power is compared to calculated power for each load and is shown on Figure 2. So, all these figures demonstrate that the ZIP coefficients are perfectly model each load.



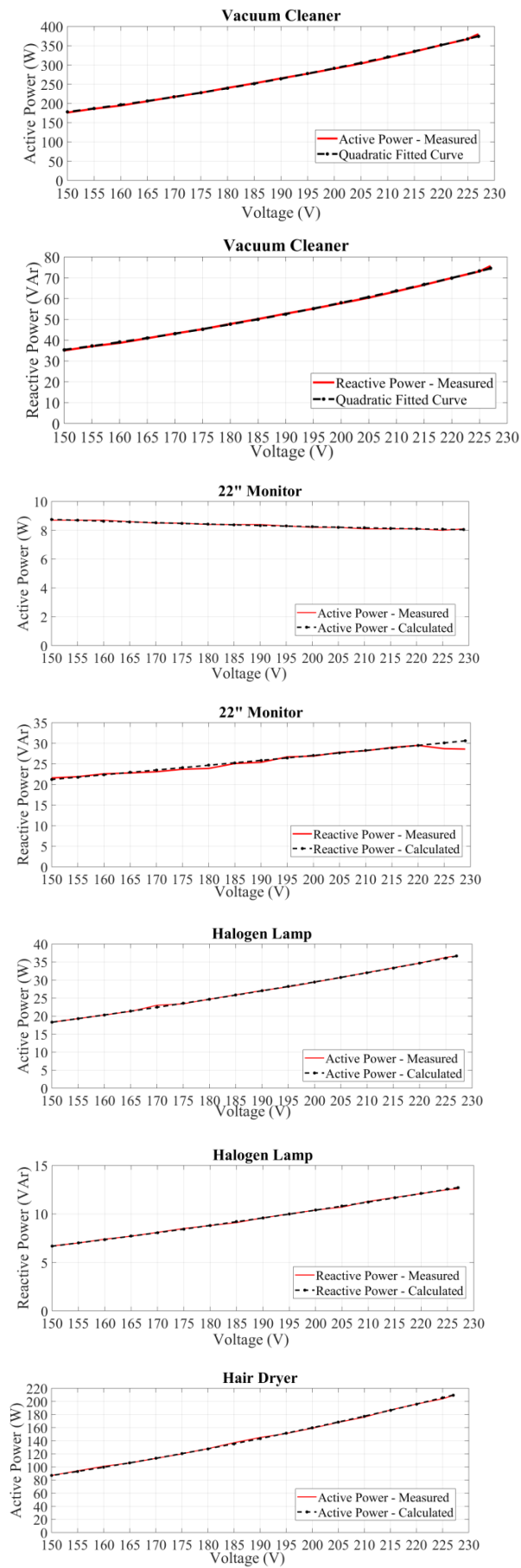


Figure 2. P and Q measurement and calculations for each load (only shows up to 150V).

Finally, composite load is reconstructed by individual ZIP coefficients for each load and compare the measured power. There are three data added, calculated and measured. Measured data is terminal measurement of load composition. Calculated data is constructed by ZIP coefficients obtained from the measurement of load composition. Added data, which is shown in below, is obtained from reconstruction of individual loads using their ZIP coefficients and added together.

$$P_{Added}(V_i) = P_{CFL}(V_i) + P_{Heater}(V_i) + P_{Hair\ Dryer}(V_i) + P_{Screen}(V_i) + P_{Halogen}(V_i) + P_{Vacuum\ Cleaner}(V_i) \quad (3)$$

$$Q_{Added}(V_i) = Q_{CFL}(V_i) + Q_{Heater}(V_i) + Q_{Hair\ Dryer}(V_i) + Q_{Screen}(V_i) + Q_{Halogen}(V_i) + Q_{Vacuum\ Cleaner}(V_i) \quad (4)$$

Active and reactive power is reconstructed and shown in Figure 3 and 4, respectively. All three data is matched for the active power. Calculated and measured data is matched for the reactive power; however added data is not matched as seen on Figure 4.

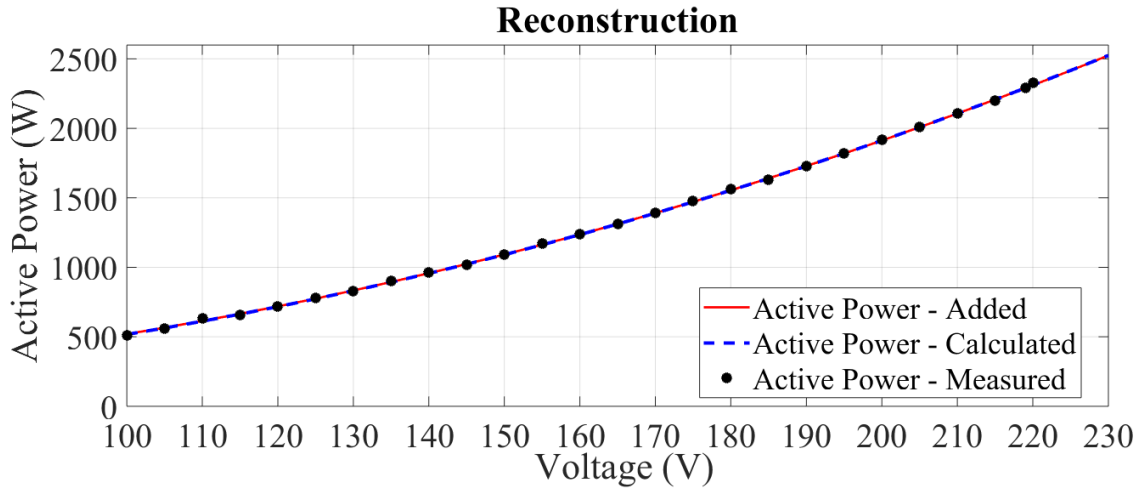


Figure 3. Reconstruction of Active Power

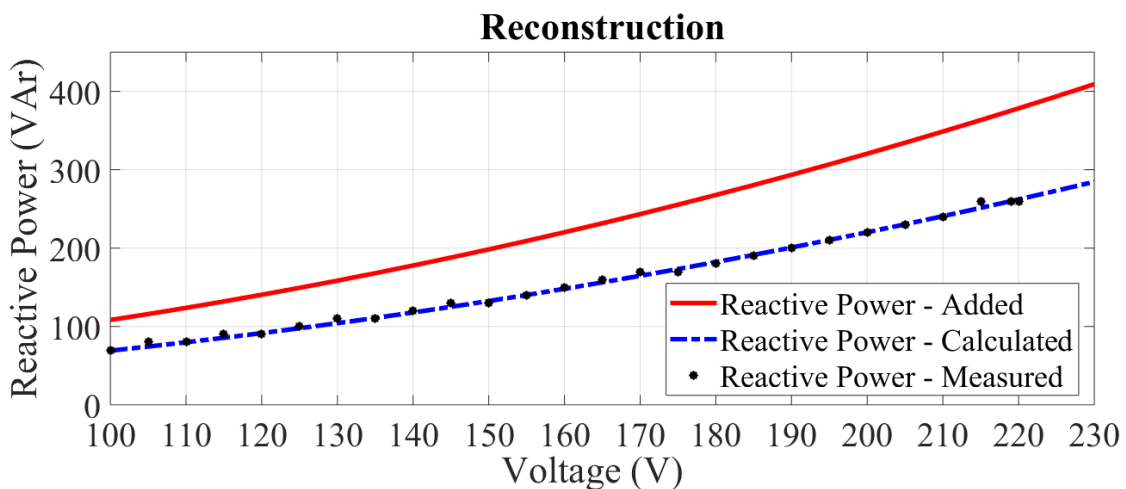


Figure 4. Reconstruction of Reactive Power

3. CONCLUSION

The voltage reduction tests are performed for particular residential loads. Voltage is reduced from max voltage that can be applied to 100V, which is more than 50% of the nominal voltage, in steps of 5V. Constant impedance (Z), constant current (I) and constant power (P) coefficients are obtained. For the active power we are matched the reconstructed data and the measured data which shows the coefficients are obtained perfectly. However, we cannot match the reconstructed data and measured data for the reactive power. This shows that all loads absorb active power, however when we use loads in a combination some loads supply reactive power to the system. Therefore, individually obtained ZIP coefficients are effective for a load combination with a high error.

REFERENCES

- 1) IEEE Task Force Report, "Load Representation for Dynamic Performance Analysis," *IEEE Transactions on Power Systems*, 1993, vol. 8, No. 2, pp. 472-482.
- 2) P. Kundur, Power system stability and control, McGraw Hill, 1994, pp.17-279
- 3) A. Bokhari, A. Alkan, R. Dogan, M. D. Aguiló, F. León, D. Czarkowski, L. Birenbaum, A. Noel, R. E. Uosef, "Experimental Determination of the ZIP Coefficients for Modern Residential, Commercial, and Industrial Loads", *IEEE Transactions on Power Delivery*, Vol. 29, No. 3, June 2014
- 4) M. Bircan, A. Durusu, B. Kekezoglu, O. Elma, U. S. Selamogullari, "Determination of ZIP Coefficients for Residential Loads", 2nd world conference on Technology, Innovation and Entrepreneurship WCTIE-2017, May 2017, pp. 176-180

MPPT AND PI CONTROL OF A BUCK-BOOST CONVERTER IN PV SYSTEMS FOR BATTERY CHARGING

Assoc. Prof. Dr. Ahmet KARAARSLAN¹
Özkan ÖZKARA²
Assist. Prof. Dr. Rasim DOĞAN³

ABSTRACT

In recent years, there has been a significant increase in studies of renewable energy resources. One of the most important renewable energy resources is solar energy. During all day, generated energy should be used, so the charging is a key to enhance facilities in terms of solar energy. However storage of acquired energy depends on some parameters such as temperature, radiation, density of photons. In order to overcome these parameters which cause decrease of productivity, some methods have been developed and implemented. Therefore, to take maximum benefit, MPPT (maximum power point tracker) has been improved with different approaches. On the other hand, dc-dc converter topologies have been obtained to provide intended power or voltage. In this study, a buck-boost converter has been used with MPPT including perturbation and observation approach and PI control supplies to ideal duty cycle according to feedback values. Consequently, efficient battery charging system have been tried to design. Related system has been designed on SIMULINK and simulated by taking the results of system behavior.

Keywords: PV Systems, Buck-Boost Converter, MPPT Control, PI Control

1. INTRODUCTION

Lately, use of green energy has been rising rapidly in order to prevent damages of fossil fuels. In that case there have been more significant interests on photovoltaic systems which are set easily have low costs, need low maintenance. Due to these reasons, solar panels have been seen local areas to demand less energy.

There is the fact that solar panels are not enough to take intended energy. Some contradictions have to be held to use solar panels efficiently. One of the problems is that solar panels are influenced temperature and irradiation which cause to decrease required energy level. Another one is solar panels by their nature, cannot provide energy throughout. To compensate the inherent fluctuation of PV output power and provide the electricity with high quality, the energy storage system such as the battery system should be used.

For solar power system application, a DC-DC converter is also used to extract the maximum power of the PV array [7]. Since PV cells generate low current which cannot maintain in adequately, the system have to be arranged to use accordingly in order to overcome low power effects. In that case converters is very important equipments in related systems to supply working range of the regarding systems. In opposite, the fluctuations on power would influence negatively in terms of both efficiency and usage all during the day. Therefore not only PV systems but also other renewable energy systems need power electronics circuit equipments during implementation. One of the best strategies is to adopt the buck–boost topology for using the full battery capacity more effectively [1].

The traditional buck–boost converter efficiency is expected to be high, however, it is low and is limited by the effects of diodes, switches, and equivalent series resistance of capacitors and inductors.[9] In order to obtain the high efficiency and high voltage gain, many high step-up dc–dc

¹ Yıldırım Beyazıt University, Dept. of Energy Systems Engineering, akaraarslan@ybu.edu.tr

² Yıldırım Beyazıt University, Dept. of Energy Systems Engineering,

³ Afyon Kocatepe University, Electrical Engineering Department, rsmgdgn@gmail.com

converters have been proposed and in order to use the low duty cycle, adding a new control method is a good choice.[10, 11]

Besides converters are used in PV systems with controller part, maximum power point tracker (MPPT) is generally used related systems. MPPT provides to take intended power from PV and to improve the efficiency of the system during operation. MPPT controls output of PV module, by comparing intended output voltage then it fixes the best power of PV systems which can produce to the best voltage to get maximum current. It can also supply power to a DC load, which is connected directly to the battery. [6]

Maximum power point tracking (MPPT) has included fuzzy logic, neural networks, pilot cells and DSP based implementations are applied on PV systems. Nevertheless, the perturb and observe (P&O) and incremental conductance techniques are widely used, especially for low-cost implementations. [8]

P&O MPPT algorithm is depended on the following criterion: if the operating voltage of the PV array is perturbed in a given direction and if the power drawn from the PV array increases, this means that the operating point has moved toward the MPP and, therefore, the operating voltage must be further perturbed in the same direction. Otherwise, if the power drawn from the PV array decreases, the operating point has moved away from the MPP and, therefore, the direction of the operating voltage perturbation must be reversed.

On the other hand, MPPT is most effective under these conditions which are cold weather, cloudy days and discharged battery. Both two conditions enhance MPPT operation efficiency and rate of utilization of PV systems, simply. Meanwhile, while some approaches of MPPT is programmed and insert the system, the others are preferred to set with basic circuit equipments. Systems have been complex in terms of usage area so programming is getting more important in PV systems. [3]

Some researchers have provided to increase the efficiency in PV systems. Generally MPPT controllers are used whereas PI controller is implemented. That two cases are assessed independently, but combination of MPPT and PI controller could provide significant results to battery charging.

In this study a buck-boost converter system has been investigated with MPPT control and PI control for battery charging. During operation the results have been assessed according to control topologies based on ideal conditions. The system has been designed on Matlab/SIMULINK and taken the simulation results.

2. DC-DC BUCK-BOOST CONVERTER

In power electronics, there are several topologies in order to arrange indented output for usage. One of the topologies is buck-boost converters. The output voltage is arranged by operating it in the closed loop, hence turning into gate signal of switch accordingly. In this system the polarizations have to be refined by operation is important. However, when operating as a buck–boost converter, the switching loss and conduction loss are the most significant [2].

Table 1. Buck-Boost Converter Equations

Parameter	Design Equations
Output Voltage	$V_o = DV_{in}/(1-D)$
Inductor	$L_o = (1-D)V_o/(\Delta I_{Lo})f_s$
Capacitor	$C_o = D / ((Rf_s) (\Delta V_{Co} / V_o))$

These converters run in two different mode based on position of switch and changes of I_L and V_o is calculated from the equations is given below as (1) and (2):

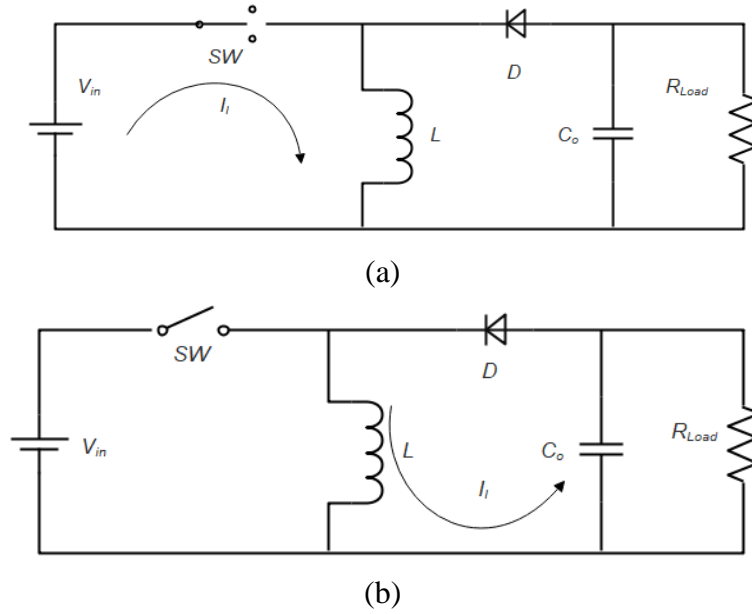


Figure 1. (a) Mode 1(On State) of converter, (b) Mode 2 (Off State) of converter

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{1}{L}(V_{in}) \quad \frac{di_L}{dt} = \frac{1}{L}V_o \quad (1)$$

$$\frac{dv_o}{dt} = \frac{1}{C}\left(-\frac{V_o}{R}\right) \quad \frac{dv_o}{dt} = \frac{1}{C}\left(-i_L - \frac{V_o}{R}\right) \quad (2)$$

3. MAXIMUM POWER POINT TRACKER CONTROL METHOD

The solar cells have nonlinear character that influence (V-I) changes in operating temperature and radiation. In order to utilize in maximum level maximum power point tracking (MPPT) methods have been developed. MPPTs have various technologies such as hill climbing/perturbation & observation, ripple correlation control, dc link capacitor drop control tune either control current or voltage dynamically.

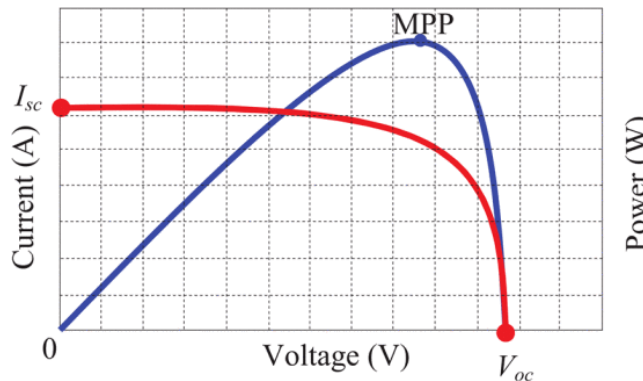


Figure 2. MPPT Relation Between I-V of PV Systems

P&O are widely preferred to use in MPPTs because of their basic structure and only a few parameters which are required. This body runs periodically perturbing and comparing the PV cell voltage. In this scope, if generated power rises, the perturbation will proceed in the same direction in opposite the perturbation direction will be reversed. Therefore, PV voltage is perturbed periodically, and as soon as maximum power is arrived at, the P&O algorithm will oscillate around it.[9]

Generally, the perturbation variable is the reference value for the solar PV voltage. Therefore, if the output voltage of PV panels is perturbed and derivative of $P/V > 0$, then it is known that the operating part will go the left side according to Figure 2. P&O will raise the solar PV voltage to go towards the MPP. On the other hand if the output voltage of PV is perturbed and derivative of $P/V < 0$, then will expect to run on the right side related to Figure 2. Also the P&O will go down and the system is expected to run in that area. The process is applied in a period permanently until the ideal MPP is found. Nevertheless, it can be realized that the conventional P&O algorithm can fail under rapidly changes of various atmospheric conditions [5]. Therefore, the perturb and observe (P&O) MPPT algorithm is applied in order to continuously track the short-term variations of the previously detected global MPP.[4]

4. MPPT AND PI CONTROL SYSTEM DESIGN OF DC-DC BUCK-BOOST CONVERTER

DC-DC Buck-Boost Converter has been designed according to parameter below. In this framework related converter design has been prepared and controlled with two related approaches including MPPT and PI control. All calculations for related converter has been done based on formula of buck-boost converter switching modes. Then, L_m , C_o and R_{Load} has been stated.

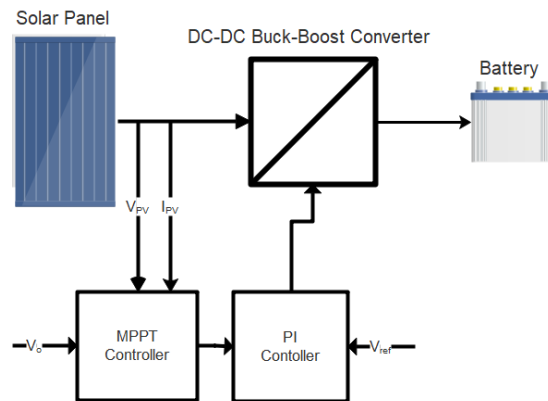


Figure 3. General Structure of Designed System

The input voltage is controlled through suitable arrangement of the duty ratio of the converter. Considering that the buck-boost converter is operating in the continuous conducting mode with 100% efficiency and without having internal resistance of PV panel. As mentioned above, DC-DC buck-boost converter has been designed and specifications of related converter is given below.

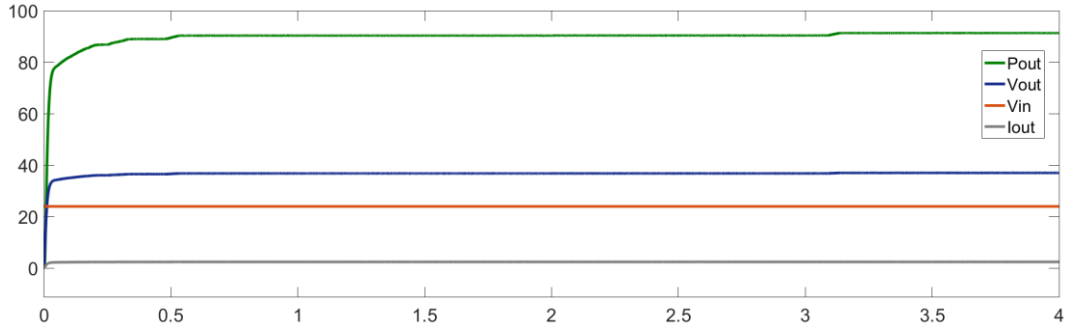
Table 2. Design Criteria of converter

Parameter	Values
Input Voltage (V_{in})	24 Vdc
Output voltage(V_o)	-36 Vdc
Reference Voltage (V_{ref})	30 V
Power(P_o)	90 W
Duty Cycle	60 %
f_s	10 kHz
ΔI_{L_i}	Assuming 10% of I_{L_i}
ΔV_{C_o}	Assuming 5% of V_o
L_m	1.2 mH
C_o	75 mF
R_{Load}	15 Ω

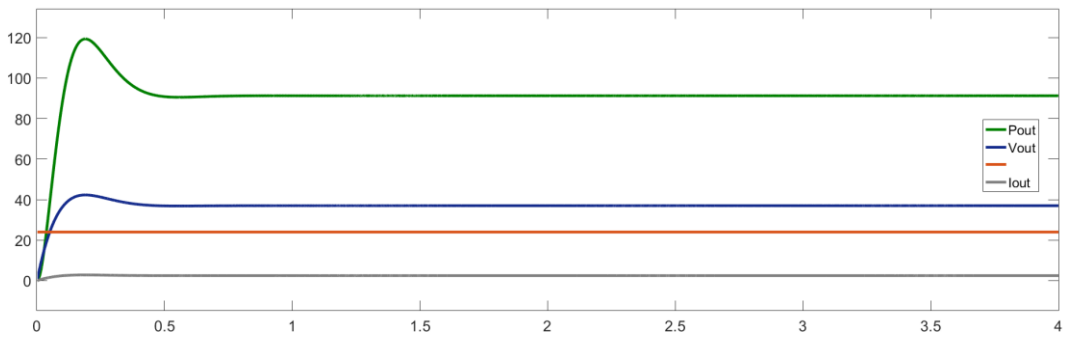
5. RESULTS AND DISCUSSION

Solar panels have been produced different semiconductors which have various efficiency values. Besides, the V-I characteristics of solar panels depends generally on radiation. In order to get intended usage field, MPPT is used for solar system.

According with MPPT control, the system related with design criteria has been run on MATLAB/SIMULINK and miniaturizes the results. The system has been designed assuming with two solar panels having $30 \times 60 \text{ cm}^2$ and $17.1 \text{ V} \cdot 3.5 \text{ A DC}$ each one. That panels have supply 12 V DC in terms of efficiency. On the other hand, combination of MPPT and PI controller has been run. In this scope the simulation results are given below.



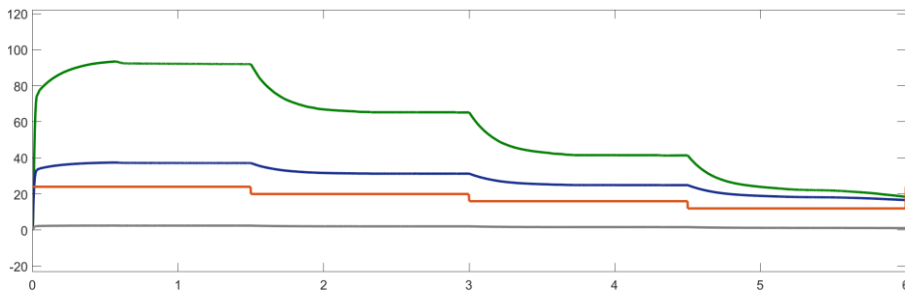
(a)



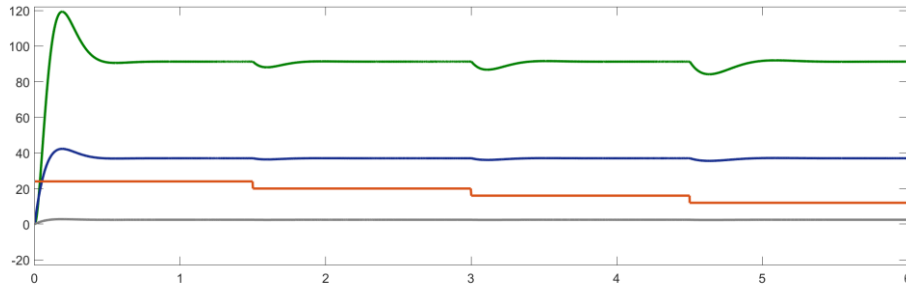
(b)

Figure 4. (a) with MPPT control, (b) with MPPT- PI Control

According to SIMULINK results, the system has been arrived at 90 W ideal conditions with only MPPT controller. While system is arriving at steady-state position, percent overshoot is not seen in figure 4(a). In case, combination of MMPT and PI controller is used on the same system, $\%75$ percent overshoot is detected and passes by steady-state position as fast as MPPT controller and also 90 W power generation has been satisfied. The most important of part for latter system is that reference voltage has to be applied to take ideal power value for design criteria.



(a)

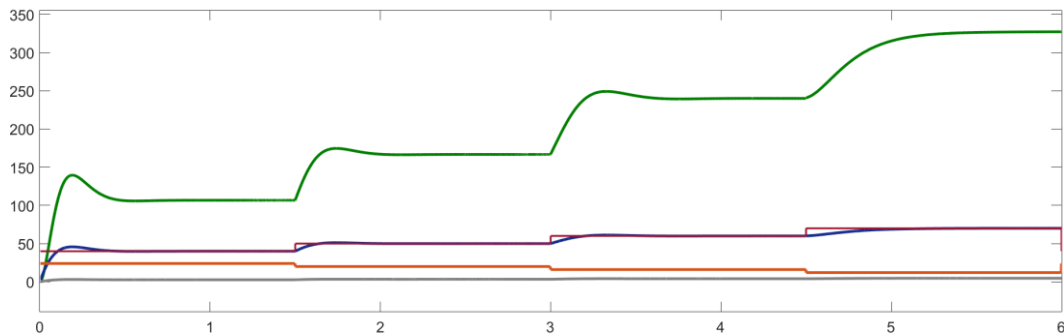


(b)

Figure 5. (a) with MPPT Control, (b) with MPPT- PI Control

It is known that, solar panels could not provide the same power all along day. No doubt, even MPPT controller has followed maximum power point to increase work productivity of related system, it could be inadequate during running. In that case, by taking in consideration as the system is running, input voltage decreased and firstly MPPT controller and then combination of MPPT and PI controller are observed.

As stated above Figure 5(a) depends on changes of input voltage which is supplied by solar panel MPPT controller has arranged the output. Besides in figure 5(b), although input voltage went down, MPPT and PI controller have tried to be stable in accordance with design conditions and reference voltage. Therefore when MPPT and PI controller is run together, system has preserved its stability in terms of output power and voltage even though percent overshoot has been witnessed.

**Figure 6.** MPPT-PI Control Reference Voltage Increase

Along with using reference voltage, since MPPT and PI controller has increased range of power values, the sensitive of related system decrease and efficiency performance rise significantly. the power generation cannot be determined intended level regarding with possible sunshine duration otherwise reference voltage contribute to take high performance for energy storage or usage. As mentioned in figure 6, reference voltage has been raised and while PV voltage is being reduced. When Simulink results have been taken, MPPT and PI controller harmonized the system. Consequently, MPPT and PI controller is used; there is a great improvement in system performance in the framework of design criteria.

6. CONCLUSION

Productivity is one of the most important issues in terms of PV system design. In order to increase efficiency different materials have been used solar panels. In that case, there have been various problems during operation based on materials. Generally, related problems have been solved by implementing power electronic systems such as converters with controlling. In this system, a buck-boost converter has been used with MPPT and PI control together. According to reference voltage for battery has been satisfied during working. On the other hand, all along the day, negative impact

of fluctuation in energy generation could be prevented and supplied intended voltage for battery charging. Therefore DC/DC buck-boost converter with MPPT and PI control gives robustness and stabilization for low cost PV battery fast charging systems so that it could be a solution to take intended results in many applications.

REFERENCES

- 1) Ortatepe Zafer, Karaarslan Ahmet, “The Strategy of Battery Voltage Control using Hybrid PIANFIS Structure in Non-Inverting Buck-Boost Converter”, International Symposium on Electrical Railway Transportation Systems, ERUSIS’2017.
- 2) C. C. Chang, C. L. Wei, "Single-inductor four-switch non-inverting buck–boost dc–dc converter", Proc. IEEE Int. Symp. VLSI Design Autom. Test, pp. 277-280, 2011.
- 3) Duy C. Huynh, Thu A.T. Nguyen Matthew W. Dunnigan , Markus A. Mueller “Maximum Power Point Tracking of Solar Photovoltaic Panels Using Advanced Perturbation and Observation Algorithm” 2013 IEEE 8th Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA) pp 864-869
- 4) E. Koutroulis, F. Blaabjerg, "A new technique for tracking the global maximum power point of PV arrays operating under partial-shading conditions", IEEE J. Photovoltaics, vol. 2, no. 2, pp. 184-190, Apr. 2012.
- 5) K.H. Hussein, I. Muta, "Maximum Photovoltaic Power Tracking: An Algorithm for Rapidly Changing Atmospheric Conditions", *IEEE Proceedings on Generation Transmission and Distribution*, vol. 142, no. 1, pp. 59-64, 1995-January.
- 6) M. A. S. Masoum, H. Dehbonei, E. F. Fuchs, "Theoretical and experimental analyses of photovoltaic systems with voltage and currentbased maximum power-point tracking", IEEE Trans. Energy Convers., vol. 17, no. 4, pp. 514-522, Dec. 2002.
- 7) Marojahan Tampubolon Wei-Cheng Lin Jing-Yuan Lin Yao-Ching Hsieh Huang-Jen Chiu Kenji Yamanaka Masahide Hojo “ A Study and Implementation of Three-level Boost Converter with MPPT for PV Application” 2017 IEEE 3rd International Future Energy Electronics Conference and ECCE Asia (IFEEEC 2017 - ECCE Asia) June 2017
- 8) Nicola Femia, Member, IEEE, Giovanni Petrone, Giovanni Spagnuolo, Member, IEEE, and Massimo Vitelli Optimization of Perturb and Observe Maximum Power Point Tracking Method IEEE Transactions On Power Electronics, Vol. 20, No. 4 Pp 963-973, July 2005
- 9) R. J. Wai, C. Y. Lin, R. Y. Duan, Y. R. Chang, "High-efficiency DC–DC converter with high voltage gain and reduced switch stress", IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 54, no. 1, pp. 354-364, Feb. 2007.
- 10) Karaarslan Ahmet, “The Implementation of One Cycle Control Method to Inverting Buck-Boost Converter”, International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering, Issue. 35, Vol. 10, No. 2, 14-19, 2018.
- 11) Karaarslan Ahmet, Doğan Rasim, “Modeling and Control of DC-DC Buck Converter using PEM Fuel Cell”, Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 6, 94-105, 2017.

OBTAINING OPTIMUM PIEZOELECTRIC ENERGY HARVESTING WITH NON-INVERTING BUCK-BOOST CONVERTER

Assoc. Prof. Dr. Ahmet KARAARSLAN¹
Assist. Prof. Dr. Rasim DOĞAN²

ABSTRACT

This study presents harvesting vibration energy with piezoelectric ceramics using a non-inverting buck-boost converter. The energy extracted from a piezoelectric ceramic is greatly depending on its loads. It is nearly impossible to match the load with the optimum load required. Thus, interfacing converter is essential to provide fix optimum impedance to the piezoelectric ceramics. In this study, the performance of the energy harvesting non-inverting buck-boost converter is investigated. The control of converter satisfies the optimal working points using vibration-powered piezoelectric generators as a source. It describes the generator's power dependence and helps the definition of load behavior for power optimization. The simulation results show that the converter controlled by a very low consumption circuit effectively maximizes the power flow into a 12 V_{dc}. The rechargeable Lithium-ion battery charger connected to the converter output. The converter's efficiency is above 85% for input voltages between 0.5 and 26 V_{rms}, and for output powers between 1.2 mW to 25 W. The presented circuit and control strategy can be used as well for power optimization of piezoelectric energy harvesting devices.

Keywords: Non-Inverting Buck-Boost, Piezoelectric, Battery Charger, Energy Harvesting

1. INTRODUCTION

The most important topic in industrial applications is power electronics converters. Basic single buck or boost converter topologies are commonly used such as Buck-Boost, Forward, Sepic, Flyback and Cuk in DC-DC converter applications. These converters provide simple configurations for a wide range of input and output voltage conversion ratios. In addition, the inverse of the output voltage polarity of the buck-boost and Cuk converters makes them unsuitable for high voltage applications. Non-inverting buck-boost converter topology can solve such disadvantages. Simple structures provide this topology is popular because of the low voltage in the switches, small inductor size and the positive polarity of the output voltage [1, 2].

In this study, the performance of the energy harvesting non-inverting buck-boost converter is investigated. The control of converter satisfies the optimal working points using vibration-powered piezoelectric generator as a source. Traditional approached PI controller is used in converter application.

In this scope, piezoelectric ceramics become a strong candidate for energy generation and storage in future applications. Motion energy or vibrations are an attractive source for powering miniature energy harvesting generators [3]. Vibration energy can be converted into electrical energy through piezoelectric [4], electromagnetic [5], and electrostatic [6] devices. This paper focuses on usage of piezoelectric materials has been in particular investigated for converting ambient mechanical vibrations into electrical energy using non-inverting buck-boost converter [7-9].

The piezoelectric devices differ from a typical electrical power source in that their internal impedances are capacitive rather than inductive in nature, and that they may be driven by mechanical vibrations of varying amplitude and frequency [10]. The output voltage of piezoelectric device generally is not directly compatible with what is needed to power the load electronics;

¹ Yıldırım Beyazıt University, Energy Systems Engineering Dept., akaraarslan@ybu.edu.tr

² Afyon Kocatepe University, Electrical Engineering Department, rsmgdgn@gmail.com

moreover, the power transfer from an energy harvester, generally, can be maximized by optimizing the load impedance connected to the harvester. Thus, a power processing circuit needs to be connected between harvester and load such as non-inverting buck-boost converter.

For this purpose, single phase non-inverting buck-boost converter [11] that is controlled by PI control method that is used to maximize the power harvested from the piezoelectric ceramic. *This topology allows a better current tracking at the AC side, with a relatively reduced voltage at the DC side and the voltage stresses on the switches are significantly reduced.* Results showed that use of the converter increased the power to the electrochemical lithium-ion rechargeable battery compared to when the battery was directly charged with a piezoelectric ceramic. Operation modes of a non-inverting buck-boost converter used as power optimization interface are analyzed, and conditions are defined. Then, simulation and practical implementation of a 25 W power optimization circuit with a PI control is demonstrated. Robustness of the control, prototype of the converter circuit and possible use for optimizing energy harvester are discussed. The simulation results are given to verify the proposed design.

In this study, operating principle of non-inverting buck-boost converter is detailed in section 2. Section 3 describes the control strategies of PI method. Simulation results are given in section 4. The conclusion part is given in section 5.

2. CIRCUIT DESCRIPTION AND OPERATION

Most applications in power electronics, such as power factor correction applications, fuel cells, battery voltage control systems and converters require to work under high efficiency. In order to achieve high efficiency and wide output voltage range, non-inverting buck-boost converter plays an important role in these applications due to both step up/down power conversion ability. The circuit schematic of the non-inverting buck-boost converter is given in Fig. 1.

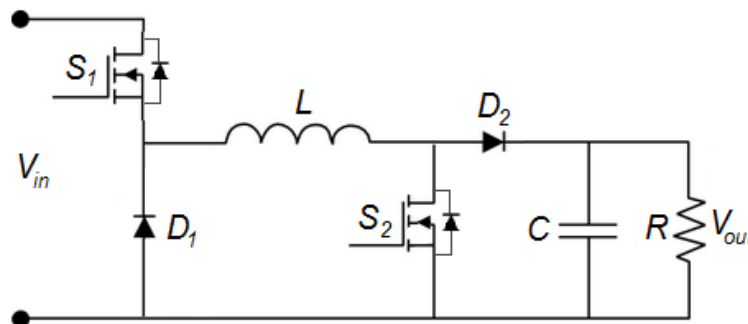


Fig. 1. Circuit schematic of non-inverting buck-boost converter.

The non-inverting buck-boost converter can be operated in three modes by controlling S_1 and S_2 switches. The switches of the non-inverting buck-boost converter have low voltage stress compared to conventional ones. S_1 and D_1 are clamped to V_{in} ; S_2 and D_2 are clamped to V_o , respectively. When it is operated in buck mode, S_1 is controlled and S_2 is always off state. When the non-inverting buck-boost converter is operated in boost mode S_1 is always on state and S_2 is controlled. The relationship between input and output voltage is obtained by the following equation in steady state:

$$V_o = V_{in} \frac{D_1}{1 - D_2} \quad (1)$$

Where D_1 is the duty cycle of buck switch (S_1) and D_2 is the duty cycle of boost switch (S_2). The power converter modes for the non-inverting buck-boost converter are given in Table 1.

Table 1. Operation principles of non-inverting buck-boost converter.

Operation	Buck Mode	Buck-Boost Mode	Boost Mode
S_1	On-Off	On-Off	On
S_2	Off	On-Off	On-Off
V_{out}	$V_0 = D_1 V_{in}$	$V_0 = V_{in} \frac{D_1}{1-D_2}$	$V_0 = V_{in} \frac{1}{1-D_2}$

Fig. 2 (a) shows buck mode of charging operation with switches S_1 is on state and S_2 is off state. Fig. 2 (b) shows buck mode of discharging operation with switches S_1 and S_2 that are off state. Fig. 2 (c) shows the boost mode of charging operation with switches S_1 and S_2 that are on state. Fig. 2 (d) shows the boost mode of discharging operation with switches S_1 is on state and S_2 is off state. In the buck-boost transition mode, when S_1 and S_2 are simultaneously on state. During the switching cycle, D_1 and D_2 are simultaneously on/off states.

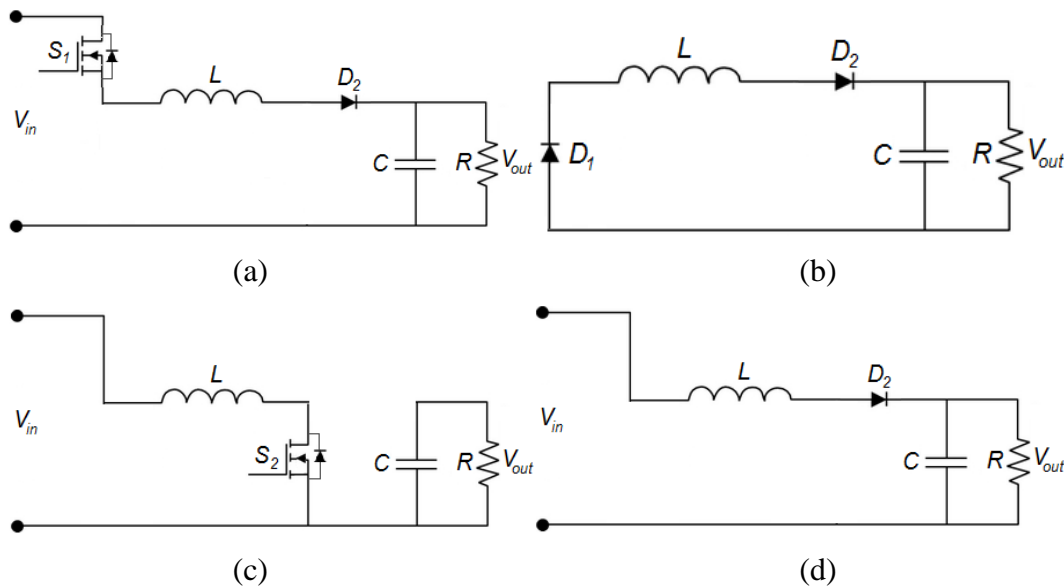


Fig. 2. Buck mode: (a) charging operation, (b) discharging operation; Boost mode: (c) charging operation, (d) discharging operation.

To determine the state space model for all operating modes of non-inverting buck-boost converter, it must be considered in different conditions according to the allowed switching modes. Related models for buck, boost and buck-boost modes in the time interval $0 < t < T_s$ are given below.

When S_1 and S_2 are on state:

$$\frac{dV_0}{dt} = \frac{1}{C} \left(-\frac{V_0}{R} \right) \quad (2)$$

$$\frac{dI_L}{dt} = \frac{1}{L} (V_{in}) \quad (3)$$

When S_1 is on state and S_2 is off state:

$$\frac{dV_0}{dt} = \frac{1}{C} \left(I_L - \frac{V_0}{R} \right) \quad (4)$$

$$\frac{dI_L}{dt} = \frac{1}{L} (V_{in} - V_0) \quad (5)$$

When S_1 and S_2 are off state:

$$\frac{dV_0}{dt} = \frac{1}{C} \left(I_L - \frac{V_0}{R} \right) \quad (6)$$

$$\frac{dI_L}{dt} = \frac{1}{L} (-V_0) \quad (7)$$

Where I_L , V_0 , V_{in} and R are the inductor current, output voltage, input voltage and load, respectively.

The electrical characteristics of vibrating piezoelectric elements can be modeled as a sinusoidal current source in parallel with its electrode capacitance C_{piezo} . The magnitude of the polarization current i depends on the mechanical excitation level of the piezoelectric element (as characterized by the piezoelectric element's unloaded or open-circuit voltage V_{piezo}), but is assumed to be independent of the external loading conditions. An ac-dc rectifier is connected to the output of the piezoelectric ceramics and the single phase non-inverting buck-boost converter of the piezoelectric harvesting device is shown in Fig. 3.

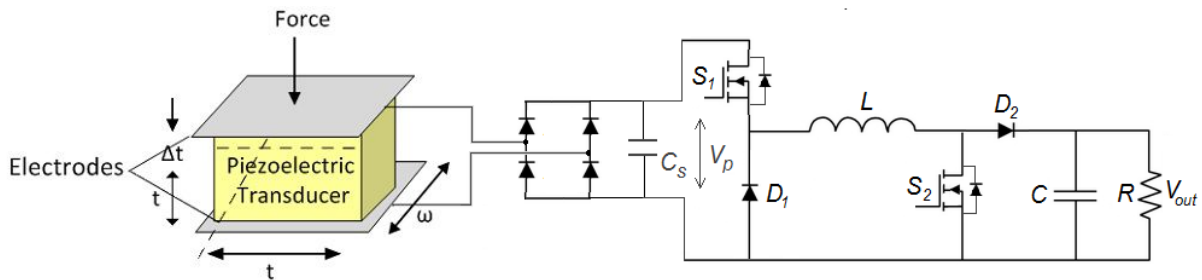


Fig. 3. Electrical connections of piezoelectric harvesting device with non-inverting buck-boost converter

Where V_p is the voltage of the rectifier super capacitor (C_s). The most significant advantage of the super capacitors is their ability to be charged and discharged continuously without degrading. The super capacitors will supply power to the system when there are surges or energy bursts since super capacitors can be charged and discharged quickly. The output power of the piezoelectric element is the product of the output current and the rectifier super capacitor voltage. The magnitude of the polarization current i_{piezo} generated by the piezoelectric element, and hence the optimal rectifier voltage, may not be constant as it depends upon the level and frequency of the mechanical vibrations [12]. This creates the need for flexibility in the circuit, i.e., the ability to change the output voltage of the rectifier as the mechanical excitation changes to achieve and maintain the maximum power flow. To accomplish this, a single phase non-inverting buck-boost converter is placed between the rectifier and the Lithium-ion battery charger load as shown in Fig. 3.

3. PIEZOELECTRIC CERAMIC DESCRIPTION

The piezoelectric materials that mechanically stressed will produce an electrical charge. Currently the most widely-used piezoelectric transducer materials are poly-crystalline ceramics based on lead-zirconate-titanate and barium-titanate compositions [12].

The electrical and mechanical unit conversions of piezoelectric ceramic are given in Table 2.

Table 2. Electrical and mechanical units of piezoelectric.

Electrical Units		Mechanical Units	
e	Voltage (Volt)	F	Force (Newton)
i	Current (Ampere)	v	Velocity (meter/second)
Q	Charge (Coulomb)	s	Displacement (Meter)
C	Capacitance (Farad)	C_v	Compliance (Meter/Newton)
L	Inductance (Henry)	M	Mass (kg)
Z	Impedance (Ω)	Z_M	Mechanical Impedance

$$i = \frac{dQ}{dt} \longrightarrow v = \frac{ds}{dt} \quad (1)$$

$$e = L \frac{di}{dt} = L \frac{d^2Q}{dt^2} \longrightarrow f = M \frac{dv}{dt} = M \frac{d^2s}{dt^2} \quad (2)$$

The equations of capacitance and charge of piezoelectric are given as follows:

$$C = \frac{K \varepsilon_r A}{t} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r A}{t} = \frac{\varepsilon A}{t} \quad (3)$$

$$Q = CV \xrightarrow{ve} Q = \frac{\varepsilon AV}{t} \quad (4)$$

where A is plate area, t is thickness, ε_r is the relative permittivity of the material, and $\varepsilon_0 = 8.85 \dots \times 10^{-12} \text{ F/m}$ is the air permittivity. The equations of electrical displacement, D and electric field, E are given as follows:

$$D = \frac{Q}{A} = \frac{\varepsilon V}{t} \quad (5)$$

$$E = \frac{V}{t} \longrightarrow D = \varepsilon E \quad (6)$$

Coupling is a key constant, k used to evaluate the "quality" of an electro-mechanical material. This constant represents the efficiency of energy conversion from electrical to mechanical or mechanical to electrical. This constant is obtained in Eqn. 7 [12]:

$$k^2 = \frac{\text{Mechanical _ Energy _ Converted _ to _ Electrical _ Charge}}{\text{Mechanical _ Energy _ Input}} \quad (7)$$

Piezoelectric constants (d and g) are given in Eqns. 8-9 respectively. The d constant expresses the ratio of short circuit charge density to the stress applied. The g constant expresses the ratio of the open circuit electric field developed to the applied mechanical stress.

$$d = \frac{\text{Charge _ Density}}{\text{Stress}} = \frac{\text{Coulomb / metre}^2}{\text{Newton / metre}^2} \quad (8)$$

$$g = \frac{\text{Electric _ Field}}{\text{Stress}} = \frac{\text{Volt / metre}^2}{\text{Newton / metre}^2} \quad (9)$$

The equations of frequency, capacitance, generated voltage and strain that are obtained by lead-zirconate-titanate piezoelectric ceramic are given as follows [9-12]:

$$f_{\text{piezo}} = \frac{Nt}{t} \quad (10)$$

$$C_{\text{piezo}} = \frac{\pi}{4} K_3^T \varepsilon_0 \frac{d^2}{t} \quad (11)$$

$$V_{\text{piezo}} = \frac{\pi}{4} \frac{t}{d^2} g_{33} F \quad (12)$$

$$\Delta t_{\text{piezo}} = d_{33} V \quad (13)$$

where d_{33} is induced polarization in direction 3 (parallel to direction in which ceramic element is polarized) per unit stress applied in direction 3, g_{33} is induced electric field in direction 3 per unit stress applied in direction 3, K_3^t is a factor for electric field in direction 3. The 5400 Navy piezoelectric material is used in simulation and experimental studies. The parameter values of piezoelectric ceramic are shown in Table 3. It shows the structure and dimensions of the piezoelectric generator that is developed in this study.

The electromechanical characteristics of a piezoelectric ceramic can be represented in the simplest form by the equivalent circuit in Fig. 4.

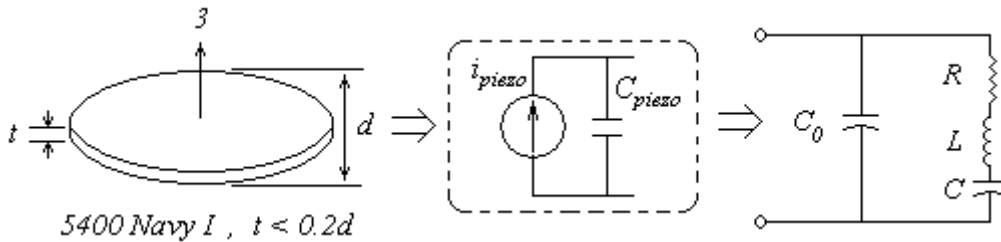


Fig. 4. Electrical circuit of piezoelectric ceramic

Table 3. The parameter values of piezoelectric ceramic [12].

Parameters	Values	
d	0.04	[m]
t	0.002	[m]
d_{33}	300×10^{-12}	[m/V]
g_{33}	26.1×10^{-3}	[Vm/N]
K_3^t	1300	[Const.]
N_t	2030	[Hz m]
f_{piezo}	1.015	MHz
C_{piezo}	7.23	nF
V_{piezo}	12.8	V
Δt_{piezo}	7.68×10^{-9}	m
F	1-500	N

The series branch R , L , and C represents the converted mechanical properties—effective mass, compliance and mechanical loss. C_0 is the clamped electrical capacitance. This basic circuit is applicable at frequencies only near the first fundamental resonance, well-removed from any other resonant modes.

4. SIMULATION STUDIES

The simulation study is performed by *MATLAB/Simulink* program for two different cases of operation. The parameters used in simulations and experiments are given in Table 4.

Table 4. Parameters used in simulations and experiments.

Max. Output Power	P_0	25 [W]
Output voltage	v_0	12 [V]
Input voltage	v_{in}	0.5-26 [V _{rms}]
Switching frequency	f_s	31.4 [kHz]
Inductance	L	1.5 [mH]
Output Capacitor	C	220 [uF]
Super capacitor	C_s	2 [F]

Fig. 5 shows the output voltage waveform of converter that is applied the PI control method. Fig. 6 shows the simulation results of the converter for the case when the output power of the converter is changed from 25 to 12.5 W (change from full load to half load) and then again the power is changed from 12.5 to 25 W (change from half load to full load).

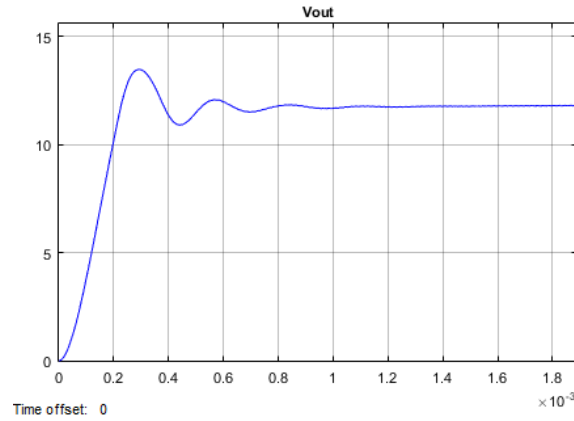
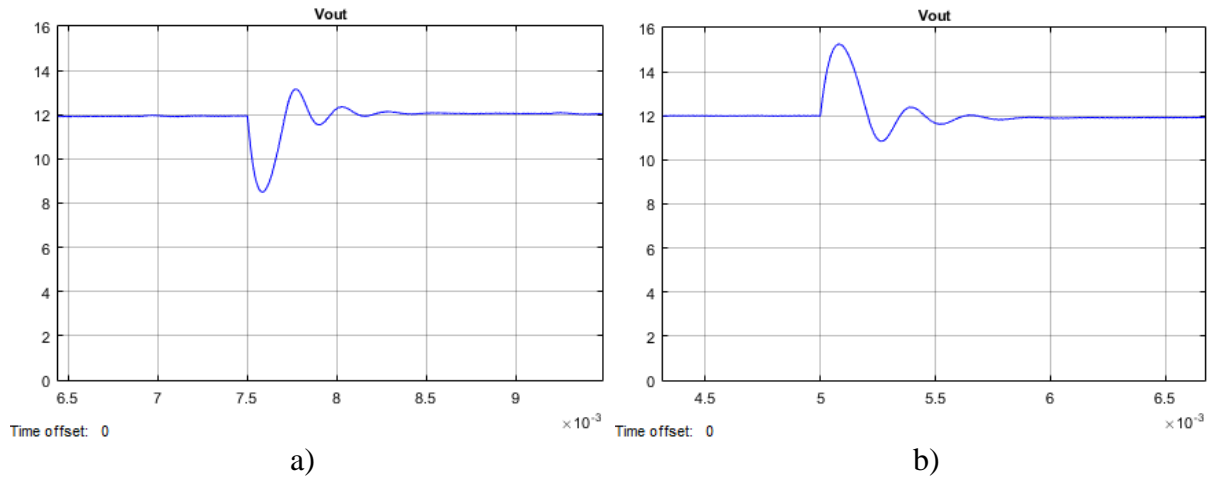


Fig. 5. The output voltage waveform of non-inverting buck-boost converter



a)

b)

Fig. 6. The output voltage waveform for load changes: a) From 25 to 12.5 W, b) From 12.5 to 25 W

Fig. 7 shows the simulation results of the converter for the case when the input voltage of the converter is changed from 26 to 13 V_{rms} and changed from 13 to 26 V_{rms} . The output power is kept constant (25 W) during the input voltage change. The output voltage and current waveforms corresponding to two different changes are shown in Fig. 6.

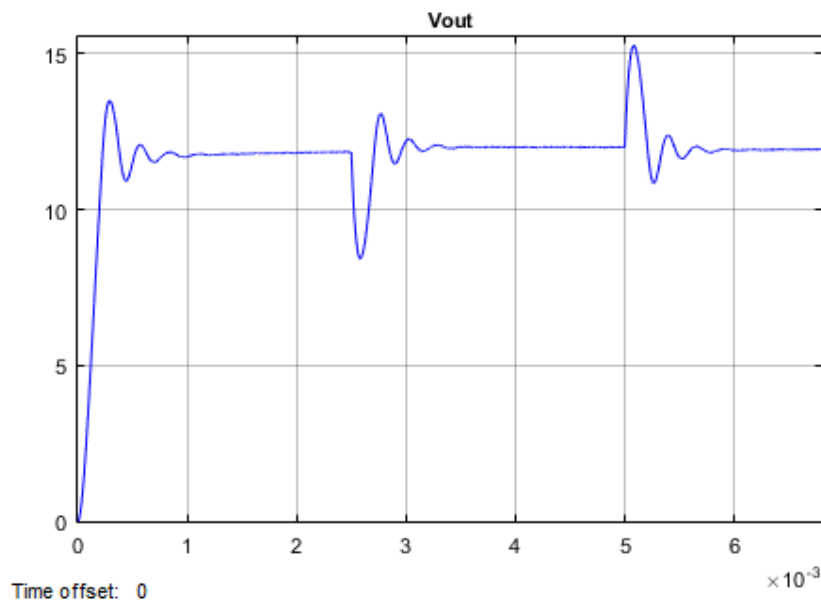


Fig. 7. The output voltage waveform for input voltage changes: a) From 26 to 13 V_{rms} , (at $t=2,5 \cdot 10^{-3}$); From 13 to 26 V_{rms} (at $t=5,0 \cdot 10^{-3}$)

CONCLUSION

This paper presents an approach to harvesting electrical energy using non-inverting buck-boost converter from a mechanically excited piezoelectric ceramic that maximizes the harvested power level. An expression for the optimal duty cycle for the converter operating in continuous conduction mode is developed and reveals that, as the level of mechanical excitation is increased. A simplified control scheme is implemented into the converter. The non-inverting buck-boost converter harvested energy to the Lithium-ion battery charger. Furthermore, it is expected that this would continue to increase as the harvested power increases. Presently, maximum 25 W was harvested, which is more than adequate to meet the power needs of many electronic systems. Because the system is designed to be self-powering, no external power supply is needed, making the system suitable for some operations.

Due to the low power levels expected from the piezoelectric element, overall circuit efficiency is greatly affected by frequency dependent loss mechanisms, i.e. controller and gate drive, MOSFET switching, and inductor core losses. The simulation is performed for different cases of operation that verifies the theoretical results. The results of this study show that based on the non-inverting buck-boost converter improves dynamic performance of the system when there is a change in input voltage and load.

REFERENCES

- 1) Karaarslan Ahmet, “The Implementation of One Cycle Control Method to Inverting Buck-Boost Converter”, *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering*, Issue. 35, Vol. 10, No. 2, pp. 14-19, 2018.
- 2) S. Miao, F. Wang and X. Ma, “A New Transformerless Buck–Boost Converter with Positive Output Voltage,” *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 63, no. 5, pp. 2965–2975, May 2016.
- 3) C. Davis and G. Lesieutre, “An actively tuned solid-state vibration absorber using capacitive shunting of piezoelectric stiffness”, *J. Sound Vibration*, vol. 232, no. 3, pp. 601-17, 2000.
- 4) J. Kymissis, C. Kendall, J. Paradiso, N. Gerhenfeld, “Parasitic power harvesting in shoes”, in *Proc. 2nd IEEE Int. Symp. Wearable Comput.*, pp. 132–139, 1998.
- 5) N. Shenck, J. A. Paradiso, “Energy scavenging with shoe-mounted piezoelectrics”, *IEEE Micro*. 21, pp. 30–42, 2001.
- 6) Doğan Rasim, Karaarslan Ahmet, “The Application of Battery Charging Circuit using PEM Fuel-Cell” *ISMSIT International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*, 2017.
- 7) P. Smalser, “Power Transfer of Piezoelectric Generated Energy”, *U.S. Patent*, 5 703 474, 1997.
- 8) P. Glynne-Jones, S. P. Beeby, N. M. White, Toward a piezoelectric vibration-powered micro generator,” *Proc. IEEE*. 148, pp. 68–72, 2001.
- 9) G. K. Ottman, A. C. Bhatt, H. Hofmann, G. A. Lesieutre, “Adaptive piezoelectric energy harvesting circuit for wireless remote power supply”, *IEEE Trans. Power Electron*. 17, pp. 669–676, 2000.
- 10) L. Dennis Polla, F. Lorraine Francis, “Processing and Characterization of Piezoelectric Materials and Integration into Microelectromechanical Systems”, *Annual Review of Materials Science*. 28, pp. 563-597, 1998.
- 11) Ortatepe Zafer, Karaarslan Ahmet, “The Strategy of Battery Voltage Control using Hybrid PIANFIS Structure in Non-Inverting Buck-Boost Converter”, *International Symposium on Electrical Railway Transportation Systems*, ERUSIS’2017.
- 12) Karaarslan Ahmet, “Obtaining Renewable Energy from Piezoelectric Ceramics Using Sheppard Taylor Converter”, *International Review of Electrical Engineering*, 7(2), pp. 3949-3956, 2012.

LOAD COMPENSATION USING D-STATCOM**Assoc. Prof. Dr. Ahmet KARAARSLAN¹****Emrah ŞEKER²****Assist. Prof. Dr. Rasim DOĞAN³****ABSTRACT**

The three phase distribution system deliver electrical energy to the loads commonly causing undesirable power quality problems such as fluctuation in voltage, harmonic current and unbalanced load. Distribution Static Compensator (D-STATCOM) use for eliminating these power quality problems. Operating the distribution system with D-STATCOM is important for efficient operation. D-STATCOM is provide a balanced operation of a system with an unbalanced load in terms of reactive power, with reactive power compensation, allows the system to operate in a balanced manner as well as to increase its capacity. In this paper, three-phase inverter based on D-STATCOM of ± 3 MVAR connected to distribution line is simulated on MATLAB/SIMULINK for the purpose of reactive power compensation.

Keywords: D-STATCOM, Reactive Power Compensation, Pulse Width Modulation (PWM)

1. INTRODUCTION

A distribution system consists of active power as well as reactive power. This reactive power supplied by the network does not make any active work to bring the magnetic field in alternating current electrical machines and immediately return to the network. However, it increases the operating costs by being in the network unnecessarily. Consumers who exceed the reactive power limit pay penalty fees in proportion to their installed power. If the reactive power is outside certain limits, the wage paid for additional penalties increases exponentially [1]. Reactive power compensation has long been used in distribution systems to prevent unnecessary loading of the network and to reduce losses in the system. Mechanical switched capacitors / reactors, automatic voltage regulators, tap-changer transformers, generally are used for compensation in distribution systems [2]. For certain dynamic loads, it is necessary to use switching compensation for effective compensation, because compensation of such loads cannot be effectively performed by constant compensation [3]. Since the amount of reactive power that can be provided by fixed and switched capacitor / reactor groups is proportional to the voltage of the point to which it is connected, the change in the voltage value of the connection point will change the reactive power amount of these compensators. In recent years, inverter-based Flexible Alternating Current Transmission Systems (FACTS) devices have been used in distribution systems for a rapid detection, regardless of the reactive point of demanded power. In addition, these compensators are sensitive to overvoltage and non-linear loads. This disadvantage can be eliminated by a transformer used in the compensation system.

Inverter-based FACTS devices are considered to be the next generation of reactive power compensators that will replace traditional VAR compensators such as Thyristor Switch Capacitors (TSC) and Thyristor Controlled Reactors (TCR) [4]. When reactive power compensation is performed using FACTS devices, the physical size of the compensator can be reduced and the power system's dynamic stability can be developed [5]. STATCOM (Static Synchronous Compensator) is a parallel connected FACTS device used in distribution systems. STATCOM is used for voltage regulation, power factor improvement, load balancing and harmonics reduction in

¹ Yıldırım Beyazıt University, Dept. of Energy Systems Engineering, akaraarslan@ybu.edu.tr

² Yıldırım Beyazıt University, Dept. of Energy Systems Engineering

³ Afyon Kocatepe University, Electrical Engineering Department, rsm dgn@gmail.com

distribution systems and is called Distribution STATCOM (D-STATCOM) [6]. Since the response times of such compensators are approximately 1-2 periods, most dynamic loads can quickly meet the need for compensation currents. D-STATCOM is capable of delivering the desired amount of reactive output power between maximum inductive or capacitive reactive output limits, while mechanical reactor groups are not flexible about reactive output power.

In this study, simulation of power factor of simulated network in MATLAB / Simulink 36 kV / ± 3 MVAR three-phase inverter based D-STATCOM. In simulation, connections of unbalanced ohmic-inductive and ohmic-capacitive loads with different values at certain time intervals in the network are investigated. The D-STATCOM voltage regulation performance has been investigated.

2. THREE-PHASE INVERTER BASED D-STATCOM

D-STATCOM is a FACTS device that consumes both inductive and capacitive reactive power at the mains frequency, which is a shunt connected to the electrical system by a transformer. In the power circuit of D-STATCOM, multi-pulse inverter and multi-level Pulse Width Modulation (PWM) inverter circuits are used. Zigzag transformers are also used to reduce the harmonic current of inverter output waveforms in D-STATCOM circuits. These transformers are the most expensive device in the system. Nearly half of the total losses occur in these elements [7]. In recent years, PWM techniques, which use harmonized semiconductor switches that can operate at high switching frequency, are preferred as D-STATCOM control technique since they reduce harmonic content and simplify the transformer circuit [8]. If a high reactive output power is required in the D-STATCOM circuits generated by using PWMs, serial connections must be made [9]. In this case, the problem of switching the serial-connected switches in a synchronous manner arises [6]. In addition, there are limitations on switching losses at high switching frequencies due to limitations on the nominal values of the switches in medium or high power / voltage applications of inverters. Traditionally, the general feature of medium and high power applications is low efficiency, large transformer utilization and high price [10]. For these reasons, multi-level inverters have emerged as a solution for medium or high power / voltage applications. However, the semiconductor switches operate at low voltages in high voltage systems by transformers.

Recent studies have focused on these inverters because they have high voltages and have low harmonic content [11]. Multistage inverters have three different circuit topologies, one with diode-clamp, one with condenser-slave-clamp and the other with cascade. Multilevel inverter; It enables a module to be simplified, flexible in terms of power capacity of the entire system, and the use of a minimum number of elements in many other high-dimensional inverter structures [12].

D-STATCOM as shown in Figure 1; the line capacitor (C) that provides the voltage at this inverter is the connection inductance (Ls) used to connect the inverter to the network.

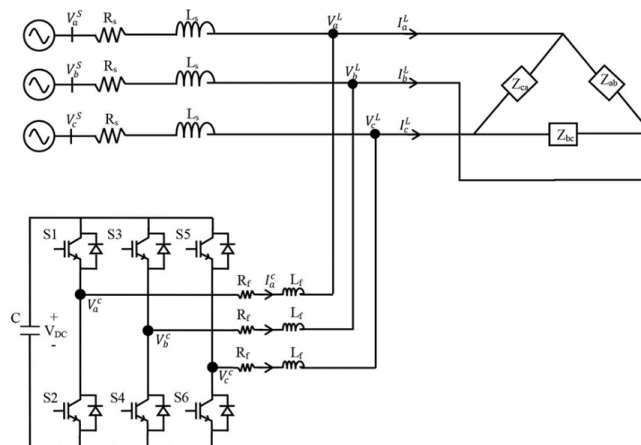


Figure 1. The Circuit Diagram Of A Three-Phase Inverter-Based D-STATCOM [13].

D-STATCOM adjusts the reactive power of the power system depending on the inverter output voltage amplitude. If the voltage generated by the inverter is greater than the magnitude of the network voltage, the current flows from the inverter to the network and the inverter acts as a capacitive element to produce capacitive reactive power. In the reverse case, the current flows from the mains to the inverter and acts as an inductive inducing element that consumes inductive reactive power. If the voltage generated by the inverter is equal to the amplitude of the network voltage, no reactive power changes between the inverter and the mains are possible.

3. MATLAB SIMULATION OF THREE-PHASE INVERTER BASED D-STATCOM

In this study, simulated ± 3 MVAR D-STATCOM is used in MATLAB / Simulink which is used for load balancing and voltage regulation of the consumer side of a distribution transformer. The model created in MATLAB / Simulink for reactive power compensation is shown in Figure 2. The three-phase voltage source and the D-STATCOM are connected in parallel. A total of 3 MVAR reactive loads were used in the simulation model.

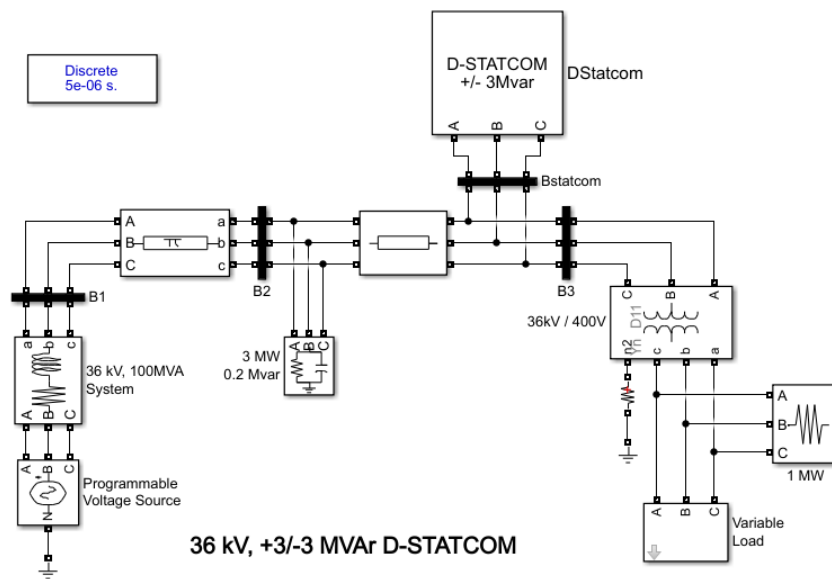


Figure 2. Simulation model in MATLAB / Simulink

The "D-STATCOM" sub-block of the MATLAB / Simulink model is shown in Figure 3. The three-phase inverter exchanges reactive power with the power system of the D-STATCOM. A line reactor is connected to the star to eliminate current harmonics and voltage harmonics at the output of the inverter capacitor group.

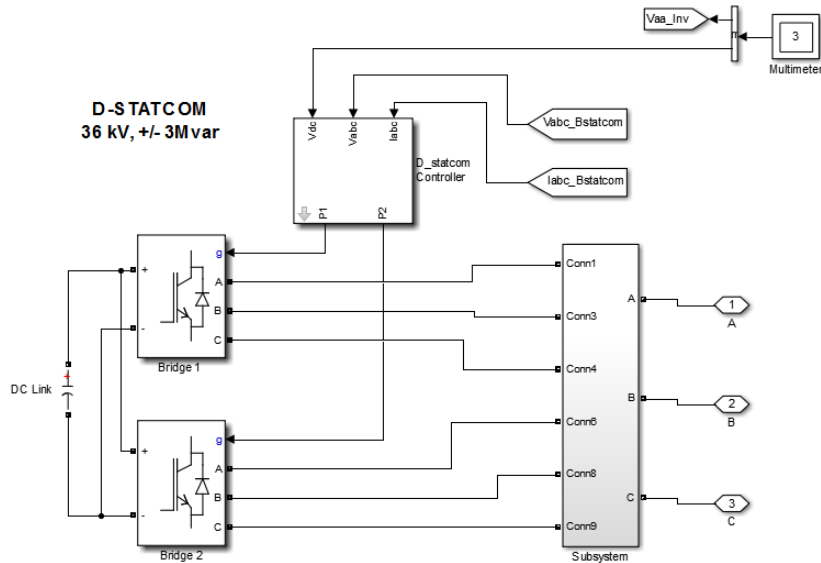


Figure 3. Sub-block of D-STATCOM model in MATLAB/Simulink

The MATLAB/ Simulink model of the "Controller" block is shown in Figure 4. In the controller block, the phase angle of the network is determined using 3-phase PLL, the measured current and voltage values are converted into dq-axis components, the DC voltage control, the Q control, the current control and the information obtained from the current controller output and the phase difference between D-STATCOM output voltages is determined.

4. THREE-PHASE INVERTER BASED D-STATCOM CONTROLLER

In load compensation, the goal is to keep the current and voltage of the network at the same level. For this reason, the reactive current required by the load, supply from a compensator instead of absorb from the network. The D-STATCOM behaves like a shunt connected variable current source to meet the load's reactive current demand. The proposed D-STATCOM control scheme for compensation is shown in Figure 4.

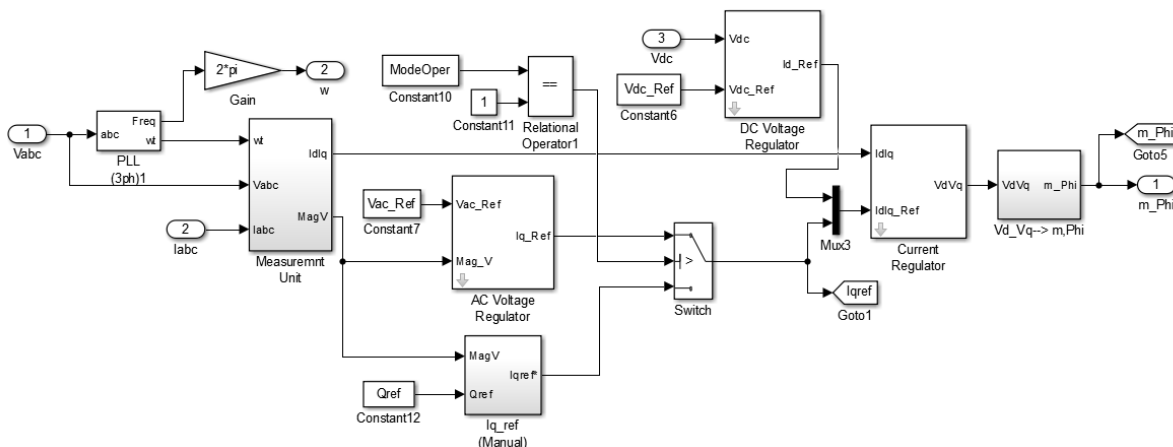


Figure 4. Control scheme for D-STATCOM

As shown in Fig. 4, the control circuit D-STATCOM; DC voltage control consists of reactive voltage control and current control loop. Pulse Width Modulation (PWM) controller is usually used when there are fixed parameters in DC voltage control. The three measured phase voltages and currents are converted to per unit values (pu) so that control of the dq-axis currents can be performed. The phase angle (θ) of the network voltage is determined by entering the three-phase voltage into the three-phase phase lockout circuit (PLL). Using this angle information, it obtains the

three-phase currents and voltages of the data bus to which the D-STATCOM is connected and converted to the dq0 components. In the backward-forward control loop, the average of the three line capacitor voltages measured by the voltage value (V_{dcref}) in the reference compared, and the resulting error applied as the PWM de-convolution input. It is the reference active current component (I_{dref}) that reaches the peak from the peak of the PWM controller. As the inverter is not voltage unbalance, the DC voltage control can be performed by taking the average of the voltage values of the three capacitors. In order for the current and voltage of the network to be balanced, the compensator must provide the total reactive power that the load must be taken. D-STATCOM must produce / consume the reactive power received from the mains by the loads.

Therefore, the reactive power measured by the D-STATCOM is determined when the current I_{qref} is determined, and the reactive current component of the reactive voltage is given by the ratio of the network voltage to the d-axis component (V_d) ($-I_q = Q / V_d$). By taking the opposite of this current, the reactive current components (I_{qref}) that the D-STATCOM must produce / consume obtain. The active component (I_d), which is the same phase as the network voltage, is drawn from the network to meet the losses occurring in the inverter. DC line and connection inductance and accordingly to keep the line converters voltages at the desired reference value. I_q , which is 90° phase difference from network voltage, provides the reactive current requirement of the load. The W and I_d obtained from the DC voltage control and the I_{qref} and I_q obtained from the reactive power control loop are matched and the error values obtained are implemented as inputs to the PWM controllers. At the PWM controllers output, the d and q axis components (U_d - U_q) of the voltages that the inverter should produce after the U_d and U_q are converted into three-phase modulation waves. This modulation wave derived from the sinusoidal PWM (SPWM) method for the inverter.

5. SIMULATION RESULTS

In the simulation run, 3 MW-200 kVAR shunt capacitor is connected to the network at $t = 0$. The variable load is approximately between 1 MVA and 5 MVA while 0,9 lagging power factor. The simulation results show that the load variation does not disturb D-STATCOM stability. D-STATCOM generates and absorbs reactive power to regulate B3 bus voltage. When the B3 bus voltage is high, D-STATCOM absorbs reactive energy from network. When the B3 bus voltage is low, D-STATCOM generates reactive energy from network to regulate bus voltage.

When the simulation time was 0.2 s, the voltage of the bar was increased by 6% from the reference value; when it is 0.3 s, it is reduced by 6% and it is set to the reference value when it is 0.4 s. So that, the D-STATCOM is observed in response to the bus voltage change.

Thus, the ability of the D-STATCOM to provide compensation current for different network voltage values has been observed. Obtaining graphics are given below:

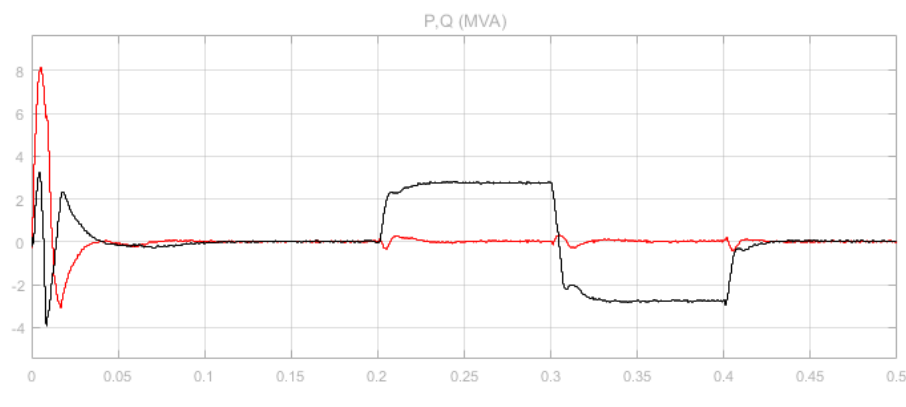


Figure 5. Active (P) and Reactive (Q) Power Value of source

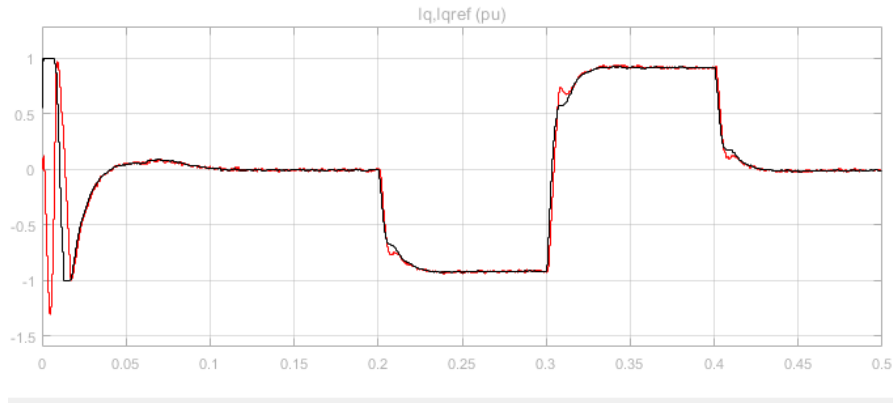


Figure 6. Reactive Current and its reference in pu.

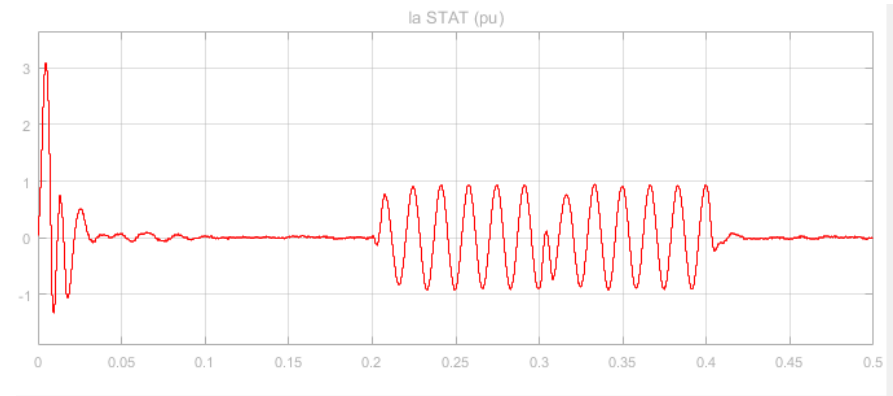


Figure 7. Current of D-STATCOM in pu

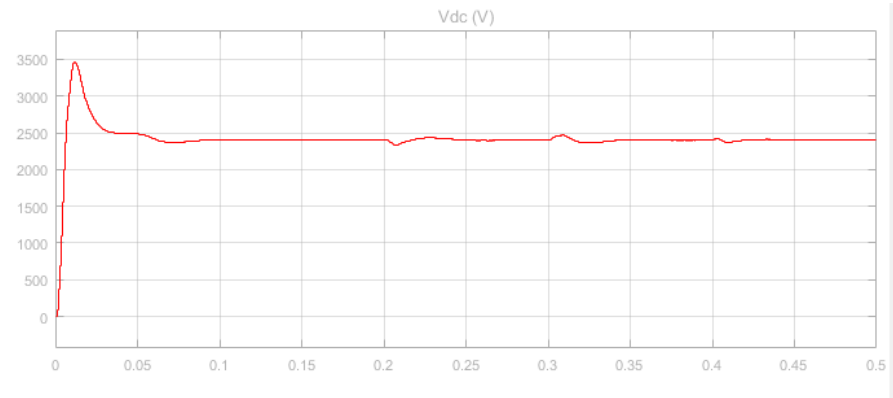


Figure 8. DC Voltage of D-STATCOM Controller

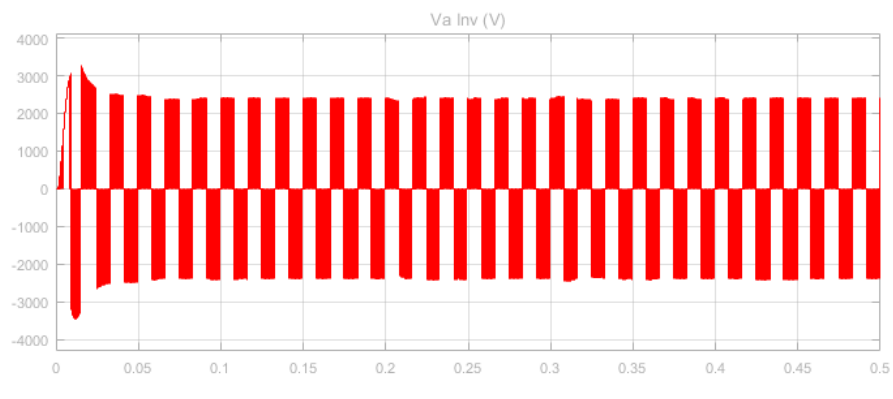


Figure 9. Voltage of D-STATCOM PWM Controller for phase (a)

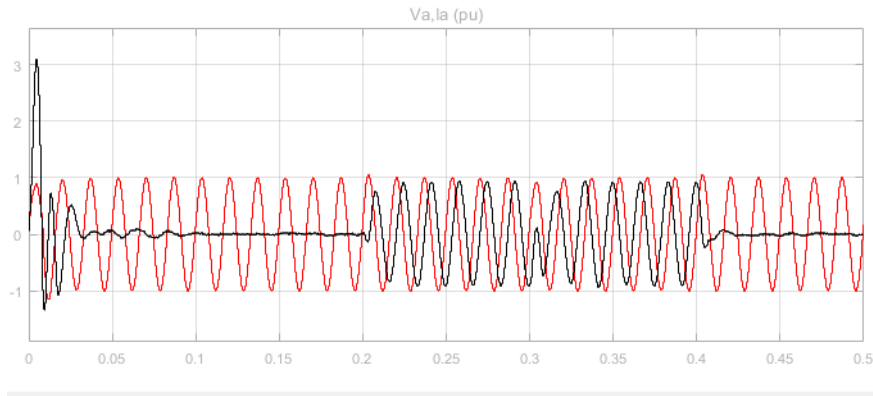


Figure 10. Voltage and current of D-STATCOM for phase (a)

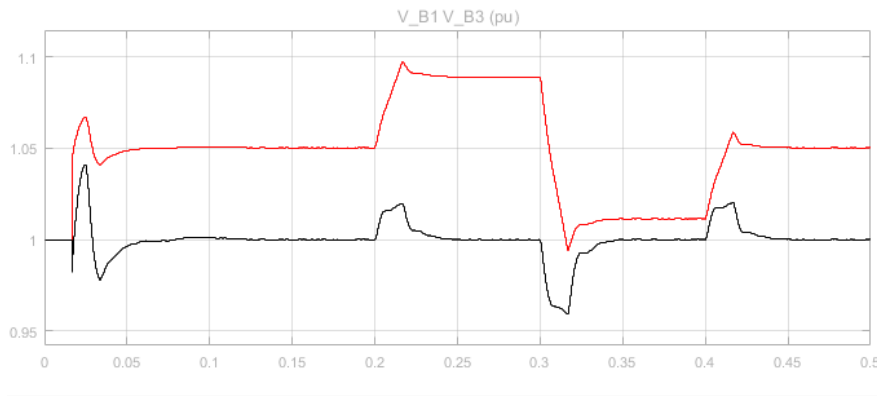


Figure 11. Voltage of bus B1 and Bus B3

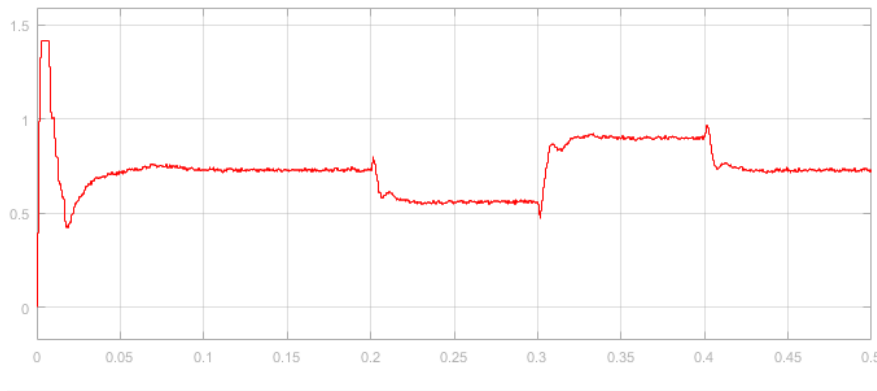


Figure 12. Modulation Index of PWM Controller

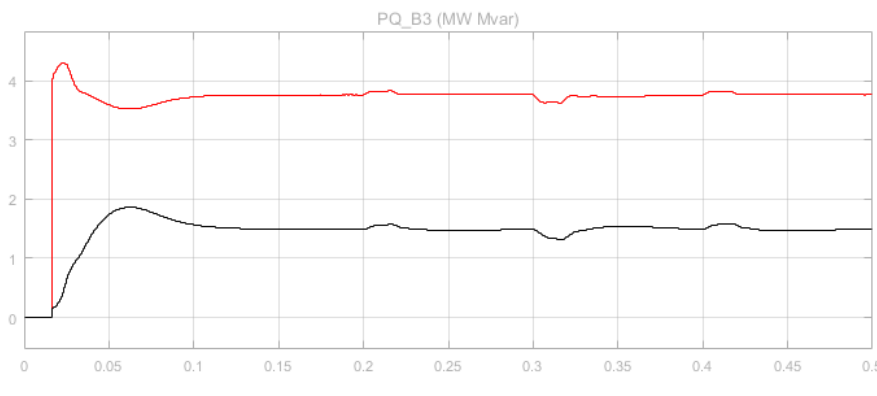


Figure 13. Active (P) and Reactive (Q) Power Value on Bus B3

The active and reactive power value of the source and Bus B3 is shown in Figure 5 and Figure 13. In order for D-STATCOM to supply the reactive power demanded by the load in a very short time, the current control must be done very quickly. The simulation result for the reference reactive current monitoring result of the reactive current produced / consumed by D-STATCOM is as shown in figure 6. D-STATCOM generates / consumes reactive current by monitoring the reference reactive current component very quickly and thus requires a relatively short time of current to stabilize. The simulation results of the amount of reactive power produced by D-STATCOM are shown in pu in figure 7. As shown in the figure, D-STATCOM absorbs reactive power to reduce bus voltage when bus voltage is high at 0.2 seconds. In 0.3 seconds, when the bus voltage is low, the D-STATCOM generates reactive power to increase the bus-bar voltage. DC voltage of D-STATCOM controller figure 8, PWM controller voltage shown in figure 9, voltage and current of D-STATCOM for phase (a) shown in figure 10. Simulation results of the voltage changes between the voltage of the bus B1 and bus B3 shown in Figure 11, when the load is connected to the network, the D-STATCOM provides the compensation current requirement of these loads in a very short time.

D-STATCOM performs reactive power exchange with the network by changing the output voltage amplitude of the inverter. In the PWM controller D-STATCOM, the output voltage of the inverter is changed by the amplitude modulation index (m). In the simulation operation, the output voltage of the inverter is realized by changing the closed loop of m . The simulation of the change of m is shown in Figure 12. This figure shows that D-STATCOM has $m = 0.925$ for full capacitive operating state, $m = 0.69$ for full inductive operating state, and $m = 0.81$ for no reactive power receiving state (waiting state). D-STATCOM was observed that about 0.02 s to be activated. This is a satisfactory time for the distribution system operation.

6. CONCLUSION

D-STATCOM produces the reactive power demanded by the load in a very short time, so that the current and voltage of the source remain in the same phase. In D-STATCOM, the line voltage was kept constant because PWM adjusted the inverter output in the D-STATCOM by changing the gain. Capacitors were used in each phase of the three-phase inverter used in the simulation. In this study, a simulation was made with the help of MATLAB / SIMULINK. In the simulation, the D-STATCOM is modeled to give ± 3 MVAR reactive power and is used in the distribution line for voltage regulation as a compensator. Different voltages have investigated the reactive power performance of D-STATCOM. The desired reactive power meets this in a very short time of about 0.02 seconds and protects the mains current and voltage in the same phase. D-STATCOM is faster and more reliable than traditional compensation methods.

REFERENCES

- 1) G. Escobar, A. M. Stankovic and P. Mattavelli, "An adaptive controller in stationary reference frame for D-STATCOM in unbalanced operation," in *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 51, no. 2, pp. 401-409, April 2004.
- 2) S. Li, Y. Li, Y. Cao, Y. Tan and B. Keune, "Capacity optimisation method of distribution static synchronous compensator considering the risk of voltage sag in high-voltage distribution networks," in *IET Generation, Transmission & Distribution*, vol. 9, no. 16, pp. 2602-2610, 12 3 2015.
- 3) A. M. Vural, "Self-capacitor voltage balancing method for optimally hybrid modulated cascaded H-bridge D-STATCOM," in *IET Power Electronics*, vol. 9, no. 14, pp. 2731-2740, 11 16 2016.
- 4) J. I. Y. Ota, Y. Shibano, N. Niimura and H. Akagi, "A Phase-Shifted-PWM D-STATCOM Using a Modular Multilevel Cascade Converter (SSBC)—Part I: Modeling, Analysis, and

- Design of Current Control," in *IEEE Transactions on Industry Applications*, vol. 51, no. 1, pp. 279-288, Jan.-Feb. 2015.
- 5) V. Dinavahi, R. Iravani and R. Bonert, "Design of a real-time digital Simulator for a D-STATCOM system," in *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 51, no. 5, pp. 1001-1008, Oct. 2004.
 - 6) M. O. Faruque, V. Dinavahi and Wilsun Xu, "Algorithms for the accounting of multiple switching events in digital simulation of power-electronic systems," in *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 20, no. 2, pp. 1157-1167, April 2005.
 - 7) B. Blazic and I. Papic, "Improved D-STATCOM control for operation with unbalanced currents and voltages," in *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 21, no. 1, pp. 225-233, Jan. 2006.
 - 8) A. Cetin and M. Ermis, "VSC-Based D-STATCOM With Selective Harmonic Elimination," in *IEEE Transactions on Industry Applications*, vol. 45, no. 3, pp. 1000-1015, May-june 2009.
 - 9) H. F. Bilgin and M. Ermis, "Design and Implementation of a Current-Source Converter for Use in Industry Applications of D-STATCOM," in *IEEE Transactions on Power Electronics*, vol. 25, no. 8, pp. 1943-1957, Aug. 2010.
 - 10) K. Sano and M. Takasaki, "A Transformerless D-STATCOM Based on a Multivoltage Cascade Converter Requiring No DC Sources," in *IEEE Transactions on Power Electronics*, vol. 27, no. 6, pp. 2783-2795, June 2012.
 - 11) S. Du and J. Liu, "A Study on DC Voltage Control for Chopper-Cell-Based Modular Multilevel Converters in D-STATCOM Application," in *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 28, no. 4, pp. 2030-2038, Oct. 2013.
 - 12) J. I. Y. Ota, Y. Shibano and H. Akagi, "A Phase-Shifted PWM D-STATCOM Using a Modular Multilevel Cascade Converter (SSBC)—Part II: Zero-Voltage-Ride-Through Capability," in *IEEE Transactions on Industry Applications*, vol. 51, no. 1, pp. 289-296, Jan.-Feb. 2015.
 - 13) M. Kullan, R. Muthu, J. B. Mervin, V. Subramanian, "Design of DSTATCOM Controller for Compensating Unbalances", in *Circuits and Systems*, Vol.7 No.9, 2016

ENHANCED HYDROGEN RELEASE FROM DEHYDROGENATION OF AMMONIA BORANE BY ISOLABLE AND REUSABLE IN SITU GENERATED OLEYLAMINE STABILIZED NICKEL (0) NANOPARTICLES

Sibel DUMAN¹
Fatih ŞEN²

ABSTRACT

Highly active and stable Ni(0) nanoparticles (NPs) were *in-situ* prepared from the reduction of nickel (II) acetylacetonate (Ni(acac)₂) by ammonia-borane (AB) in THF under inert gas atmosphere at room temperature and stabilized by oleylamine (OAm). Ni(0) NPs of 3.3 ± 1.3 nm size were reproducibly isolated from the reaction solution by filtration and characterized by using TEM, HRTEM, TEM-EDX and ¹¹B{¹H}-NMR spectroscopic techniques. They were found to be highly active catalyst in the hydrogen generation from AB providing a release of 2.0 equivalent H₂ per mole of AB and an initial turnover frequency of 180 (mol H₂)(mol Ni)⁻¹(h)⁻¹ at 25.0 ± 0.1°C. The first and second equivalents of H₂ generation from AB were completed in ~140 and 240 min, respectively. Carbon disulfide poisoning experiments indicate that the dehydrogenation of AB catalyzed by OAm stabilized Ni(0) NPs is heterogeneous catalysis. Kinetics of this heterogeneous catalytic dehydrogenation of AB was studied depending on the catalyst concentration, substrate concentration, and temperature. The hydrogen generation was found to be first order with respect to both the substrate concentration and catalyst concentration. Moreover, the work reported here includes a wealthy collection of kinetic data to determine the rate law and apparent activation energy for the catalytic dehydrogenation of AB (E_a^{app}=32±2 kJ mol⁻¹).

Keywords: Nickel Nanoparticles; Oleylamine; Dehydrogenation; Ammonia-borane.

INTRODUCTION

Practical hydrogen generator combined with an efficient fuel cell is still needed for the utility of hydrogen as an energy carrier for mobile applications.^{i,iii} Boron-nitrogen compounds have recently attracted growing interest as solid hydrogen storage materials because of their high hydrogen content.^{iii,iv} Among the boron-nitrogen compounds tested as solid hydrogen storage materials, ammonia-borane (H₃NBH₃, AB) has received increasing attention owing to its impressive gravimetric hydrogen content of 19.6% wt (6.5% wt and 13.1% wt for the first and second equivalents of H₂, respectively), stability in the solid state under ambient conditions, and nontoxicity.^{v,vi} Thus far, the hydrogen generation from AB has been achieved by thermal decomposition,^{vii,viii,ix} solvolysis (hydrolysis or methanolysis),^{x,xi,xii} and acid transition-metal catalyzed dehydrogenation.^{xiii,xiv,xv} Since thermal decomposition and solvolysis products have difficulty in regeneration,^{xvi,xvii} recent reports related to the regeneration of the dehydrogenation products amplify the importance of the catalytic dehydrogenation of AB to supply hydrogen for portable applications.^{xviii} However; dehydrogenation of AB is a harsh reaction and only takes place in the presence of a suitable catalyst and is too stable to be regenerated to give AB at reasonable energy expenditure, so that in effect only a maximum of two-thirds of the theoretical hydrogen content of AB can be used. As the activity of heterogeneous catalysts is directly related to surface area, the reduction of particle size of the heterogeneous catalyst is a promising way to increase the catalytic activity.^{xix,xx,xxi}

Many transition metal catalysts have been tested for AB dehydrogenation, but most of them lack the desired efficiency and produce less than 2 equivalents of hydrogen gas in very long reaction time.³

¹ Bingöl University, sduman@bingol.edu.tr

² Dumlupınar University, fatih.sen@dpu.edu.tr

In this regard, thus far, several efficient catalyst systems have been reported involving Rh,^{xxii,xxiii} Ir,^{xxiv,xxv} Ru,^{xxvi,xxvii,xxviii} Pd,^{xxix,xxx,xxxi} Pt,^{xxxii,xxxiii} Fe,^{xxxiv,xxxv,xxxvi} and nickel^{xxxvii}. As a common feature, all these catalytic systems, except the Ni and Fe species, involve costly catalysts. In a recent our study, a highly active heterogeneous OAm stabilized palladium(0) NPs catalyst, has been reported for the dehydrogenation of AB releasing 2 equivalents of H₂ in less than 100 min at room temperature corresponding to an initial turnover frequency of 240 h⁻¹, one of the best among all the heterogeneous catalyst systems ever reported for the dehydrogenation of AB at room temperature.²⁹ While one of the best catalytic activity has been achieved by using heterogeneous OAm stabilized palladium (0) NPs catalyst²⁹ in dehydrogenation of AB, herein we report a heterogeneous OAm stabilized Ni(0) NPs catalyst with the lowest cost, highest activity and longest life-time in the same reaction at room temperature. Ni(0) NPs were in situ formed from the reduction of nickel (II) acetylacetonate by AB and stabilized by OAm. This is the first example of using OAm as stabilizer for the Ni(0) NPs and employing them as catalysts in the dehydrogenation of AB. The OAm-stabilized Ni(0) NPs show catalytic activity higher than the heterogeneous catalysts reported for the dehydrogenation of AB.²² They provide an initial turnover frequency of 180 h⁻¹ in generation of 2 equivalents H₂ per mole of AB which is converted to polyborazylene derivatives at room temperature.²⁹

Moreover, the OAm-stabilized Ni(0) NPs exhibit high durability throughout their catalytic use in the dehydrogenation reaction against agglomeration and previously unprecedented reusability in the dehydrogenation of AB. The OAm stabilized Ni(0) NPs were characterized by transmission electron microscopy (TEM), high resolution TEM (HRTEM), TEM-EDX and ¹¹B{¹H}-NMR spectroscopy. The heterogeneity of the catalytic dehydrogenation of AB starting with in situ generated OAm stabilized Ni(0) NPs was identified by CS₂ poisoning experiments. Our report also includes the detailed kinetics of dehydrogenation of AB depending on the catalyst concentration, substrate concentration and temperature.

EXPERIMENTAL SECTION

Materials. All commercially obtained chemicals were used as received unless indicated otherwise. Nickel(II) acetylacetonate (Ni(acac)₂, 99%), Oleylamine (OAm, >70%), borane ammonia complex (AB, 97%), hexane (99%), ethanol, pure carbon disulfide and deuterated chloroform were purchased from sigma-aldrich®. Tetrahydrofuran (THF) was purchased from Fluka and distilled over sodium-benzophenone mixture under nitrogen atmosphere for 12 h. All glassware and teflon-coated magnetic stir bars were cleaned with acetone, followed by copious rinsing with distilled water before drying at 150°C in oven for overnight.

General methods to synthesis of OAm stabilized Ni(0) NPs and concomitant catalytic dehydrogenation of AB. All reactions and manipulations were performed under dry nitrogen atmosphere using standard schlenk techniques including a vacuum system unless otherwise specified. Both the in situ generation of OAm Ni(0) NPs and the concomitant dehydrogenation of AB were performed in a typical jacketed (50 mL), reaction flask connected to the water-filled cylinder glass tube (50 cm in height and 2.5 cm in diameter) and thermostated to 25.0 ± 0.1°C by circulating water through its jacket from a constant temperature bath (Polyscience 12107-15 water bath). The jacketed reaction flask was kept under vacuum at least for 15 min and filled with nitrogen to remove any trace of oxygen and water present before all the catalytic reactions. The catalytic activity of Ni(0) NPs in the dehydrogenation of AB was determined by measuring the rate of hydrogen generation. A stock solution of 10.0 mM of OAm was prepared by dissolving 0.09 mL OAm (MW=267.5 g.mol⁻¹, d=0.813 g.mL⁻¹, 70%wt) in 5.0 mL THF. Next, 2.57 mg (0.01 mmol) nickel(II) acetylacetonate was dissolved in an aliquot of the OAm stock solution that was diluted to desired volume by THF to obtain the OAm-Ni mixture at the molar ratio in the range diluted to desired volume by THF to obtain the OAm-Ni mixture at the molar ratio in the range of 5.0-15.0. In a vial 31.0 mg (1.0 mmol) AB was dissolved in 4.0 mL THF. The solution was transferred into the

jacketed reaction flask thermostated at $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$. Then, 1.0 mL aliquot of the OAm-Ni solution was injected via gastight syringe into the reaction flask under vigorous stirring. The abrupt color change from green to dark brown indicates the formation of OAm stabilized Ni(0) NPs and hydrogen gas evolution starts immediately. Hydrogen gas generation from the catalytic reaction solution was followed by using a typical water-filled gas burette system and recording the displacement of water level in the gas burette every minute until no more hydrogen evolution observed. When no more hydrogen generation was observed, the experiment was stopped, the reactor was disconnected from the water-filled tube and the hydrogen pressure was released. Next, an approximately 0.5 mL aliquot of the reaction solution in the reactor was withdrawn with glass Pasteur pipette and added to 1 g of CDCl_3 in a quartz NMR sample tube (Nore11 S-500-QTZ), which was subsequently sealed. For controlling conversion of AB at the end of the dehydrogenation reaction, the resulting solutions were filtered and the filtrates were collected for $^{11}\text{B}\{^1\text{H}\}$ -MR analysis to check the conversion from AB ($\delta = -23.0$ ppm) to from polyborazylene derivatives ($\delta = 20.37$ and 26.53 - 27.53 ppm). TEM image of a very dilute solution of OAm stabilized Ni(0) NPs was prepared in hexane and transferred into a clean screw-capped glass vial with a disposable polyethylene pipette. The colloidal solution was deposited on the silicon oxide coated copper grid by immersing the grid into the solution for 5 s and then evaporating the grid under inert gas atmosphere. Samples were examined at magnification between 100 and 800 K. The particle size of NPs was calculated directly from the TEM image by counting non-touching particles. Size distributions were quoted as the mean diameter and the standard deviation. Additionally, no bulk metal formation was observed during the catalytic dehydrogenation reaction and the NPs were very stable in THF solution even for months.

RESULTS AND DISCUSSION

In situ generation and characterization of OAm stabilized Ni(0) NPs. Ni(0) NPs formed in situ from the reduction of nickel(II) acetylacetonate in the presence of OAm during the dehydrogenation of AB are highly stable and long-lived catalyst in THF at room temperature. For example, no bulk metal formation was observed in solution standing for months under inert gas atmosphere at room temperature. The catalytic of in-situ generated OAm stabilized Ni(0) NPs was studied in the dehydrogenation of AB by measuring the volume of hydrogen generated during the reaction. Figure 1 shows a typical mol H_2 / mol AB versus time plot for the catalytic dehydrogenation of 200 mM AB in the presence of 2.0 mM Ni and 10.0 mM OAm in 5.0 mL of THF at $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$. The initial hydrogen generation rate of $25 \text{ mL H}_2 \text{ h}^{-1}$ and turnover frequency (TOF)^{xxxviii} of $180 \text{ mol H}_2 (\text{mol Ni h})^{-1}$ were obtained from the slope of the linear portion of the plot given in Figure 1. The TOF value reported here is better than most of the heterogeneous precious-metal catalysts such as Rh (342 h^{-1})²² and comparable to homogeneous precious-metal catalyst tested in the dehydrogenation of AB such as $[\text{Pd}(\text{MeCN})_4][\text{BF}_4]$ complex (2667 h^{-1}).³¹

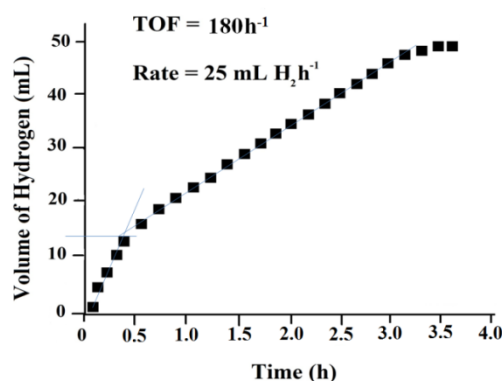


Figure 1. Volume of hydrogen generated versus time for the dehydrogenation of AB catalyzed by OAm stabilized Ni(0) NPs in 5.0 mL THF at $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$ ($[\text{AB}] = 200 \text{ Mm}$; $[\text{Ni}] = 2.0 \text{ mM}$, $[\text{OAm}] = 10.0 \text{ mM}$).

The morphology and particle size of OAm stabilized Ni(0) NPs were studied by TEM. Figure 2a shows the TEM image taken from the sample of OAm stabilized Ni(0) NPs prepared by redispersing dark Brown powder in hexane and the corresponding particle size histogram which was constructed by counting 163 non-touching particles. The average particle size of in situ generated OAm stabilized Ni(0) NPs was calculated from the TEM images as dispersed 3.3 ± 1.3 nm (Figure 2a). This indicates the capability of oleylamine in stabilizing the Ni(0) NPs and redispersibility of Ni(0) NPs in different nonpolar organic solvents such as hexane. HR-TEM analysis was used to investigate the crystallinity of the OAm stabilized Ni(0) NPs. A high-resolution TEM study of a series of single Ni(0) NPs indicates that the as-prepared Ni(0) NPs have a polycrystalline structure (Figure 2b) but the (111) planes can still be identified by the typical interfering distance of 0.352 nm, which is close to the lattice spacing of the (111) planes of the fcc nickel (0.313 nm). Figure 2c shows the EDX of Ni NPs generated in situ during the dehydrogenation of AB. Since the EDX result showed clearly the presence of Ni element in the catalyst sample these dark-colored particles should be assigned to the Ni NPs.

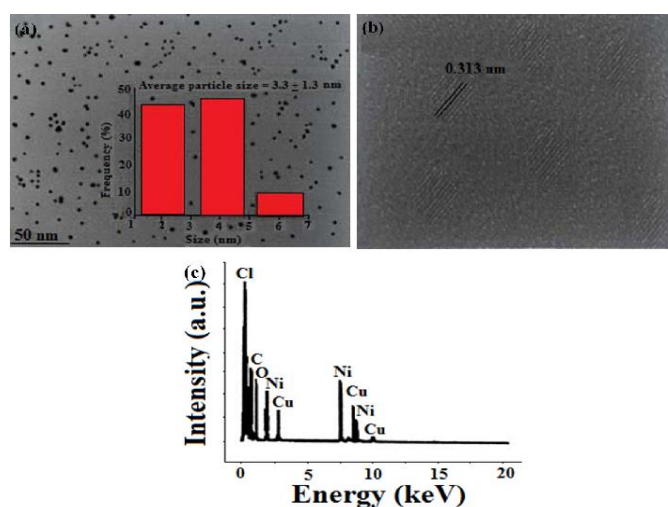


Figure 2.(a) TEM images (with the inset representing particle size histogram), (b) HRTEM image (c) TEM-EDX of in situ generated OAm stabilized Ni(0) NPs taken after centrifugation by ethanol addition and redispersing in hexane.

Dehydrogenation of AB catalyzed by OAm stabilized Ni(0) NPs. Ni(0) NPs are highly active catalyst in the dehydrogenation of AB; totally two equivalents of hydrogen gas per AB are generated even at low catalyst concentration (1.0 mM Ni) and room temperature. The first and second equivalent H_2 generation AB are completed in ~140 and 240 min (Figure 1a), respectively, from the dehydrogenation of AB in the presence Ni(0) NPs (2.0 mM Ni). The progress of the dehydrogenation of AB in the presence of the OAm stabilized Ni(0) NPs was followed by analyzing the reaction products by $^{11}B\{^1H\}$ -NMR (Figure 3) spectroscopy. As the reaction proceeds the resonance signal of AB (quartet at -23 ppm) gradually loses intensity and ultimately disappears in 240 min while resonance signals for the dehydrogenation products grow in. Figure 3 shows the $^{11}B\{^1H\}$ -NMR spectra obtained at the beginning and end of the catalytic dehydrogenation of AB. The $^{11}B\{^1H\}$ -NMR spectrum taken before the reaction (Figure 3) shows only the resonance signal of AB at $\delta = -23$ ppm. However, in the course of reaction this signal loses intensity gradually and disappears completely at the end of catalytic reaction while two broad resonance signals for the dehydrogenation products grow in at 20.37 (singlet) and 26.53 – 27.53 (doublet) ppm, which is attributed to the polymerization of cyclopolyborazane to polyborazylene derivatives, which is known to be the ultimate product when 2 equivalents of H_2 is released.^{29,xxxix,xl}

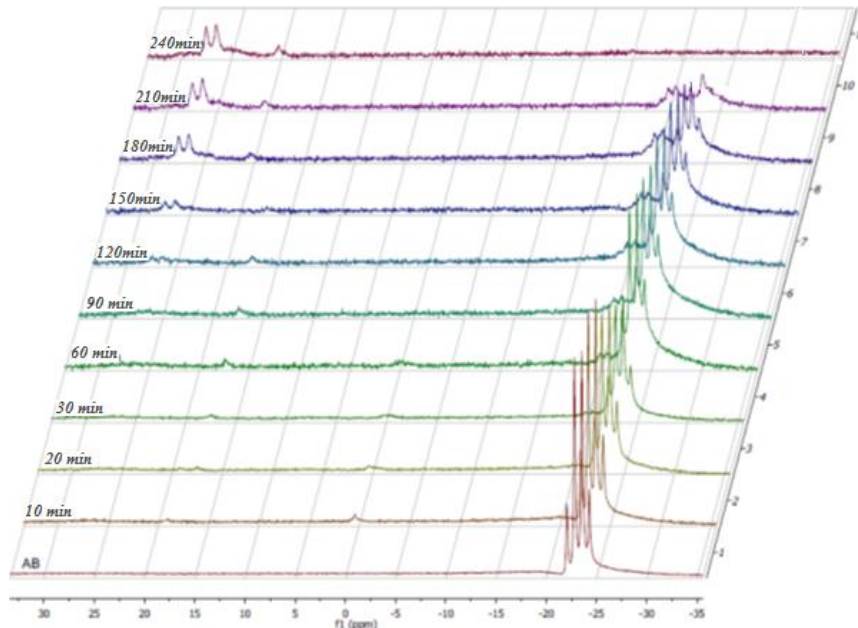


Figure 3. $^{11}\text{B}\{^1\text{H}\}$ -NMR spectra of AB and dehydrogenation products.

Kinetics of the dehydrogenation of AB catalyzed by OAm stabilized Ni(0) NPs. To explore the kinetics of the dehydrogenation of AB catalyzed by OAm stabilized Ni(0) NPs, series of experiments were carried out by varying of the reaction temperature. The dehydrogenation of AB catalyzed by OAm stabilized Ni(0) NPs was carried out at various temperature in the range of 20-40°C starting with the initial substrate concentration of 200 mM AB and an initial catalyst concentration of 2.0 mM nickel. Figure 4a shows the plots of mol H₂ per mol AB versus time for the dehydrogenation of AB in the presence of OAm stabilized Ni(0) NPs at five different temperatures. The values of apparent rate constant k_{app} for the catalytic dehydrogenation of AB were calculated by using the rate law given in Eq.(1) where the rates of the reaction were determined from the initial, nearly linear portion of each plot at different temperatures. Next, they were used to draw the Arrhenius plot given in Figure 4b to calculate the apparent activation energy: $E_a^{\text{app}}=32\pm 2 \text{ kJ mol}^{-1}$ (Figure 4b). The activation energy obtained for the dehydrogenation of AB catalyzed OAm-stabilized Ni(0) NPs is smaller than the values reported in literature for the same reaction using different catalysts.²⁹

$$\text{rate}=k_{\text{app}}[\text{Ni}]^{1.0}[\text{H}_3\text{NBH}_3]^{1.0} \quad (1)$$

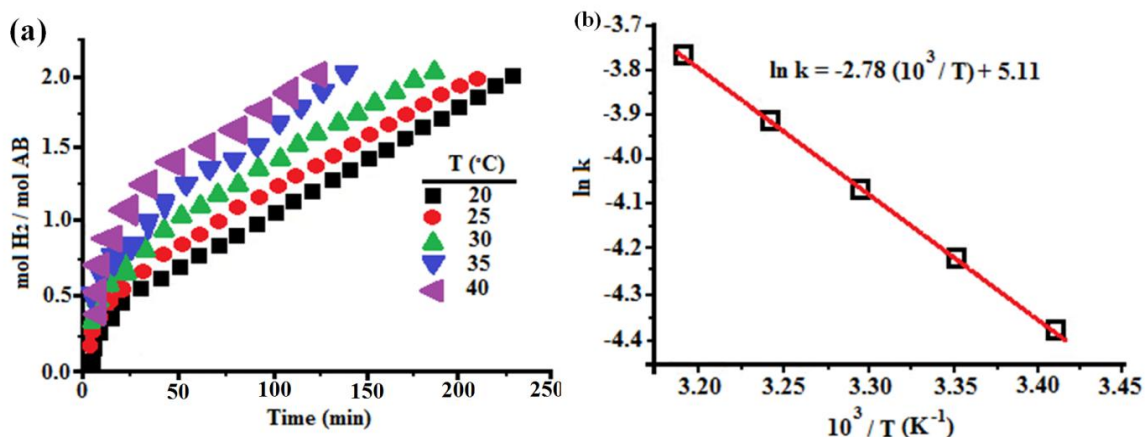


Figure 4. (a) The plots of mol H₂/mol AB versus time for the dehydrogenation of AB in the presence of OAm stabilized Ni (0) NPs at five different temperatures in the range of 20-40°C, (b) The Arrhenius plot; ln k versus 10³/T.

CS₂ poisoning test for the heterogeneity of AB dehydrogenation catalyzed by OAm stabilized Ni(0) NPs. A series of poisoning experiments were carried out by adding CS₂ in varying amount during the catalytic dehydrogenation of AB catalyzed by in situ generated OAm stabilized Ni(0) NPs and measuring the catalytic activity before and after addition of CS₂. Figure 5 shows the plots of volume of hydrogen generation versus time for the catalytic dehydrogenation of AB before and after addition of CS₂. As clearly seen from the Figure 5, the reaction was entirely ceased by addition of 0.1 equiv. of CS₂ per Ni atom in a very short time which indicates that the in situ generated OAm stabilized Ni(0) NPs act as heterogeneous catalyst in the dehydrogenation of AB.

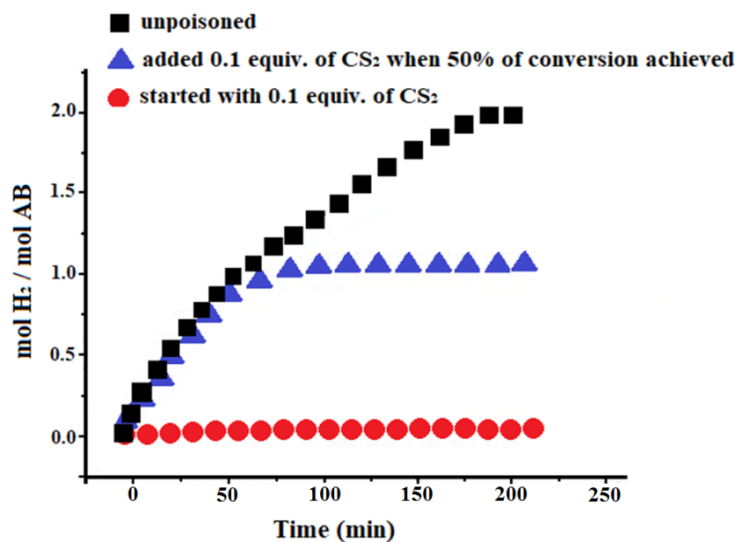


Figure 5. The plots of mol H₂/mol AB versus time for CS₂ poisoning experiments starting with 100 mM AB and 1.0 mM OAm stabilized Ni(0) NPs in 5 mL THF at 25.0 ± 0.1 °C; in absence of CS₂; after the addition of 0.1 equiv. of CS₂ when 50% of conversion achieved; starting with 0.1 equiv. CS₂.

CONCLUSIONS

In summary, our study on the use of highly stable and redispersible OAm stabilized Ni(0) NPs were generated in situ during the dehydrogenation of AB leads to the following conclusions and insights, some of which was previously unavailable: (i) When nickel(II) acetylacetonate is added to the solution of AB in THF, a rapid hydrogen evolution starts immediately without induction period indicating that nickel(II) acetylacetonate is rapidly converted to Ni(0) NPs were highly active catalysts in the dehydrogenation of AB releasing 2 equivalents of H₂ in 240 min with an initial TOF of 180 h⁻¹ at room temperature. (ii) To our knowledge, this is the first example of heterogeneous nickel catalyst liberating more than one equivalent of H₂ gas from the dehydrogenation of AB at room temperature. (iii) AB is eventually converted to polyborazylene derivatives. (iv) A detailed kinetic study of the dehydrogenation of AB catalyzed by Ni(0) NPs showed that catalytic activity increases whit the increasing temperature. (v) To our konowladge, this is the first example of a detailed kinetic study on the dehydrogenation of AB in the presence of heterogeneous OAm stabilized Ni(0) NPs catalyst. (vi) In-situ generated OAm stabilized Ni(0) NPs were found to be a highly active, low cost, isolable and reusable catalyst in the dehydrogenation of AB, which has attracted tremendous interest as a solid hydrogen storage material.

Acknowledgements. The author is gratefully acknowledged to the Bingöl University Scientific Research Projects Unit (Project No:BAP-130-96-2011) for partial financial support.

REFERENCES AND NOTES

- ⁱ U.S.Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy and the Freedom CAR and fuel Partnership, Targets for Onboard Hydrogen Storage Systems for Lightduty Vehicles,September **2009**, available at <http://www.eere.energy.gov>.
- ⁱⁱ Schlabbach, L.; Züttel, A.Hydrogen-storage Materials for Mobile Applications. *Nature* **2001**,*414*, 353-358.
- ⁱⁱⁱ Keaton, R.J.; Blacquiere, J.M.; Baker R.T. Base Metal Catalyzed Dehydrogenation of Ammonia-Borane for Chemical Hydrogen Storage. *J.Am.Chem.Soc.* **2007**, *129*, 1844-1845.
- ^{iv} Hamilton, C W.; Baker, R.T.; Staubitz, A.; Manners, I. B-N Compounds for chemical Hydrogen storage. *Chem.Soc.Rev.* **2009**, *38*, 279-293.
- ^v Marder, T.B. Will We Soon Be Fueling Our Automobiles With Ammonia-Borane? *Angew. Chem.Int.Ed.* **2007**, *46*, 8116-8118.
- ^{vi} Ramachandran, P.V.; Gagare, P.D. Preparation of Ammonia-Borane in High Yield and Purity, Methoanalysis, and Regeneration. *Inorg.Chem* **2007**, *46*, 7810-7817.
- ^{vii} Baitalow, F.; Baumann, J.; Wolf, G.; Jaenicke, K.; Leitner, G. Thermal Decomposition of B-N-H Compounds Investigated by Using Combined Thermoanalytical Methods. *Thermochim. Acta* **2002**, *391*, 159-168.
- ^{viii} Wang, J.S.; Geanangel, R.A. B-11 Nmr-Studies of the Thermal-Decomposition of Ammonia-Borane in Solution. *Inorg.Chim.Acta* **1988**, *148*, 185-190.
- ^{ix} Komova, O.V.; Simagina, V.I.; Odegova G.V.;Chesalov, Y. A.; Netskina, O. V.; Ozerova, A.M. Low-Temperature Decomposition of Ammonia Borane in the Presence of Titania. *Inorg,Materials* **2011**, *47*, 1101-1106.
- ^x Erdogan, H.; Metin, O.; Ozkar, S. In Situ-Generated PVP-Stabilized Palladium(0) Nanoclusters Catalyst in Hydrogen Generation from the Methanolysis of Ammonia-Borane. *Phys.Chem.Chem.Phys.* **2009**, *11*, 10519-10525.
- ^{xi} Xu, Q.; Chandra, M. A Portable Hydrogen Generation System: Catalytic Hdrolsis of Ammonia-Borane. *J. Alloys Compd.* **2007**, *446*, 729-732.
- ^{xii} Fortman, G.C.; Slawin, A.M.Z.; Nolan, S.P. Highly Active Iridium (III)-NHC System for the Catalytic B-N Bond Activation and Subsequent Solvolysis of Ammonia-Borane. *Organometallics* **2011**, *30*, 5487-5492.
- ^{xiii} Clark, T.J.; Russell, C.A.; Manners, I. Homogeneous, Titanocene-Catalyzed Dehydrocoupling of Amine-Borane Adducts. *J.Am. Chem.Soc.* **2006**, *128*, 9582-9583.
- ^{xiv} Pun,D.; Lobkovsky, E.; Chirik, P. Amineborane Dehydrogenation Promoted by Isolable Zirconium Sandwich, Titanium Sandwich and N₂ Complexes. *J. Chem. Commun.* **2007**, 3297-3299.
- ^{xv} Denney, M.C.; Pons, V.; Hebden, T.J.; Heinekey, D. M.; Goldberg, K. I. Efficient Catalysis of Ammonia Borane Dehydrogenation. *J.Am.Chem. Soc.* **2006**, *128*, 12048-12049.
- ^{xvi} Heldebrant, D.J.; Karkamkar, A.N.; Hess, J.; Bowden, M.; Rassat, S.; Zheng, F.; Rappe, K.; Autrey, T. The Effects of Chemical Additives on the Induction Phase in Solid-State Thermal Decomposition of Ammonia Borane. *Chem. Mater.* **2008**, *20*, 5332-5336.
- ^{xvii} Staubitz, A.; Robertson, A.P.M.; Manners, I. Ammonia Borane and Related Compounds as Dihydrogen Sources. *Chem.Rev.* **2010**, *110*, 4079-4124.
- ^{xviii} Davis, B.L. Dixon, D.A.; Garner, E.B.;Gordon, J.C.; Matus, M.H.; Scott, B.; Stephens, F.H. Efficient Regeneration of Partially Spent Ammonia Borane Fuel. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2009**, *48*, 6812-6816.
- ^{xix} Ozkar, S. Enhancement of Catalytic Activity by Increasing Surface Area in Heterogeneous Catalysis. *Appl. Surf. Sci.* **2009**, *256*, 1272-1277.
- ^{xx} Roucoux, A.; Schulz, J.; Platin, H. Reduced Transition Metal Colloids: A Novel Family of Reusable Catalysts? *Chem. Rev.* **2002**, *102*, 3757-3778.

- ^{xxi} Aiken, J.D.; Finke, R.G.; A Review of Modern Transition-Metal Nanoclusters: Their Synthesis, Characterization and Applications in Catalysis. *J. Mol. Catal. A: Chem.* **1999**, *145*, 1-44.
- ^{xxii} Ayvalı, T.; Zahmakıran, M.; Ozkar, S. One-Pot Synthesis of Colloidally Robust Rhodium (0) Nanoparticles and Their Catalytic Activity in the Dehydrogenation of Ammonia Borane for Chemical Hydrogen Storage. *Dalton Trans.* **2011**, *40*, 3584-3591.
- ^{xxiii} Jaska, C.A.; Temple, K.; Lough A.J.; Manners, I. Transition Metal-Catalyzed Formation of Boron-Nitrogen Bonds: Catalytic Dehydrocoupling of Amine-Borane Adducts to Form Aminoboranes and Borazines. *J. Am. Chem. Soc.* **2003**, *125*, 9424-9434.
- ^{xxiv} Paul, A.; Musgrave, C.B. Catalyzed Dehydrogenation of Ammonia Borane by Iridium Dihydrogen Pincer Complex Differs from Ethane Dehydrogenation. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2007**, *46*, 8153-8156.
- ^{xxv} Rossin, A.; Caporali, M.; Gonsalvi, L.; Guerri, A.; Peruzzini, M.; Zanobini, F. Selective B-H versus N-H Bond Activation in Ammonia Borane by [Ir(dPPM)(2)]OTf. *Eur. J. Inorg. Chem.* **2009**, *21*, 3055-3059.
- ^{xxvi} Alcaraz, G.; Vendiler, L.; Clot, E.; Sabo-Etienne, S. Ruthenium Bis(σ -B-H) Aminoborane Complexes from Dehydrogenation of Amine-Boranes: Trapping of H₂B-NH₂. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2010**, *49*, 918-920.
- ^{xxvii} Blacquiere, N.; Diallo-Garcia, S.; Gorelsky, S.I.; Black, D.A.; Fagnou, K. Ruthenium-Catalyzed Dehydrogenation of Ammonia Boranes. *J. Am. Chem. Soc.* **2008**, *130*, 14034-14035.
- ^{xxviii} Duman, S.; Ozkar, S. Hydrogen Generation from the Dehydrogenation of Ammonia-Borane in the Presence of Ruthenium(III) Acetylacetonate Forming a Homogeneous Catalyst. *Int. J. Hydrogen Energy* **2013**, *38*, 180-187.
- ^{xxix} Metin, O.; Duman, S. Dinc, M.; Ozkar, S. Oleylamine-stabilized Palladium(0) Nanoparticles as Highly Active Heterogeneous Catalyst for the Dehydrogenation of Ammonia Borane. *J. Phys. Chem. C* **2011**, *115*, 10736-10743.
- ^{xxx} Kim, S.K.; Kim, T.J.; Kim, T.Y.; Lee, G.; Park, J.T.; Nam, S.W.; Kang, S.O. Tetraglyme-Mediated Synthesis of Pd Nanoparticles for Dehydrogenation of Ammonia Borane. *Chem. Commun.* **2012**, *48*, 2021-2023.
- ^{xxxi} Kim, S.K.; Han, W.S.; Kim, T.J.; Kim, T.Y.; Nam, S.W.; Mitoraj, M.; Piekos, L.; Michalak, A.; Hwang, S.J.; Kang, S.O. Palladium Catalysts for Dehydrogenation of Ammonia Borane with Preferential B-H Activation. *J. Am. Chem. Soc.* **2010**, *132*, 9954-9955.
- ^{xxxii} Li, S.F.; Guo, Y.H.; Sun, W.W.; Sun, D. L.Y.; Yu, X.B. Platinum Nanoparticle Functionalized Cnts as Nanoscaffolds and Catalysts to Enhance the Dehydrogenation of Ammonia Borane. *J. Phys. Chem. C* **2010**, *114*, 21885-21890.
- ^{xxxiii} Shresta, R.P.; Diyabalanage, H.V.K.; Semelsberger, T.A.; Ott, K.C.; Burrell, A.K. Catalytic Dehydrogenation of Ammonia Borane in Non-Aqueous Medium. *Int. J. Hydrogen Energy* **2009**, *34*, 2616-2621.
- ^{xxxiv} He, T.; Wang, J.H.; Liu, T.; Wu, G.T.; Xiong, Z.T.; Yin, J.; Chu, H.L.; Zhang, T.; Chen, P. Quasi in Situ Mossbauer and XAS Studies on FeB Nanoalloy for Heterogeneous Catalytic Dehydrogenation of Ammonia Borane. *Catal. Today* **2011**, *170*, 69-75.
- ^{xxxv} Baker, R.T.; Gordon, J.C.; Hamilton, C.W.; Henson, N.J.; Lin, P.H.; Maguire, S.; Murugesu, M.; Scott, B.I.; Smythe, N.C. Iron Complex-Catalyzed Ammonia Borane Dehydrogenation: A Potential Route Toward B-N-Containing Polymer Motifs Using Earth-Abundant Metal Catalysts. *J. Am. Chem. Soc.* **2012**, *134*, 5598-5609.
- ^{xxxvi} Duman, S.; Metin, O.; Ozkar, S. B-N Polymer Embedded Iron(0) Nanoparticles as Highly Active and Long Lived Catalyst in the Dehydrogenation of Ammonia Borane. *J. Nanosci. Nanotechnol.* **2013**, *13*, 4954-4961.
- ^{xxxvii} He, T.; Xiong, Z.T.; Wu, G.T.; Chu, H.L.; Wu, C.Z.; Zhang, T.; Chen, P. Nanosized Co- and Ni-Catalyzed Ammonia Borane for Hydrogen Storage. *Chem. Mater.* **2009**, *21*, 2315-2318.

^{xxxviii} The TOF values reported herein are those typically reported. TOF= (mol of H₂ generated/(total mol of catalyst loading.time) in the unit of h⁻¹. These are not corrected for the amount of metal that is on the surface of the catalyst and/or the actual number of activity sites.

^{xxxix} In a recent study reported by Metin and et.al the same polyborazylene derivatives was observed by ¹¹B NMR spectroscopy, for ¹¹B{¹H} δ=20.37 and 26.53-27.53 ppm (ref.29).

^{xl} Pons, V.; Baker, R.T.; Szymczak, N.K.; Heldebrant, D.J.; Linehan, J.C.; Matus, M.H.; Grant, D.J.; Dixon, D.A. Coordination of Aminoborane, NH(2)BH(2), Dictates Selectivity and Extent of H(2) Release in Metal-Catalysed Ammonia Borane Dehydrogenation. *Chem. Commun.* **2008**, 6597-6599.