



Bitlis Eren Üniversitesi
Fen Bilimleri Dergisi

Bitlis Eren University
Journal of Science

ISSN : 2147-3129
E-ISSN : 2147-3188

Cilt / Volume: 5

Sayı / Number: 2

Yıl / Year: 2016

Yazışma Adresi:

Bitlis Eren Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
13000, Merkez, Bitlis/TÜRKİYE
Tel: 0 (434) 2220071

fbe@beu.edu.tr
<http://fb.beu.edu.tr>

Yayın Kurulu / Editorial Board

İmtiyaz Sahibi / Owner	Prof. Dr. Mahmut DOĞRU
Editör / Editor	Doç. Dr. M. Cihan AYDIN
Editör Yardımcıları / Assistant Editors	Doç. Dr. Semran SAĞLAM Yrd. Doç. Dr. Kamiran SARAÇ Yrd. Doç. Dr. Fahrettin ÖZBEY
Dizgi / Typographic	Yrd. Doç. Dr. Kamiran SARAÇ
Ürün Editörü / Product Editor	Arş. Gör. Zafer CÖMERT

Danışma Kurulu / Advisory Board

Prof. Dr. Ali Mükremin APAYDIN	Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi
Prof. Dr. M. Emin EMİROĞLU	Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ	Bitlis Eren Üniversitesi Müh.-Mim. Fakültesi
Prof. Dr. Ahmet BEYARSLAN	Bitlis Eren Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi
Prof. Dr. Ercan AKSOY	Bitlis Eren Üniversitesi Müh.-Mim. Fakültesi
Prof. Dr. Sezai YALÇIN	Bitlis Eren Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi
Prof. Dr. Şengül KARAMAN	K. Sütçü İmam Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi
Prof. Dr. Eşref HATIR	Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim. Fak.
Prof. Dr. Ali ERTEKİN	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi
Prof. Dr. Muhittin YÜREKLİ	İnönü Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi
Prof. Dr. İskender AKKURT	Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fak.
Prof. Dr. Şemsettin CİVELEK	Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi
Prof. Dr. Soner ÖZGEN	Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi
Prof. Dr. İdris AKYÜZ	Osmangazi Üniversitesi Fen Fakültesi
Prof. Dr. Hasan Hüseyin BALIK	İstanbul Aydın Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Prof. Dr. Sefa KAZANÇ	Fırat Üniversitesi Eğitim Fakültesi
Prof. Dr. Zülbiye ÖNAL	Erciyes Üniversitesi Fen Fakültesi
Prof. Dr. İlhan Özer İLHAN	Erciyes Üniversitesi Fen Fakültesi
Prof. Dr. Oktay BAYKARA	Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi
Doç. Dr. Yadigar Gülseven SIDIR	Bitlis Eren Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi
Doç. Dr. Serkan ÖZEL	Bitlis Eren Üniversitesi Müh.-Mim. Fakültesi
Doç. Dr. İrfan EMRE	Fırat Üniversitesi Eğitim Fakültesi
Yrd. Doç. Dr. Ercan IŞIK	Bitlis Eren Üniversitesi Müh.-Mim. Fakültesi
Yrd. Doç. Dr. Musa ÇIBUK	Bitlis Eren Üniversitesi Müh.-Mim. Fakültesi
Yrd. Doç. Dr. F. Çağlar ÇELİKEZEN	Bitlis Eren Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi
Yrd. Doç. Dr. Fahrettin ÖZBEY	Bitlis Eren Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi
Yrd. Doç. Dr. Nusret BOZKURT	Bitlis Eren Üniversitesi Müh.-Mim. Fakültesi

Bu Sayının Hakem Kurulu / Reviewers of This Issue

Prof. Dr. Ahmet ŞAHİN	Fırat Üniversitesi
Prof. Dr. Aydın BÜYÜKSARAÇ	Bitlis Eren Üniversitesi
Prof. Dr. Sinan AKPINAR	Fırat Üniversitesi
Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ	Bitlis Eren Üniversitesi
Prof. Dr. Ayhan ÖZDEMİR	Sakarya Üniversitesi
Doç. Dr. Nazan AKTAŞ	Selçuk Üniversitesi
Doç. Dr. Uğur YÜKSEL	Atılım Üniversitesi
Doç. Dr. Cihan AYDIN	Bitlis Eren Üniversitesi
Doç. Dr. Ercan EZGİ	Yıldız Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Yusuf SÖNMEZ	Gazi Üniversitesi
Doç. Dr. Abdullah ASLAN	Fırat Üniversitesi
Doç. Dr. İrfan EMRE	Fırat Üniversitesi
Doç. Dr. Tolga BEKLER	Çanakkale Onsekizmart Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Aziz AKSOY	Bitlis Eren Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Zafer ÇAMBAY	Fırat Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Levent DEMİRİZ	Bülent Ecevit Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Evren SARIYILMAZ	Ordu Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Fethi ÖZDEMİR	Bingöl Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Tuğrul ERDEM	Celal Bayar Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Ali Uğur ÖZTÜRK	Celal Bayar Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Tahir GÖNEN	Uşak Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Ramazan ATICI	Muş Alparslan Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Ferdi AKMAN	Bingöl Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Ercan IŞIK	Bitlis Eren Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Alper DEMİRCİ	Bitlis Eren Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Nusret BOZKUTR	Bitlis Eren Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Murat GÜNGÖR	Hitit Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Behçet KOCAMAN	Bitlis Eren Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Serhat KIVRAK	Hitit Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Murat KÜRŞAT	Bitlis Eren Üniversitesi
Dr. Furkan DİNÇER	Kilis yedi aralık Üniversitesi
Dr. Yahya ÖZDOĞAN	Selçuk Üniversitesi
Dr. Engin ÖZDEMİR	Kocaeli Üniversitesi

Dergimiz Hakkında

Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından yılda iki defa yayımlanan Fen Bilimleri Dergisi, Temel Bilimler ve Mühendislik alanlarında özgün araştırma makaleleri, derleme ve teknik not yayımlanmaktadır. Dergide yayımlanacak makalelerin yazım dili Türkçe veya İngilizcedir. Yazım kurallarına uymayan makaleler, hakemlere gönderilmeden önce düzeltilmek üzere yazara geri gönderilir. Bu nedenle, derginin yazım kuralları dikkate alınmalıdır. Makaleler şekiller ve tablolar dâhil 15 sayfayı geçmemelidir. Dergiye yayım için gönderilen makaleler en az üç hakem tarafından değerlendirilir. Makalelerin dergide yayımlanabilmesi için hakemler tarafından olumlu görüş bildirilmesi gerekmektedir. Dergi Yayın Kurulu, hakem raporlarını (üç hakemin değerlendirmeleri geldikten sonra) dikkate alarak makalelerin yayımlanmak üzere kabul edilip edilmemesine karar verir. Dergide yayımlanacak makalelerin bilimsel etik kuralları içerisinde olması gerekmektedir. Makalede yer alan tüm yazarlar, çalışmalarının yayım haklarını Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi'ne devrettiklerine dair Telif Hakları Formunu imzalamalıdır. Bu form iletilmeden yayın kabul edilse de yayımlanmayacaktır. Bütün bu belgeler e-posta veya posta ile dergi editörlüğüne gönderilmelidir. Dergide yayımlanacak makalelerin içeriğinden kaynaklanan her türlü yasal sorumluluklar ve telif haklarına ilişkin doğabilecek hukuki sorumluluklar tamamen yazarlara aittir.

B.E.Ü. Fen Bilimleri Dergisi 5(2), 2016
İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Araştırma Makaleleri / Research Articles

1. **Diş Hekimlerinin Bazı Bulaşıcı Hastalıklar (AIDS, Hepatit B, Tüberküloz, Grip, Kabakulak) Konusundaki Farkındalık ve Davranışları** 113-122
Dentists Regarding The Infectious Diseases (AIDS, Hepatitis B, Tuberculosis, Influenza, Mumps) Awareness And Behavior
A.Aksoy, F.B. Arıkan
2. **The Behavior of the Classical Diffusion Tensor for Equatorial Ionospheric Plasma** 123-127
The Behavior of the Classical Diffusion Tensor for Equatorial Ionospheric Plasma
A. Yeşil, S. Sağır, K. Kurt
3. **İzmir Körfezi Doğusunun Sığ Kayma Dalgası Hız Yapısının 2B'lu Çok Kanallı Yüzeysel Dalgası Analizi (ÇKYD) Yöntemiyle Araştırılması** 128-140
Investigation of Shallow Shear Wave Velocity Structure of East of Izmir Bay using 2D Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW) method
E. Pamuk, M. Akgün, Ö.C. Özdağ, E. Şahin
4. **Quantum Dynamic Effects at Insertion Minimum Reaction: H+LiF Reaction** 141-148
Quantum Dynamic Effects at Insertion Minimum Reaction: H+LiF Reaction
E. Karabulut
5. **Q-Holomorf Fonksiyonların Matris Analitik Fonksiyonlarla İlişkisi** 149-155
The Relationship Between Q-Holomorphic Functions with Matrix Analytic Functions
S. Hızlıyel
6. **Farklı Konsantrasyonlarda ve Sürelerde Sodyum Hipoklorid (NaOCl) Uygulamasının *Pancretium maritimum* L. Soğanlarının Yüzeysel Sterilizasyonu Üzerine Etkileri** 156-163
*The Effects of Application of Sodium Hypochlorite (NaOCl) in Different Concentrations and Durations on the Surface Sterilization of *Pancretium maritimum* L. Bulbs*
F.A. Özdemir, M.U. Yıldırım, Ö. Kılıç
7. **Rijit Yol Kaplama Beton İnşasında Ahlat Taşının Kullanılabilirliği** 164-171
Usability of Ahlat Stone in Rigid Pavement Construction
A. Bakış
8. **Bitlis İli Elektrik Enerjisinin Dünü, Bugünü ve Yarını** 172-182
Past, Present and Future of Electrical Energy in Bitlis (Turkey)
S. Rüstemli, Ç.Polat Dautov, M. Akdağ
9. **Farklı Kat Adetlerine Sahip Betonarme Binaların Performans Değerlendirilmesi** 183-190
Performance Evaluation of Reinforced Concrete Buildings with Different Story Numbers
M. Özdemir, E. Işık, M. Ülker
10. **Mermer Tozu Atığı Ve Silis Dumanının Betonun Karbonatlaşma Özelliğine Etkisi** 191-202
Effects of Marble Duster Waste and Silica Fume to Carbonation of Concrete
C. Kara, S. Yazıcıoğlu
11. **Doğru Akım Servo Motorun Device-Net Ağı Üzerinden Uzaktan Kontrolü** 203-209
Remote Controlling of DC Servo Motor by way of Device-Net Network
M.F. Işık.
12. **Bitlis İli'ndeki Obez Çocuğa Sahip Ebeveynlerin Obeziteye ve Çocuklarına Yaklaşımı** 210-224
The Approach of Parents Had Obese Children, Residing in Bitlis, to Obesity and Their Children
A. Aksoy, S. Oğur, E. A. Kendilci

13. **Kolza (*Brassica napus L.*) Tohumlarında Çimlenme ve Anormal Çim Oranı Üzerine, *Chenopodium album L.* 'un Allelopatik Etkisi** 225-228
*Allelopathic Effect of *Chenopodium album L.* on Germination and Abnormal Seedling of *Canola (Brassica napus L.)**
M. Ghiyasi , R. Amirnia, M. Tajbakhsh, A. Rahimi, F. A. Özdemir
 14. **Bitlis İlindeki Elektrik Enerjisi Dağıtım Kayıplarının İncelenmesi** 229-237
Investigation of Electrical Energy Distribution Losses in Bitlis Province
B. Kocaman, R. Kutlu
 15. ***Solanum dulcamara L. (Solanaceae)* Türünün Karyolojik Yönden İncelenmesi** 238-241
*Karyological Investigation of *Solanum dulcamara (Solanaceae)* Species*
Y. Kıran, G. Doğan, Z. Demirkan
 16. **Fotovoltaik Sistemde Bulunan Üç Seviyeli Diyot Kenetlemeli Eviricinin Çıkış Gerilimi Toplam Harmonik Distorsiyonunun Simulasyon ve Analizi** 242-253
Analysis and Simulation Total Harmonic Distortion of Output Voltage Three Level Diode Clamped Inverter in Photovoltaic System
S. Adak, H. Cangi
-

Araştırma Makalesi / Research Article

Diş Hekimlerinin Bazı Bulaşıcı Hastalıklar (AIDS, Hepatit B, Tüberküloz, Grip, Kabakulak) Konusundaki Farkındalık ve Davranışları

Aziz AKSOY^{*1}, Funda BULUT ARIKAN²

¹Bitlis Erenl Üniversitesi, Sağlık Yüksek Okulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Bitlis

²Kırkkale Üniversitesi, Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı, Kırkkale

Özet

Bu çalışmada, diş hekimlerinin enfekte hastaları muayene ve tedavi işlemleri sırasında, bazı bulaşıcı hastalıklara maruz kalmaları durumuna karşı; bilgi düzeyleri, tutum ve davranışlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma 52 tane diş hekiminin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Özellikle yakın temas durumlarında damlacık ve benzeri şekilde doğrudan ve dolaylı olarak bulaşma riskleri olan AIDS, Hepatit B, tüberküloz, grip ve kabakulak hastalıkları ele alınmıştır. Çalışmada, diş hekimlerinin hastalarla doğrudan ilgilendiği alanlarda hazırlanmış olduğumuz 18 soruluk anket diş hekimlerine uygulanmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi IBM SPSS 20® programında, sıklık ve Pearson ki-kare testleri uygulanarak yapılmıştır. Elde ettiğimiz istatistiksel analiz sonuçlarına göre; diş hekimlerinin %61.5'inin muayene ettikleri hastaların bulaşıcı hastalığının olup, olmadığını sorguladıkları, %38.5'inin ise sorgulamadıkları belirtmiştir. Diş hekimlerinin %34.6'sı çalışma ortamlarının hijyen düzeyinin yeterli olmadığını dile getirmişlerdir. Kendilerinin gribal enfeksiyona yakalandıkları dönemde çalışmaya gelip gelmedikleri sorgulandığında, sadece %13.5'i "kesinlikle gelmiyorum" cevabını vermiştir. Diş hekimlerinin çalışma yılları ile gribal enfeksiyon geçirdikleri dönemlerde çalışmaya gelme durumları arasında anlamlı ilişki olduğu ($p<0.05$) görülmüştür. Diş hekimlerinin %53.8'i çalışmamıza dahil edilen bütün bulaşıcı hastalıkları risk olarak görmüşlerdir. Diş hekimlerinin çalışma yılı ile bulaşıcı hastalıkları risk olarak görme durumları arasındaki farkın önemli ($p<0.05$) olduğu bulunmuştur. Yapılan anket çalışmasının sonuçları; diş hekimlerinin bulaşıcı hastalıkları mesleki açıdan risk olarak gördüklerini ve bulaşıcı hastalıklara karşı farkındalıklarının yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: : Diş Hekimi, Bulaşıcı Hastalık Riski, AIDS, HBV, Tüberküloz, Grip, Kabakulak.

Dentists Regarding The Infectious Diseases (AIDS, Hepatitis B, Tuberculosis, Influenza, Mumps) Awareness And Behavior

Abstract

In the present study, 52 dentists were interviewed regarding their attitudes and behaviors on possible exposure of their patients to any infectious during medical examination and treatment. AIDS, hepatitis B, tuberculosis, influenza and mumps disease were chosen for the study since these diseases have the risk of direct or indirect contamination, especially in case of close contact, and via droplets. The study was carried out using a survey that included 18 questions. Statistical evaluation of the data obtained was made with IBM SPSS Statistics 20® package program by applying the chi-square tests and frequency. According to the statistical analysis of the results; 61.5 % of dentists stated that they asked the question "Do you have any infectious diseases?" to patients they examine, while 38.5% of them stated that they did not ask such a question. 34.6% of dentists have expressed that the hygiene in the working environment was not adequate. When they were asked whether they go to work in case they catch influenza, only 13.5% of them chose the answer "I definitely do not come". There was a statistically significant correlation between the working years of dentists and their attendance to work in case of flu infection ($p < 0.05$) difference between the case they coming to work. 53.8% of the dentists saw all transmitted diseases which are included in our study as a risk. Also significant correlation was found ($p < 0.05$) between working years of dentists and seeing infectious disease as a risk. The results of the questionnaire study revealed that dentists consider infectious diseases as occupational risks and their awareness is high regarding these diseases

Keywords: Dentist, Contagious Diseases, AIDS, HBV, Tuberculosis, Influenza, Mumps.

* Sorumlu Yazar: aksoyaziz@hotmail.com

Geliş Tarihi: 29.07.2016, Kabul Tarihi: 10.10.2016

1. Giriş

Bulaşıcı hastalık, özel bir siyöz etkeninin ya da onun toksik ürünlerinin, bir kaynaktan duyarlı kişiye doğrudan ya da dolaylı olarak geçmesiyle oluşan, toplumsal bir sağlık sorunudur [1]. Etkenin üzerinde yaşadığı, yaşamını idame edebilmek için bağımlı olduğu, duyarlı konakçıya geçebilecek şekilde çoğaldığı, insan, hayvan, bitki gibi canlı ya da toprak gibi cansız varlıkların tümü enfeksiyon kaynağı olabilmektedir [2].

Bulaşma yolu: doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki şekilde görülmektedir. Doğrudan bulaşma yolu; hiçbir ara bulaşma yolu olmadan etkenin kaynaktan kaynağa geçmesi şeklindedir. Örneğin, öksürükle veya hapşırıkla püskürtülen damlacıklar 5 mikrondan büyük olup 30-60 cm uzağa giderek bu mesafedeki mukoza membranlarının üzerine konabilir ya da yere düşerek doğrudan bulaş gösterebilmektedirler [3]. Dolaylı bulaşma yolu ise; araçlar, vektörler ve hava yoluyla bulaşma şeklidir. Araçlar yoluyla bulaşma; başlıca cerrahi aletler ve eldivenler, bardak, peçete, havlu, yatak takımları, yastık, tarak, toka, kaşık, terlikler, oyuncaklar, kontamine gıdalar, su veya intravenöz verilen sıvılarla gerçekleşmektedir [3]. Bulaşma yolları göz önüne alındığında, bu çalışmada özellikle yakın temas durumlarında damlacık ve benzeri şekilde doğrudan ve dolaylı olarak bulaşma riskleri olan AIDS, Hepatit B, tüberküloz, grip ve kabakulak hastalıklarının incelenmesi amaçlanmıştır.

1.1. Aids

İlk defa 1980'li yılların başında gündeme gelen AIDS (Acquired immune deficinecy syndrome; edinilmiş bağışıklık eksikliği sendromu) tüm dünya'da hızlı yayılması ve fatal seyretmesi nedeniyle ciddi bir sağlık sorunudur [4]. Ülkemizdeki ilk AIDS olgusu 1985 yılında saptanmış ve aynı yıl bildirim zorunlu hastalıklar kapsamına alınmıştır [5]. AIDS' e retrovirüs ailesinden insan İmmünyetmezlik virüsü (Human immunodeficiency virus, HIV) HIV-1 ve HIV-2 neden olmaktadır [5]. HIV, bağışıklık sistemini baskılayarak, vücudun çeşitli ajanlara karşı savaşa yeteneğini azaltıp, hastaların fırsatçı enfeksiyonlarla ölümüne yol açmaktadır [6].

HIV, cinsel ilişki, kan ürünleri, organ nakli, ortak kullanılan şırınga, jilet vb. aletler ile bulaşmaktadır. Anneden bebeğe ise; gebelik, doğum ve emzirme yoluyla geçmektedir. Bunun dışında aynı havayı solumakla, dokunmakla, sarılmakla, öpmekle, tuvalet, banyo, yüzme havuzu, hamam ve sauna aracılığı ile yiyeceklerin, tabak, bardak, çatal, kaşık vb. mutfak aletlerinin veya giyeceklerin paylaşılmasıyla, sinek, sivrisinek, evcil hayvanlar, idrar, tükürük, gözyaşı ve dışkıyla temasla HIV bulaşmamaktadır [6]. HIV/AIDS'i tamamen iyileştirici bir ilaç ya da sağlıklı bireyleri koruyacak bir aşı henüz bulunmamıştır [7].

1.2. Hepatit B

Hepatit B virusu (HBV), sirküler, kısmen çift iplikli ve yaklaşık 3200 nükleotid uzunluğunda bir DNA genomu içermektedir. Bugün dünya'da 400 milyon civarında kişinin hepatit B taşıyıcısı olduğu bilinmektedir. 1980'li yıllarda etkin aşıların geliştirilmiş olmasına rağmen yüksek prevelanslı bölgelerde perinatal ve yaşamın erken dönemlerinde bulaş, enfeksiyonun majör kaynağı olmaya devam etmektedir [8, 9].

Hepatit B virüsü enfekte kan ve vücut sıvıları ile mukozal veya kütanoz temasıyla perkütan bulaş şeklinde olabilmektedir. Çoğul transfüzyon yapılanlar, hemodiyaliz hastaları, damar içi uyuşturucu alanlar ve sağlık çalışanları perkütan bulaş riskini taşıyan grubu oluşturmaktadır. Bunun yanında cinsel temasla, perinatal ve vertikal bulaş dediğimiz enfekte anneden yenidoğana bulaşma ile ve horizontal bulaş dediğimiz enfekte kişilerle cinsellik içermeyen yakın temas ile bulaş gösterebilir [10].

Çeşitli vücut sıvılarında HbsAg (Hepatit B'nin yüzey antijeni) bulunmaktadır. Plevra ve periton sıvısında da serumdaki kadar viral yük mevcuttur. Tükürük ve semendeki viral yük serumdakinden daha

düşüktür ancak tükrük ve semende sürekli enfeksiyöz virionlar bulunmaktadır. Endemik bölgelerde cilt çatlakları ve mukozal membranlardan geçiş, çocuklarda enfeksiyona neden olabilmektedir [11]. Ülkemiz HBV sıklığı açısından orta derecede endemik bölgeler arasındadır [8] ve yaklaşık 3 milyon kişinin HBV ile enfekte olduğu tahmin edilmektedir [12].

1.3. Tüberküloz

Tüberküloz "*Mycobacterium tuberculosis*" kompleks olarak tanımlanan bir grup bakteri tarafından oluşturulan, enfekte dokularda granülomların varlığı ile karakterize edilen, farklı klinik görünümlere sahip, kronik bir nekrotizan enfeksiyondur [13]. Tüm organlarda görülebilen tüberküloz hastalığında, en sık tutulan organ %80-90 oranında akciğerlerdir [14]. Tüberküloz tedavi edilebilir bir hastalık olmasına rağmen 21. yüzyıla taşınabilmiş ve ciddi bir sağlık sorunu olmayı sürdüren önemli hastalıklardan biridir [15].

Tüberküloz hastalığında mikroorganizmaların bulaşma yolları çok farklı olabilmektedir. Gastrointestinal sistem ve deri, birer giriş kapısı olmakla birlikte en sık rastlanan bulaşma yolu solunum sistemidir [16]. Hasta bireyin konuşma, öksürük ve hapşırma gibi solunumsal hareketleriyle 1-3 tane basille yüklü 1-5 mikron çapındaki damlacıklar ortam havasına dağılır ve bunların solunmasıyla basiller terminal hava yollarına kadar ulaşmaktadır [17]. Hastalığın oluşabilmesi için hasta ile uzun süreli temas, bulaştırıcılık açısından yüksek risk oluşturabilir [18].

1.4. Grip (İnfluenza)

Grip, influenza virüslerinin etken olduğu, ani olarak 39 °C üzerinde ateş, şiddetli kas ve eklem ağrıları, halsizlik, bitkinlik, titreme, baş ağrısı ve kuru öksürük gibi belirtiler ile başlayan bir enfeksiyon hastalığıdır [19].

Sağlık çalışanları grip bulaşında en önemli kaynak olarak gösterilmektedir. Literatürlerde hekim, hemşire ve diğer sağlık çalışanlarının enfeksiyon etkenleri taşımada ve mikroorganizma yayılımında önemli rol oynadıkları saptanmıştır. Salgınların ortaya çıkmasında sağlık çalışanlarının uygun ortamı sağladıkları belirtilmektedir [20]. Sağlık çalışanlarının grip enfeksiyonunu yaymalarındaki en önemli nedenlerden biri gribal enfeksiyon geçirdikleri dönemlerde çalışmaya devam etmeleridir [21]. İnfluenza virüsü, en sık öksürme ve hapşırma ile ortama saçılan damlacıklar yoluyla insana bulaşmaktadır. Nadiren kontamine el ve diğer nesnelere bulaşmada rol alır [22].

1.5. Kabakulak (Epidemik parotit)

Kabakulağın klinik tanısı ilk defa M.Ö. 5. yüzyılda Hipokrat tarafından kulak kenarında şişme ve testislerde bir ya da iki taraflı ağrılı büyüme olarak tanımlanmıştır. Hastalığın bilinen tek kaynağı İnsanlardır. Fakat deneysel olarak maymunlar ve diğer laboratuvar hayvanlarında da epidemik parotit oluşabilmektedir. Kabakulak dünya çapında yaygın bir enfeksiyon olup, her iki cinste de eşit oranda görülür. Hastalık aşılammış toplumlarda endemik özellik göstermektedir. Olgular her mevsimde görülmekle birlikte, kış sonu ve ilk bahar mevsiminin başlarında (Ocak-Mayıs aylarında) olgu sayısında artış görülmektedir [23].

Direkt temas ya da damlacık ile hassas kişilere ağız ve burun yolu ile giren virus, inkübasyon periyodu boyunca üst solunum yolu epitelinde çoğalıp lenf bezlerine ve kana geçer. Virüs kan yoluyla parotis bezi ve meninksler gibi hedef organlara yayılır. Bu alanlarda çoğaldıktan sonra ikinci yayılım gelişir ve diğer organların tutulumu ile sonuçlanır [24].

Bu çalışmada; bulaşıcı hastalıkların yaygın görülmesi ve ciddi sonuçlarından dolayı diş hekimliklerinin öncelikle kendilerini bu hastalıklara karşı korumaları ve onlara başvuran hastaların da bulaşıcı hastalıklardan korunarak daha güvenilir hizmetler alması için bilgi düzeyleri, tutum ve davranışları önem taşımaktadır. Bu nedenle, dünya çapında büyük sorunlara ve ölümlere yol açan bulaşıcı hastalıklar konusunda diş hekimliklerinin oldukça önemli role sahip olduklarının vurgulanması

amaçlanmıştır. Özellikle yakın temas durumlarında damlacık ve benzeri şekilde doğrudan ve dolaylı olarak bulaşma riskleri olan AIDS, Hepatit B, tüberküloz, grip ve kabakulak hastalıkları ele alınmıştır. Bu kapsamda diş hekimlerinin bulaşıcı hastalıklar konusundaki hassasiyetlerinin belirlenmesi için 18 adet anket sorusu hazırlanarak, ulaşılan 52 diş hekiminin konuyla ilgili bilgi düzeyleri, tutum ve davranışları incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Örneklem

Bu çalışma Bitlis ili ve İlçelerinde hastane ve diş kliniklerinde görev yapan 52 tane diş hekiminin bulaşıcı hastalıklar konusunda tutum ve davranışlarını incelemek amacıyla yapılmıştır. Diş hekimleriyle bire bir görüşülerek, kendilerine yöneltilen bulaşıcı hastalıklar konusundaki 18 soruluk anketi gönüllülük esası kapsamında cevaplamaları istenmiştir.

2.2. İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi IBM SPSS 20® programında, sıklık ve Pearson ki-kare testleriyle değerler tablosuna dönüştürülerek değerlendirilmiş, $p < 0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

3. Bulgular

Çalışmaya 18'i kadın, 34'ü erkek olmak üzere toplam 52 diş hekimi katılmıştır. Çalışmaya katılan diş hekimlerinin yaş aralıklarına göre dağılımı tablo 1 'de, diş hekimliği mesleğinde çalışma yıllarına göre dağılımları ise tablo 2 'de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmaya katılan diş hekimlerinin belirlenmiş yaş aralıklarına göre dağılımı.

Yaş Aralıkları	Sayı (n)	Yüzde (%)
25-30	18	(34.6)
31-35	16	(30.8)
36-40	13	(25.0)
41-45	5	(9.6)
Toplam	52	(100)

Tablo 2. Çalışmaya katılan diş hekimlerinin, diş hekimliği mesleğindeki çalışma yılları dağılımı.

Çalışma yılı	Sayı (n)	Yüzde (%)
0-1	1	(1.9)
2-5	26	(50.0)
6-10	18	(34.6)
10 ve yukarı	7	(13.5)
Toplam	52	(100)

Tablo 2 'de anket uygulanan diş hekimlerinin büyük çoğunluğunun 5-10 yıl arası deneyime sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 3. Çalışmaya katılan diş hekimlerince günlük ortalama muayene edilen hasta sayısı dağılımı.

Günlük Hasta Sayısı	Sayı (n)	Yüzde (%)
6-10	10	(19.2)
11-20	30	(57.7)
21 ve yukarısı	12	(23.1)
Toplam	52	(100)

Tablo 4. Çalışmaya katılan diş hekimlerinin, muayene ve tedavi işlemleri için gelen bireylerde kabakulak hastalığı ile karşılaştıklarında muayene ve tedavi işlemlerini erteleyip ertelememe durumunu belirten dağılım.

Erteleme İşlemleri	Sayı (n)	Yüzde (%)
Evet	50	(96.2)
Hayır	2	(3.8)
Toplam	52	(100)

Diş hekimlerinden %98.1'i muayene için gelen bireylerde gribal enfeksiyon olduğunu öğrendiklerinde muayene ve tedavi işlemlerini ertelediklerini, %1.9'u ise muayene ve tedavi işlemlerini ertelemediklerini belirtmiştir. Erteleme işlemi yapan diş hekimlerine bu sürenin ne kadar olduğu sorulduğunda, %29.4'ü 4-6 gün, %64.7'si 6-9 gün, %5.9'u 10 gün ve üzeri bir süre erteleme işlemi yaptıklarını ifade etmişlerdir. Kabakulak hastalığı olan hastalar ile karşılaştıklarında muayene ve tedavi işlemlerini erteleyip ertelemedikleri öğrenilmek istendiğinde, %96.2'si "evet erteliyorum", %3.8'i ise "hayır ertelemiyorum" demiştir.

Tablo 5. Çalışmaya katılan diş hekimlerinin, muayene ve tedavi işlemleri için gelen bireylere bulaşıcı hastalık tespiti için tetkik ve tarama testleri isteminde bulunup bulunmaması durumunu belirten dağılım.

Tarama İstemleri	Sayı (n)	Yüzde (%)
Evet	5	(9.6)
Hayır	47	(90.4)
Toplam	52	(100)

Çalışmaya katılan diş hekimlerinin, bulaşıcı hastalık tespiti için tetkik ve tarama isteğinde bulunup bulunmaması durumu araştırıldığında; tetkik ve tarama isteğinde bulunan 5 hekim (%9.6), tetkik ve tarama isteğinde bulunmayan 47 hekim (%90.4) olduğu tespit edilmiştir. Kadın diş hekimlerinin hiçbiri tetkik ve tarama testi istemediğini, erkek diş hekimlerinin ise %19.2'si tetkik ve tarama testi istediğini belirtmişlerdir. 0-1 ve 6-10 yıl arası çalışan diş hekimlerinden hiçbirinin tetkik ve tarama testi istemediği, 2-5 yıl arası çalışanların %11.5'inin, 10 yıldan daha uzun süredir çalışanların ise %28.6'sının bu testleri istedikleri anlaşılmıştır. Çalışmaya katılan diş hekimlerinin, muayene için gelen tüm hastalarda aynı prosedürü uygulayıp, uygulamamaları araştırıldığında tüm hastalara aynı prosedürle işlem yapan 13 hekim (%25), farklı prosedürlerle işlem yapan 39 hekim (%75) olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 6. Çalışmaya katılan diş hekimlerinin kendi sağlıkları ve hastaların sağlığı açısından bulaşıcı hastalıklara karşı en üst seviyede korunmaya yönelik tedbirleri alma derecelerini belirten dağılım.

Korumaya Yönelik Tedbir Alma durumları	Sayı (n)	Yüzde (%)
Bazen	6	(11.5)
Sıklıkla	29	(55.8)
Her zaman	17	(32.7)
Toplam	52	(100)

Diş hekimlerine “Kendi sağlığınız ve hastaların sağlığı açısından bulaşıcı hastalıklara karşı en üst seviyede korunmaya yönelik tedbirleri alıyormusunuz?” sorusu yöneltildiğinde, %11.5’inin bazen, %55.8’inin sıklıkla, %32.7’sinin her zaman tedbir aldığı öğrenilmiştir.

Erkek diş hekimlerinin %38.5’i korunmaya yönelik tedbirleri her zaman aldığını söylerken; kadın diş hekimlerinin %19.2’si bazen tedbir aldığını belirtmiştir. 2-5 yıl arası çalışan diş hekimlerinden korunmaya yönelik tedbirleri her zaman alan diş hekimlerinin oranı %42.3 iken; 6-10 yıl arası çalışan diş hekimlerinde bu oranın %27.8 olduğu görülmüştür.

Ortalama olarak günde 6-10 hasta muayene eden diş hekimlerinin %30’u, 21’den daha fazla sayıda hasta muayene eden diş hekimlerinin ise %25’i korunmaya yönelik tedbirleri her zaman aldığını ifade etmişlerdir. Diş hekimlerinin hepsi bulaşıcı hastalıkların tamamına karşı aşılama ile bağışıklama ve korunmaya yönelik tüm aşuları yaptırdığını belirtmişlerdir. Diş hekimlerinin %65.4’ü çalışma ortamlarını hijyen bakımından yeterli bulurken, %34.6’sı yeterli bulmamaktadır. Diş hekimlerinin cinsiyetlerine göre çalışma ortamlarının hijyeninin yeterli bulunması arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 7. Çalışmaya katılan diş hekimlerinin gribal enfeksiyon geçirdikleri dönemlerde çalışmaya gelme veya gelmeme durumunu belirten dağılım.

Hastayken Çalışmaya Gelme veya Gelmeme Durumları	Sayı (n)	Yüzde (%)
Kesinlikle Gelmiyorum	7	(13.5)
Bazen Geliyorum	31	(59.6)
Genellikle Geliyorum	13	(25)
Her Zaman Geliyorum	1	(1.9)
Toplam	52	(100)

Kendilerinin gribal enfeksiyon geçirdikleri dönemlerde çalışmaya gelme veya gelmeme durumları sorgulandığında, diş hekimlerinin %13.5’i “kesinlikle gelmiyorum”, %59.6’sı “bazen geliyorum”, %25’i genellikle geliyorum”, %1.9’u “her zaman geliyorum” cevabını vermiştir. Kadın diş hekimlerinin %7.7’si gribal enfeksiyon geçirdikleri dönemde her zaman çalışmaya geldiğini ifade etmişlerdir. 2-5 yıl arası çalışan diş hekimlerinin %38.5’inin, 10 yıldan daha uzun süredir çalışan diş hekimlerinin ise % 28.6’sının gribal enfeksiyon geçirdiklerinde genellikle çalışmaya geldikleri anlaşılmıştır. Diş hekimlerinin çalışma yıllarına göre grip oldukları dönemlerde çalışmaya gelme durumları arasındaki farkın anlamlı ($p<0.05$) olduğu görülmüştür.

Tablo 8. Çalışmaya katılan diş hekimlerinin mesleki açıdan risk olarak gördükleri bulaşıcı hastalıkların durumunu belirten dağılım.

Risk Olarak Gördükleri Bulaşıcı Hastalıklar	Sayı (n)	Yüzde (%)
A-H-T-G-K	28	(53.8)
A-H-T-G	11	(21.2)
A-H-T-K	3	(5.8)
A-H-T	5	(9.6)
A-H	1	(1.9)
H-T	2	(3.8)
A	1	(1.9)
H	1	(1.9)
Toplam	52	(100)

A: AIDS H: Hepatit B T: Tüberküloz G: Grip K: Kabakulak

Günlük ortalama 6-10 arası sayıda hasta muayene eden diş hekimlerinin % 50'si gribal enfeksiyon geçirirken genellikle çalışmaya geldiğini, 11-20 arası sayıda hasta muayene edenlerin %16.7'si kesinlikle gelmediğini, 21'den daha fazla sayıda hasta muayene edenlerin %25'inin ise genellikle çalışmaya geldiği gözlenmiştir.

Ankete katılan diş hekimlerinin çalışma kapsamında belirlenmiş bulaşıcı hastalıklar arasında mesleki açıdan risk olarak gördükleri bulaşıcı hastalıkların hangileri olduğu araştırıldığında hekimlerin çalışmamız kapsamındaki bütün bulaşıcı hastalıkları risk olarak görme oranları %53.8, AIDS, Hepatit B, Tüberküloz ve Grip hastalıklarını risk olarak görme oranları %21.3, AIDS, Hepatit B, Tüberküloz ve Kabakulak hastalıklarını risk olarak görme oranları %5.8, AIDS, Hepatit B ve Tüberküloz hastalıklarını risk olarak görme oranları %9.6, AIDS ve Hepatit B hastalıklarını risk olarak görme oranları %1.9, Hepatit B ve Tüberküloz hastalıklarını risk olarak görme oranları %3.8, sadece AIDS hastalığını risk olarak görme oranları %1.9, sadece Hepatit B hastalığını risk olarak görme oranları ise %1.9 olarak tespit edilmiştir.

Kadın diş hekimlerinin %61.5'inin, erkek diş hekimlerinin ise %46.2'sinin çalışmamız kapsamındaki bütün bulaşıcı hastalıkları risk olarak gördüğü ortaya çıkmıştır. 2-5 yıl arası çalışan diş hekimlerinin %65.4'ünün, 6-10 yıl arası çalışanların %50'sinin, 10 yıldan daha uzun süredir çalışanların ise sadece %28.6'sının çalışmamız kapsamındaki bütün bulaşıcı hastalıkları risk olarak gördüğü anlaşılmıştır. 0-1 yıl arası çalışan diş hekimlerinin hepsi sadece Hepatit B'nin bulaşıcı hastalık riski taşıdığını ifade etmiştir. 10 yıldan daha uzun süredir çalışan diş hekimlerinin sadece %28.6'sı bütün bulaşıcı hastalıkların bulaşma riski olduğunu; aynı diş hekimlerinin %42.9'u ise kabakulak hastalığını risk olarak görmediğini belirtmiştir. Yine aynı şekilde kadın diş hekimlerinin %15.4'ünün, erkek diş hekimlerinin %26.9'unun da kabakulak hastalığını risk olarak görmediğini anlaşılmıştır. Kadın diş hekimlerinin %15.4'ü AIDS, Hepatit B ve Tüberkülozun bulaşıcı hastalık riski taşıdığını söylemiştir. Diş hekimlerinin çalışma yılı ile bulaşıcı hastalıkları risk olarak görme durumları arasındaki farkın önemli ($p < 0.05$) olduğu bulunmuştur.

4. Tartışma

Enfeksiyöz hastalıklara neden olan ve enfekte hasta kanı ile parenteral temas, mukozal kontakt ve bütünlüğü bozulmuş deri teması ile geçebilen hepatit B virüsü, HIV virüsü, kabakulak virüsü ile solunum yoluyla bulaşan influenza virüsleri ve aktif tüberküloz bakterileri, diş hekimlerinin tedavi ettikleri hastalardan bulaşla kapabilecekleri hastalıklarından bir kaçıdır. Enfeksiyon hastalıkları çeşitli mikroorganizmaların neden olduğu, klinik seyri ve ayrımı özgün olan hastalıklar grubudur.

Enfeksiyon bir canlıda sınırlı kalabileceği gibi değişik bulaş yollarıyla diğer canlılara da geçebilir. Sekresyon ve vaskularizasyondan zengin bir yapı olan ağız boşluğunda çalışan diş hekimleri, rutin sterilizasyon ve hijyen kurallarından uzaklaştıklarında hem kendilerini hem de hastalarını tehdit edebilecek enfeksiyon hastalıkları için uygun bir ortam oluşturmaktadırlar [25].

Bu çalışma kapsamında yapılan ankette diş hekimlerine muayene ettikleri hastalardan 1 ay içerisinde bulaşıcı hastalık barındıran ortalama kaç hasta ile karşılaştıkları sorulduğunda; günlük ortalama 6-10 hasta muayene eden diş hekimlerinin %70'inin 0-1 arası sayıda hasta ile, 11-20 hasta muayene edenlerin %56.7'sinin 2-3 arası sayıda hasta ile, 21'den daha fazla sayıda hasta muayene edenlerin %8.3'ünün ise 6 ve daha fazla sayıda hasta ile karşılaştıklarını belirtmişlerdir.

Diş hekimlerinin belirttikleri enfekte hasta sayısı toplam hasta sayısının yaklaşık %20'sini oluşturmaktadır. Bu veriler Bulut ve arkadaşları ile Gordon ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmalarda karşılaştıkları enfekte hasta sayıları ile de benzerlikler göstermektedir [26-29] Yapılan bir diğer çalışmada da diş hekimlerinin hasta potansiyeli olarak karşılaştıkları enfekte hastaların oranları da benzerlik göstermektedir [30]. Başka bir çalışmada diş hekimlerinin bulaşıcı hastalıklara yakalanma risklerinin olduğu da ortaya konmuştur [31].

Çalışmaya katılan diş hekimlerinin ilk defa karşılaştıkları bir hastada bulaşıcı hastalık sorgulaması yapıp yapmama durumunun araştırılmasında, bulaşıcı hastalık konusunda sorgulama yapan 32 hekim (%61.5), buna karşın sorgulama yapmayan 20 hekim (%38.5) olduğu tespit edilmiştir. Erkek diş hekimlerinin %65.4'ünün, kadın diş hekimlerinin %57.7'sinin sorgulama yaparken, buna karşın erkek diş hekimlerinin %34.6'sı, kadın diş hekimlerinin %42.3'ü sorgulama yapmadıklarını belirtmişlerdir. 10 yıldan daha uzun süredir çalışan diş hekimlerinin %85.7'sinin bu soruyu sorduğu, 6-10 yıldır çalışanların %50'sinin ise bu soruyu sormadığı görülmüştür. Günlük ortalama 6-10 hasta muayene eden diş hekimlerinin %50'sinin hastalarına bu soruyu sormadığı anlaşılmıştır. Ancak, diş hekimlerinin cinsiyeti, çalışma yılı ve muayene ettikleri hasta sayısı ile hastalara bulaşıcı hastalığı olup olmamasının sorgulanması arasındaki ilişkinin anlamsız ($p>0.05$) olduğu görülmüştür. Yapılmış bir diğer çalışmada hastaların çapraz enfeksiyon kontrolü konusunda duyarlı oldukları, ancak uygulamalar konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıkları ve bu durumun istatistiksel olarak anlamlı ($p>0.05$) olduğu belirlenmiştir [28].

5. Sonuç

Çalışmaya dahil edilen diş hekimlerinin tamamı aşılama konusunda hassas davrandıklarını ve bulaşıcı hastalık taşımadıklarını beyan etmişlerdir. Diş hekimlerinin bulaşıcı hastalıklara yönelik bilgi eksikliği tespit edilmemesine rağmen bazı bulaşıcı hastalıklara yaklaşımlarının farklı olduğu görülmüştür. Gribal enfeksiyon geçirdikleri dönemlerde çalışmaya gelme durumları değerlendirildiğinde; çok dikkatli ve titiz davranmadıkları, genelde gribal enfeksiyon geçirirken çalıştıkları tespit edilmiştir. Bu durumun hastalar için de risk oluşturacağı, çalışmanın içerisinde verilen literatür bilgileri doğrultusunda da ortaya konulmuştur. Hijyen kurallarına itina gösterdiklerini, özellikle grip vakalarından etkilendiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca muayene ve tedavi sırasında kullanılan alet ve ekipmanların sterilizasyonlarının titizlikle yapıldığını, bu konuda hastalarında hassas olduğunu belirtmişlerdir. Hastalara herhangi bir bulaşıcı hastalık durumları sorulduğunda çoğunlukla hekimleriyle bu durumu paylaştıkları beyan edilmiştir. Diş hekimlerinin çalışma yoğunluklarına rağmen önem verdikleri ve korunmaya çalıştıkları başlıca konulardan birinin bulaşıcı hastalıklar olduğunu yapılan anket ve görüşmeler sonucunda belirlenmiştir.

Kaynaklar

1. Aksakoğlu G. 1983. Bulaşıcı Hastalıklarla Savaş İlkeleri, Hacettepe Üniversitesi-Dünya Sağlık Örgütü Hizmet Araştırma ve Araştırmacı Yetiştirme Merkezi Yayını, Ankara, 3:16.
2. Akin L., Güler Ç. 2006. Halk Sağlığı Temel Bilgiler 3. Cilt, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 866-875.
3. Aksakoğlu G. 2008. Bulaşıcı Hastalıklarla Savaşım, Dokuz Eylül Üniversitesi Rektörlük Basımevi, İzmir, 226-230.
4. WHO 1994. AIDS: Images of the Epidemic, World Health Organization, Geneva. <http://www.who.int/iris/handle/10665/38334#sthash.ay8njrBy.dpuf>. (Erişim Tarihi: 17.06.2016).
5. Bilir N. 1998. AIDS Epidemiyolojisi, içinde Modern Tıp Seminerleri, Akalın E., Kansu E. (ed.), 1. Baskı, Güneş Yayınevi, Ankara, 1-7.
6. T.C. Sağlık Bakanlığı, Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Bulaşıcı Hastalıkların İhbarı ve Bildirim Sistemi 1. baskı, Ankara: Aba Matbaacılık Ltd. Şti. 2004. p 6-8.
7. T.C. Sağlık Bakanlığı 2013. Türkiye'de Bildirilen AIDS Vaka ve Taşıyıcılarının Yıllara Göre Dağılımı, Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, Bulaşıcı Hastalıklar Daire Başkanlığı, Zührevi Hastalıklar Birimi. http://www.hatam.hacettepe.edu.tr/veriler_Haziran_2013.pdf. (Erişim Tarihi: 20.06.2016).

8. Aksoy A., Ozdarendeli A. 2006. Genotyping of hepatitis B virus by restriction enzyme analysis. *Mikrobiyol Bul.*, 40(3):215-23.
9. Sorell M.F., Belongia E.A., Costa J., Gareen I.F., Grem J.L., Inadomi J.M., Kern E.R., McHugh J.A., Petersen G.M., Rein M.F., Strader D.B., Trotter H.T. 2009. National Institutes of Health Consensus Development Conference Statement: Management of Hepatitis B, *Annals of Internal Medicine*, 150 (2):104-110
10. Lavanchy D. 2004. Hepatitis B Virus Epidemiology, Diseases Burden, Current and Emerging Prevention and Control Measures. *Journal of Viral Hepatitis*, 11: 97-107.
11. Alter M.J. 2003. Epidemiology of Hepatitis B in Europe and Worldwide. *Journal of Hepatology*; 39 (1): 64-69.
12. Akarca U.S. 2008. Chronic Hepatitis B. A Guideline to Diagnosis, Approach, Management, and Follow-up 2007, *Turkish Journal of Gastroenterology*, 19: 207-300.
13. Özkara Ş., Aktaş Z., Özkan S., Ecevit H. 2003. Türkiye’de Tüberkülozun Kontrolü İçin Başvuru Kitabı. T.C. Sağlık Bakanlığı Verem Savaş Daire Başkanlığı Yayını, Ankara, 122s.
14. Barış Y.İ. 2010. Dünyada Tüberkülozun Tarihi, *Konuralp Tıp Dergisi*, 3(2): 1-4.
15. Öngen H.G. 2008. Akciğer Tüberkülozu Epidemiyolojisi, içinde Göğüs Hastalıkları Ders Kitabı, Umut S. (ed.), İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, İstanbul, 205-227.
16. Umut S., Yıldırım N. 2001. Göğüs Hastalıkları Cilt 1, içinde Tüberküloz, Erk M. (ed.), İstanbul Üniversitesi, 486-545.
17. Barış Y.İ. 1995. Solunum Hastalıkları Temel Yaklaşım, 2. Baskı. Türkiye Akciğer Hastalıkları Vakfı Yayınları, Ankara, 536s.
18. Fraser R.S., Muller N.L., Colman N. C. 1999. Fraser and Pare’s Diagnosis of the Diseases of the Chest. Fourth Edition, Saunders Company, Philadelphia, 798-848.
19. Bamill Z., Woodhead M. 2007. Yaşlılarda Evrensel İnfluenza Aşılması: Mozağin Diğer Bir Parçası, *European Respiratory Journal*, 30: 407-408.
20. Ulusoy E. 2010. Çocuk Kliniklerinde Yatan Hastalar ile Sağlık Çalışanlarının Grip Aşısı Olma Durumu ve Etkileyen Faktörler, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
21. Carnicer-Pont D., White D., Pike C., Lyons M. 2005. Influenza an Outbreak in a Community Hospital in South East Wales, *Eurosurveillance*, 10 (7): Article 2.
22. Thomas R.E., Jefferson T.O., Demicheli V., Rivetti, D. 2006. Influenza Vaccination for Health-Care Workers Who Work with Elderly People in Institutions: A Systematic Review, *The Lancet Infectious Diseases*, 6 (5): 273-279.
23. Aytaç N., Yücel A.B., Yaman A. 2010. Adana’da Aşılammamış 0-59 Aylık Çocuklarda Kabakulak Seroprevelansı. *TAF Prev Med Bull.*, 9(1): 29-36
24. Galazka A.M., Robertson S.E., Kraigher A. Mumps and mumps vaccine: a global review. *Bull World Health Organ.*, 1999;77:3-14.
25. Bulut Ö.E. 2005. Diş Hekimliği Pratiğini İlgilendiren İnfeksiyöz Hastalıklar. 4. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, Ankara, 154-166
26. Bulut E., Baş B., Soykan S. 2013. Serbest diş hekimliği muayenelerinde sterilizasyon, dezenfeksiyon ve enfeksiyon kontrolünün değerlendirilmesi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 14(2): 21-25.
27. Özkurt Z., Tomruk Özçakır C., Gürsoy H., Dölekoğlu S., Kazazoğlu E. 2011. Diş hekimliği pratiğinde çapraz enfeksiyon kontrolü: Hasta tutum ve duyarlılığının incelenmesi, *Cumhuriyet Dent J.*, 14(2): 106-112.

28. Kandemi S., Karataş S. 2001. Mesleğini sürdüren diş hekimlerinin mesleğe bağlı sağlık şikayetlerinin belirlenmesi. Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 4(1): 41-46.
29. Gordon B.L, Burke F.J.T., Bagg J., Marlborough H.S., McHugh E.S. 2001. Systematic review of adherence to infection control guidelines in dentistry, Journal of Dentistry, 29: 509-516.
30. Aydınтуğ Y.S., Şençimen M., Bayar G.R., Mutlu İ., Gülses A. 2010. The frequency of various systemic diseases in adult patients admitting to the department of oral and maxillofacial surgery outpatient clinic. Gulhane Med J. 52(1): 007-010.
31. Yılmaz M.Z., Torun A.C., Şentürk F., Muğlalı M., Özkan N. 2015. Diş hekimliğinde enfeksiyona maruz kalma ve korunma yöntemlerinin mesleki deneyim ve kliniklere göre dağılımının değerlendirilmesi, Abant Medical Journal, 4(1): 33-40.

Araştırma Makalesi / Research Article

The Behavior of the Classical Diffusion Tensor for Equatorial Ionospheric Plasma

Ali YEŞİL^{1*}, Selçuk SAĞIR², Kadri KURT¹

¹*Fırat University, Department of Physics, Elazığ*
²*Muş Alparslan University, Department of physics, Muş*

Abstract

In this study, the relationship between the classical diffusion tensor's coefficients (D_0 , D_1 and D_2 for steady-state case) and the equatorial anomaly is investigated by taking the geometry of Earth's magnetic field as $B=B_0z$ for both solstices of ionospheric plasma. The effective heights used here is made for the altitudes (280,300,340,390 and 410 km) where the observations are predominantly referenced to the equatorial anomaly. It is seen that the classical diffusion coefficients calculated value at 12.00 LT is greater than 24.00 LT in both solstice seasons. This means that no anomaly is observed in the classical diffusion coefficient for the electron density at night. All values of diffusion coefficients ($D_0, >D_1 >D_2$) are higher at 12:00 LT than the values at 24:00 LT for both solstices. This means that the classical diffusion coefficient relates with the night anomaly which is observed with the electron density. Seasonal (winter) anomaly in the equatorial region ($-10^{\circ}S, -15^{\circ}N$) corresponds to 390 and 410 km for D_0 , 280, 300 and 340 km for D_1 and similar condition to the seasonal anomaly for all altitudes for D_2 (the measured values at December 21 are higher than the measured values at June 21) at 12:00 LT. D_0 and D_2 values show seasonal anomaly for all altitudes while D_1 does not show any values for any altitudes at 24:00 LT.

Keywords: Ionosphere, Diffusion Tensor, Equatorial, F- Region

1. Introduction

The ionosphere is defined as a part of the upper atmosphere of Earth, which spreads from 50 km to approximately 1000km[1,2,3,4,5,6]. The region called as ionosphere is filled with ionized gas, called plasma. The natural plasma "ionosphere" is a function of electron density as vertical but it is horizontally very complicated that called equatorial anomaly in the low latitudes, equatorial region and reaches to middle and high latitudes. Equatorial anomaly ranges on both sides of the magnetic equator between $17^{\circ}S-17^{\circ}N$ latitudes. There is many theory to have been explaining equatorial anomaly. The most important of them is Martin's theory dragged upwards by diffusion of plasma. Besides, at this theory the equatorial anomaly spreads on both sides of the magnetic equator between $30^{\circ}S-30^{\circ}N$ latitudes [1,9,10,12].

Most of ionospheric plasma events could be investigated by using momentum transport equations which it is considered as plasma a multi-constituent fluid or a single conducting fluid.

For some cases; at the plasma phenomena must be done the approximation of kinetic theory. If the pressure gradient term is take into accounted in Newton's motion equation, It generates a force that tends to eliminate the change in plasma density perturbations. Then ions and electrons move under the influence of partial pressure gradients and gravity. As general, the diffusion of plasma due to the difference both density and temperature results from pressure gradient force. The momentum equation for the electrons are used with electron-neutral collision frequency for the electron diffusion coefficient for a weakly ionized plasma.

*Sorumlu yazar: ayesil@firat.edu.tr

Geliş Tarihi:25.06.2016, Kabul Tarihi: 10.10.2016

Because the electrons have lower masses than ions ,they moves faster with respect to ions at fixed temperature and the velocity of electrons are much more easily changed : the electrons are more mobile than ions. Consequently, the electrons are responsible for the transport of heat and charge through plasma. Transport equations of ionosphere plasma can be obtained by including the electric conductivity, electromagnetic drift, plasma diffusion and thermal conductivity[1,3,6,10].

The equation for plasma diffusion is obtained by take into accounting the forces acting both ions and electrons. As the force resulting from the gravity term for electrons is very small as magnitude ,it is negligible. The diffusion coefficients, called diffusivity such as electrical mobility are the most important indicator of plasma diffusion movement. The diffusion coefficients could be obtained in many ways. One of them is Fick’s law but is also used others equations in physics and chemistry. The diffusion coefficients in ionosphere plasma for each different type “ both ions and electrons” can be calculated. In a multi-component gas system, it is arranged for each species in the ionosphere plasma. The diffusion coefficient is proportionally constant between the diffusion flux and gradient in the concentration of the diffusing species “electrons and ions, and it based on both temperature and pressure[11,12,13].

In this study, the relationship between the classical diffusion coefficients (D_0 , D_1 and D_2 for steady-state case) and the equatorial anomaly is investigated by taking the geometry of Earth’s magnetic field as $\mathbf{B}=\mathbf{B}_0\mathbf{z}$ for both solstices in the ionosphere plasma.

2. The Classical Diffusion Tensor

If the medium is adiabatic, the transport of particles in the ionosphere plasma from place to place results from the pressure-gradient (∇P). This force happens in any part of the plasma density to eliminate inhomogeneity. If $B \neq 0$, the medium is named the anisotropic. Hence, the ionospheric plasma can acceptable anisotropic[5,11].

The force affecting the electron with respect to Newton’s law is given by:

$$m \frac{d\mathbf{U}}{dt} = -e(\mathbf{U} \times \mathbf{B}) - m \nu \mathbf{U} \tag{1}$$

Where $\nu = \nu_{ei} + \nu_{en}$

$$\text{and, } \nu_{ei} = N \left[59 + 4.18 \log \left(\frac{T_e^3}{N} \right) \right] \times 10^{-6} T_e^{-3/2} [m.k.s] \quad \text{and } \nu_{en} = 5.4 \times 10^{-16} N_n T_e^{1/2} [m.k.s]$$

are the electron-ion and electron-neutral collision frequencies velocity and fields vary as $e^{i(\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} - \omega t)}$ where ω is angular wave frequency, and ω_c is electron angular gyro frequency and is expressed follows:

$$\omega_c = \frac{-eB}{m}$$

The z-axis of the cartesian coordinate system shows vertical upwards. When the real geometry of the earth’s magnetic field is used for the steady-state ($\partial/\partial t=0$, that is, $\omega=0$), the diffusion tensor of the solution of eq.(2) is obtained as the diffusion coefficient, depending on the real geometry of the earth[13,14].

$$\mathbf{\Gamma} = \mu(\mathbf{\Gamma} \times \mathbf{B}) - D \nabla n \tag{2}$$

where, $\mu = \frac{-e}{mv}$ is the electron mobility, $D = \frac{k_b T}{mv}$ is the electron diffusion coefficient, and $\mathbf{\Gamma}=(n\mathbf{U})$ is the flux of density. The flux of density in terms of the current density is as follow.

$$D\nabla n = \mu(\mathbf{\Gamma} \times \mathbf{B})$$

the diffusion tensor;

$$D = \begin{bmatrix} D_1 & D_2 & 0 \\ -D_2 & D_1 & 0 \\ 0 & 0 & D_0 \end{bmatrix}$$

Where (for steady-state case; $\omega=0$), $D_0 = \frac{k_b T}{mv}$, $D_1 = \frac{v^2}{v^2 + \omega_c^2} D_0$ and $D_2 = \frac{v \omega_c}{v^2 + \omega_c^2} D_0$

3. Results and Discussion

The general system of transport equations is applied to the low-latitude for ionospheric F2 region. The restriction to this region of the ionosphere enables us to make several simplifying assumptions that significantly reduce the general system of transport equations. It is fully ionized plasma composed of two major ions, electrons, and a number of minors.

The classical diffusion coefficients (D_0, D_1 and D_2 for both steady case) at the equatorial F2-region of ionosphere plasma is seasonally both solstice (June 21 and December 21) investigated by taking ($\mathbf{B}=\mathbf{B}_0\mathbf{z}$) the geometry of Earth’s magnetic field for) 12.00 LT and 24.00 LT. Examining was made in the height (280,300,340,390 and 410 km) where the observed predominantly to the equatorial anomaly. The results are obtained I (dip angle)=55.6°, d(Declination)=3°, R=159 for 1990 year by using Eqs. (1)-(4). The ionospheric parameters used for calculations are obtained using the IRI (International Reference Ionosphere) model.

The coefficients of the classical diffusion tensor have complex structure as mathematical. We calculated the magnitude of tensor elements in the accepted conditions and investigated at both solstice days.

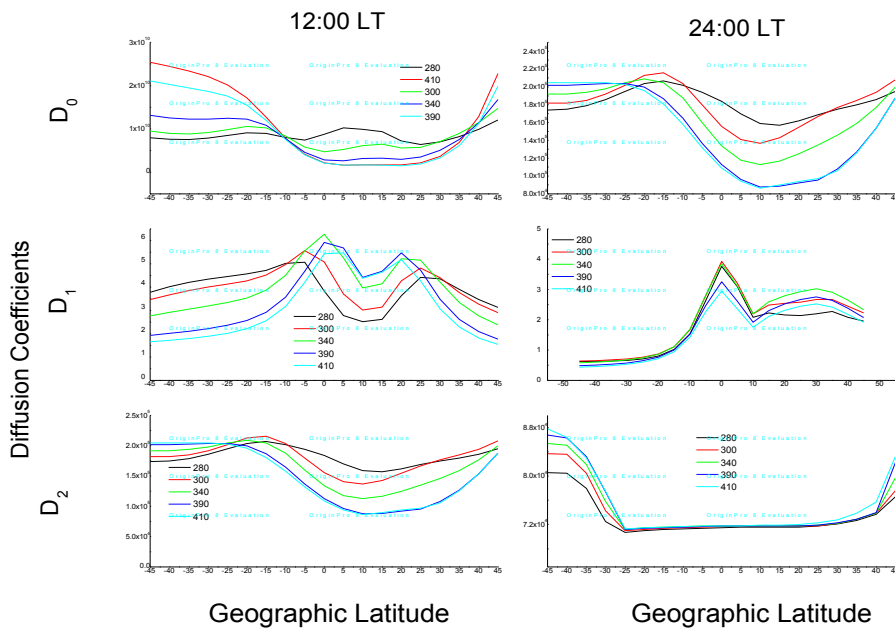


Fig.1. Change with latitude of classical diffusion coefficients for June-21 day

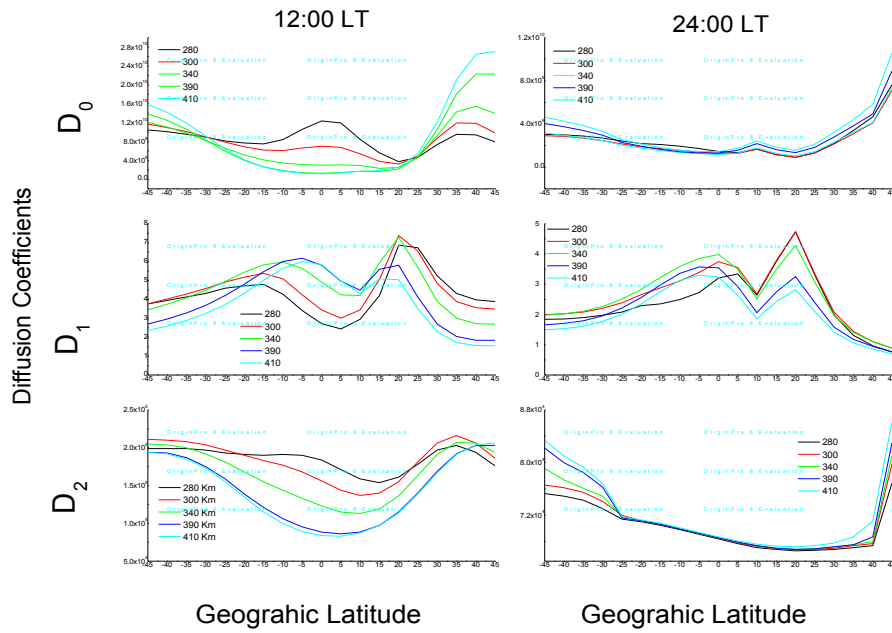


Fig.2. Change with latitude of classical diffusion coefficients for December 21 day

4. Conclusion

This article has reviewed the coefficients of classical diffusion tensor for electrons in the low-latitude ionospheric plasma and investigated whether any relationship between the diffusion and equatorial anomaly exists

The findings indicate that the magnitudes of D_0 , D_1 and D_2 is bigger value calculated at 24.00 LT than 12.00 LT for both solstice days. The values of D_0 , D_1 and D_2 value calculated at both 12.00 and 24.00 LT is order 10^{10} (m^2/sn), $10^0(m^2/sn)$, $10^{-4} -10^{-6}$ (m^2/sn) for all of season (June 21, and December 21) respectively. Finally, The magnitudes of the coefficients of classical diffusion tensor for electrons are $D_0 > D_1 > D_2$ at Equatorial F-region for both solstice days at both 12.00LT and 24.00LT. However, D_1 and D_2 are bigger night time than daytime and show a behavior unlike the change with latitude of electron density in the magnetic equator. It is possible to say that the behavior of these abnormal result from electromagnetic drift, diffusion and dynamo effect. The coefficients of classical diffusion tensor depends only on the temperature of electron and collisions frequency of electron D_0 (longitudinal diffusion) in eq.(4). However, the other coefficients classical diffusion, such as Pedersen and Hall are affected Earth's magnetic field as well as electron temperature and electron collisions.

5. References

1. Rishbeth, H. 1965. A review of Ionospheric F Region Theory, Proceeding of the IEEE. 55, 16-35.
2. Aydođdu, M., A. Yeşil and E. Güzel. 2004. The group refractive indices of HF waves in the ionosphere and departure from magnitude without collisions, Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, 66, 343-348.
3. Rishbeth, H. 1975. On the theory of diffusion in the ionosphere. Geophys. J.R. astr. Soc., 41, 311-317.
4. Banks, P. and G. Kockarts 1973. Aeronomy, part B. Academic, San Diego, California
5. Bittencourt, J. A., 1995, Fundamentals of Plasma Physics, SP, Brazil.

6. Rishbeth, H.1997. The ionospheric E-Layer and F-Layer dynamics- a tutorial review Journal of Atmospheric and Solar- Terrestrial Physics., 59, 1873-1880.
7. Abbas, Q. A., F. Y. Hadi, and S.S. AL-Awadi 2011. Modified Bohm Diffusion equation in Q-Machine., Baghdad Science Journal., 8, 339-344.
8. Backers, W.G. and D. F. Martyn 1953. Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences., 246, 281-294.
9. Maurice J-P. ST. and R.W. Schunk. 1977. Diffusion and heat flow equations for the mid-latitude topside ionosphere. Planet. Space Sci, 25, 907-920.
10. Rishbeth, H. and O.K. Garriott. 1969. Introduction to ionospheric physics. Academic Press, Amsterdam.
11. Whitten, R.C. and I.G. Poppoff. 1971. Fundamentals of aeronomy. New York, NY (USA): John Wiley & Sons, 446 p. 1.
12. Sağır, S., Yeşil, A., Sanac, G. and Unal., I. 2014. The Characterization of diffusion tensor for mid-latitude ionospheric Plasma, Annals of Geophysics, 57,2,A0216; doi:10.4401/ag.6469.
13. Zhinlinski, A.P. and L. D. Tsandin. 1980. Collisional diffusion of a partly-ionized plasma in magnetic field, Soviet Phys. Uspekhi, 131, 343-385.
14. Yeşil A., Sağır, S., Özcan, O. 2009. Comparison of maximum electron density predicted by IRI-2001 with that measured over Chilton station. E-Journal of New World Sci. Acad.

Araştırma Makalesi / Research Article

İzmir Körfezi Doğusunun Sığ Kayma Dalgası Hız Yapısının 2B'lu Çok Kanallı Yüzeysel Dalgası Analizi (ÇKYD) Yöntemiyle Araştırılması

Eren PAMUK^{1*}, Mustafa AKGÜN¹, Özkan Cevdet ÖZDAĞ², Eren ŞAHİN³

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, İZMİR,

²Dokuz Eylül Üniversitesi, Ege Bölgesi Uygulama ve Araştırma Merkezi, İZMİR,

³Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İZMİR

Özet

Deprem-zemin-yapı ortak davranışı konusunda günümüze değin yapılan çalışmalardan elde edilen ortak sonuç, deprem sırasında mühendislik yapısında meydana gelebilecek zararlar hem zeminin dinamik özellikleriyle hem de zemin tepki spektrumları ile ilişkili olduğudur. Bu durumda, deprem sırasında oluşabilecek olası zararları kontrol altına alabilmek için zeminlerin çalışma alanına özgün dinamik deprem yükü altında yapacağı davranışların özgün olarak doğru ve güvenilir bir şekilde tanımlanması gerekir. Bunun için, zemin-anakaya tanımlarının S dalga hızı (V_s) değerlerindeki değişimlere göre yapılması büyük önem taşır. Bu kavramlardan yola çıkarak İzmir Körfezi doğusunda; zeminin deprem sırasındaki davranışını belirlemede önemli rol oynayan ve geoteknik deprem analizinde önemli bir giriş parametresi olan V_s bilgisi 2B'lu olarak yüzeysel dalgalarının çok kanallı analizi (ÇKYD) yöntemiyle elde edilmiştir. Toplam 15 profil boyunca yapılan ÇKYD profil ölçümleri sonucunda bazı noktalarda zeminin 30 metreden daha kalın olduğu ve tüm alanda zemin içinde yanal ve düşey yönde V_s değerlerinde ani değişimler olduğu saptanmıştır. Diğer bir deyişle, zemini oluşturan tabakalar yatay, yarı sonsuz, homojen ve izotrop yapıda değildir.

Anahtar Kelimeler ÇKYD Yöntemi, Kayma dalgası hızı (V_s), İzmir Körfezi.

Investigation of Shallow Shear Wave Velocity Structure of East of İzmir Bay using 2D Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW) method

Abstract

The common results obtained from the studies of earthquake-soil-structure common behavior until today show that the possible damages during an earthquake on the structures are related with the dynamic features of soil and soil response spectrums. In this case, behaviour of soil under the dynamic earthquake loads should be determined accurately and reliably in order to control possible damage that may occur during an earthquake. For this purpose, definition of soil-bedrock according to changing of S-wave velocity (V_s) is very important. In line with these concepts, V_s which is a very important parameter that defines the behaviour of the soil during an earthquake and it is one of the initially used data in geotechnical analysis were obtained from 2D multichannel analysis of surface waves (MASW) method in east of İzmir Bay. As a result of total 15 profiles of MASW measurements, it was determined that soil depth is thicker than 30 meters at some profiles and V_s values suddenly change in horizontal and vertical directions at all profiles. In other words, the layers forming the soil are not horizontal, half space, homogeneous and isotropic structure.

Keywords: MASW method, Shear wave velocity, İzmir Bay

*Sorumlu yazar: eren.pamuk@deu.edu.tr

Geliş Tarihi: 11.08.2016, Kabul Tarihi: 14.10.2016

1. Giriş

Dünyanın en aktif deprem kuşaklarından biri olan Alp-Himalaya deprem kuşağı üzerinde yer alan Türkiye'nin, İzmir ve çevresinin de içerisinde bulunduğu %42'lik kısmı birinci derece deprem kuşağı üzerindedir [1]. İzmir ve çevresi Batı Anadolu'daki fay zonlarının etkisiyle, tarihsel ve aletsel dönemde birçok deprem etkisinde kalmıştır. Bu depremlerden özellikle Torbalı merkezli (1928) ve merkezi Dikili'ye yakın (1939) olanlar yüksek oranda can ve mal kaybına yol açmıştır [1].

Bir bölgede deprem-zemin ortak davranışı tanımlanırken zemin-anakaya modelleri temel alınmaktadır. Ayrıca anakaya olarak tanımlanan ortam kendi içinde mühendislik ve sismik anakaya olarak sınıflandırılmaktadır. Bu tanımlamalarda kayma dalga hızı (Vs) değerleri temel alınır. Vs değerinin 760 m/s den küçük olduğu alanlar zemin, büyük olduğu alanlarda anakaya olarak tanımlanır. Ayrıca anakaya içinde bulunan ve Vs değerinin 3000 m/s ile 760 m/s arasında olan kesimler mühendislik anakayasını oluşturmaktadır [2,3,4]. Bu tanımlara göre zemin dinamik analizlerinin yapılması için zemin-mühendislik anakayasası modellerinin hazırlanması; zemin tepki spektrumunu tanımlamak için de zemin ve mühendislik-sismik anakaya modellerinin hazırlanması gerekir. Zemin dinamik analizlerinde mühendislik anakayasası olarak adlandırılan bölgede deformasyonun elastik seviyelerde olduğu kabul edilir [5,6]. Zemin-anakaya modellerini özgün olarak hazırlanması çalışmalarında da, gerekli araştırma derinliğine göre seçilecek yerinde yöntemler (yüzey ve kuyu içi sismik yöntemler) kullanılır [3].

ÇKYD yöntemi 1B ve 2B'lu olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Kansas (ABD) 'da yapılan çalışmada ÇKYD yöntemi kullanılarak mühendislik anakayasası dağılım haritası oluşturulmuştur [7]. Mohamed vd. [8] yapmış oldukları çalışmada 2B'lu ÇKYD yöntemiyle beraber farklı jeofizik yöntemler de kullanarak 2B'lu Vs-derinlik kesitleri oluşturmuş, mühendislik anakayasası sınırlarını belirlemiştir. Rehman vd. [9] Suudi Arabistan'daki Bahrah alanında ÇKYD yöntemini 2B'lu olarak uygulayarak mühendislik anakayasası derinliklerini haritalamışlardır. Stephenson vd. [10] ise Virjinya (ABD) 'de yapmış oldukları çalışmada ÇKYD ve ReMi yöntemlerini birlikte kullanarak anakaya derinliklerini belirlemişlerdir. Özdağ vd. [11] Karşıyaka (İzmir) için yerinde elastik tasarım spektrum hesaplamaları için gerekli olan zemin-anakaya modellerini yüzey dalgası yöntemlerini oluşturmuşlardır. Akgün vd. [12] Menemen ovası içerisinde yapmış oldukları çalışmalar ile zemin-anakaya modellerini çalışma alanına özgün olarak tanımlamışlardır. Pamuk vd. [13] Vs değerlerini kullanarak Bornova ilçesinde (İzmir) zemin kalınlığını belirlemek için ÇKYD yöntemini kullanmışlardır. Pamuk [14] Buca (İzmir)'de 2B'lu ÇKYD uygulaması ile Vs hızlarının yatay ve düşey değişimlerini irdelemiştir. Pamuk vd. [15] yapmış oldukları çalışmada farklı seviyeler için Vs değerlerini haritalayarak mühendislik anakayasası-zemin ayırımını tanımlamaya çalışmışlardır.

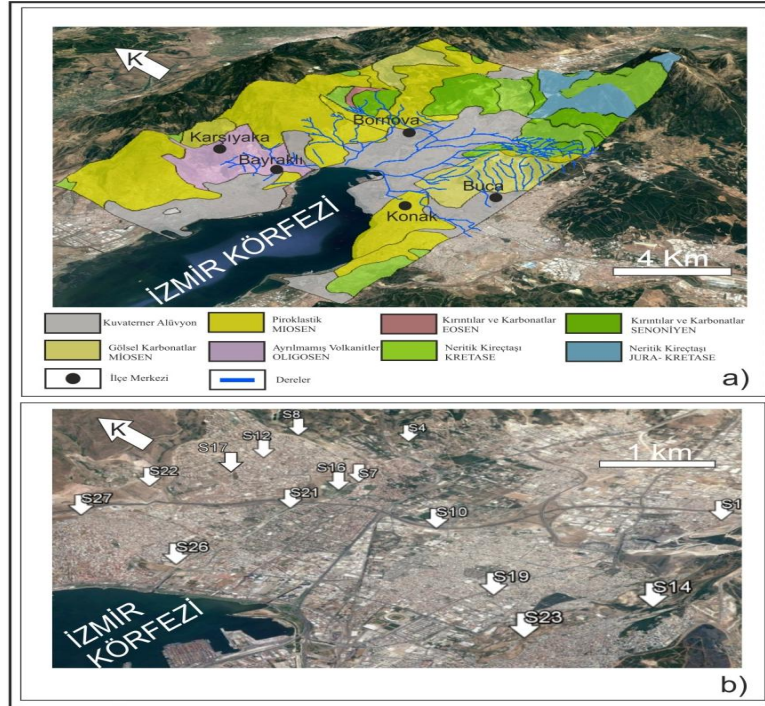
Bu çalışma kapsamında, Şekil 1'de gösterilen İzmir Körfezi doğusunda yer alan zeminlerin dinamik etkiler (deprem hareketi) altındaki davranışını kontrol edecek olan Vs değerinin yanal ve düşey değişimleri araştırılırken yerinde yapılan yöntem olan ÇKYD yöntemi kullanılmıştır. Çalışmalarda, ÇKYD yöntemi, 2B'lu ve ortalama 30 m araştırma derinliği temel alınarak uygulanmıştır. Bu amaçla çalışma alanının koşullarına göre seçilen 15 profilde ÇKYD profil ölçümleri yapılmıştır (Şekil 2b). Sonraki aşamada, profil boyunca elde edilen yüzey dalgası verisi kullanılarak çeşitli veri işlem aşamalarından sonra her bir profil için 2B'lu Vs-derinlik kesitleri elde edilmiştir. Elde edilen Vs derinlik kesitleri yardımıyla uzunlukları 57.5 m - 69 m arasında değişen profiller için zemin-mühendislik anakayasası modelleri oluşturulmuştur.



Şekil 1. Çalışma alanı ve çevresinin konumu ve topoğrafik durumu

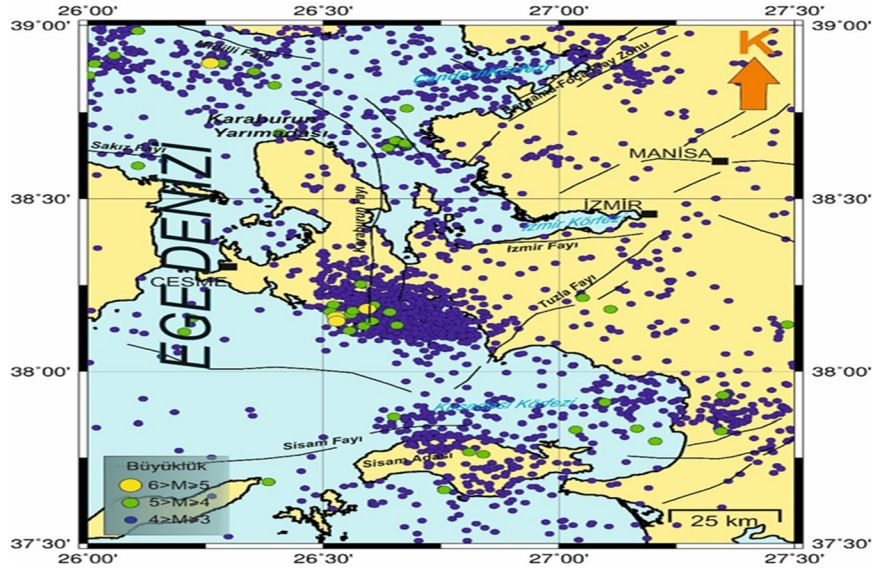
2. Çalışma Alanı ve Çevresinin Jeolojisi, Tektoniği ve Depremselliği

İzmir ve çevresi için jeolojik olarak anakaya, Üst Kretase yaşlı Bornova Melanjı (karmaşığı) olarak tanımlanır [16]. Bornova karmaşığının matrisi içinde daha yaşlı kireçtaşı mega-olistolitleri gelişigüzel yer almaktadır. Altındağ ve çevresinde yer alan kireçtaşları, Işıklar kireçtaşı olarak isimlendirilir [17]. Bornova karmaşığı, kumtaşı/şeyl-kalkerli şeyl ardalanmasından oluşmuştur. Bornova karmaşığı içerisinde kireçtaşı, diyabaz blokları ve çakıltası mercekleri yer almaktadır [8]. Bölgede Neojen yaşlı gölsel tortullar Bornova karmaşığının üst kısmında açısız uyumsuz olarak yer alır. Sırasıyla yüzeye doğru Yamanlar volkanitleri ve bunun üzerinde de Kuvaterner yaşlı alüvyonlar uyumsuz şekilde yer almaktadır [18,19] (Şekil 2a). Jeolojik çalışmalara göre çalışma alanı kuzeyinde Miyosen yaşlı andezit ve türevleri, güneyinde ise neojen yaşlı kireçtaşları bulunmaktadır. Orta kısımların çöküntü alanı olma özelliği de dikkate alındığında Kuvaterner yaşlı alüvyon delta birikim alanı özellikleri gözlenmektedir. Elde edilen Vs değerleri yorumlanırken jeolojik olarak tanımlanmış stratigrafi dikkate alınmıştır.



Şekil 2. a) Çalışma alanı ve çevresinin Jeolojisi ([20]'dan değiştirilmiştir) b) 2B'lu ÇKYD ölçü noktaları

İzmir ve çevresinde yaklaşık 50-60 km yarıçaplı bir alanda deprem üretebilecek birçok fay vardır. Manisa Fayı, İzmir Fayı, Tuzla Fayı ve Gülbahçe-Karaburun Fayları önemli ölçüde deprem potansiyeline sahip faylardandır [21]. Manisa Fayı Gediz grabeninin kuzeybatı kolunda yer alan normal bir faydır. Turgutlu ile Manisa batısındaki Muradiye arasında yaklaşık 40 km uzunluğunda olan Manisa fayı çalışma alanına yaklaşık 50 km uzaklıktadır. İzmir körfezinin doğusunda bulunan İzmir fayı ise normal fay özelliğinde olup yaklaşık 35 km'dir ve D-B uzanımlıdır. Bu fayın çalışma alanına olan uzaklığı ise yaklaşık 15 km'dir. KD-GB doğrultusu olan üç parçadan oluşan Tuzla Fayı ise İzmir ile Doğanbey Burnu arasında yer alır. Bu fayın Cumalı kaplıcaları ile Ege Denizi arasındaki bölümü 15-16 km uzunluğunda ve sağ yönlü doğrultu atımlı aktif bir faydır [21]. Çalışma alanına uzaklığı ise yaklaşık 20 km'dir. Körfezin Güneybatısında yer alan Gülbahçe-Karaburun Fayı ise doğrultusu K-G, karadaki uzunluğu yaklaşık 15 km olan bir faydır. Ayrıca bu fayın en önemli özelliklerinden birisi Karaburun yarımadası ile İzmir Körfezi'ni ayıran önemli bir yapısal hat olmasıdır. Deniz kısmında ise fayın kuzeyde ve güneyde deniz içerisinde de devam ettiği sanılmakla birlikte çalışma alanına uzaklığı yaklaşık 55 km'dir [21](Şekil 3). Birinci derecede deprem kuşağında yer alan İzmir ili ve çevresi sismisite açısından oldukça aktif bir bölgedir. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi'nin homojen deprem kataloğundan elde edilen 3'den büyük ($M>3$) depremler haritalanmıştır (Şekil 3) [22]. Bu harita incelendiğinde bölgenin son derece aktif olduğu ve son on yılda Richter ölçeğine göre 5'den büyük depremlerin meydana geldiği görülmektedir. Deprem anında zemin-yapı ilişkisinde meydana gelecek zararları kontrol eden parametreler; depremin parametreleri (genlik parametreleri, depremin frekans içeriği ve depremin süresi) ve mühendislik yapısının oturacağı zeminin özellikleridir. Bu nedenle olası bir deprem durumunda meydana gelebilecek hasarların en aza indirgenebilmesi için öncelikle mühendislik yapısının oturacağı zeminin deprem sırasında yapacağı davranışın doğru ve güvenilir bir şekilde tanımlanması gerekir.



Şekil 3. İzmir ve çevresinin tektoniği ve 2005-2015 yılları arasındaki deprem aktivitesi ($M>3$)

3.ÇKYD Yöntemi

3.1. Yöntem Hakkında Genel Bilgiler

Jeofizik çalışmalarda yerinde yapılan yöntemler olarak kullanılan Yüzeysel dalgası analiz yöntemleriyle (SASW (Yüzeysel Dalgalarının Spektral Analizi), ÇKYD, ReMi (Kırılma-mikrotremor), SPAC (Uzaysal özilişki yöntemi), Rayleigh dalgalarının dispersif özelliğinden yararlanılarak yer altı tabakalarının Vs değerlerinin derinlikle değişimi 1B'lu ve 2B'lu olarak belirlenebilir [23, 24, 25]. Yüzeysel dalgası yöntemleri iki grupta toplanır. Bunlar; Aktif kaynaklı yöntemler (ÇKYD vb.) ve pasif kaynaklı (ReMi,

SPAC vb.) yöntemlerdir. Aktif kaynaklı yöntemler iyi sonuçlar üretmelerine rağmen iyi ve güçlü bir kaynağa ihtiyaç duyarlar. Bu yöntemlerin araştırma derinlikleri kısa boylu dalgalar kullanıldığından dolayı pasif kaynaklı yüzey dalgası yöntemlerine göre daha azdır. Aktif kaynaklı yöntemlerde balyoz, ağırlık düşürme, patlatma gibi kaynaklar kullanılabilir. Özellikle anakayanın derin olduğu yerlerde yerin doğal titreşim kaydını yapan pasif kaynaklı yöntemler tercih edilir [26].

Yüzey Dalgalarının Spektral Analizi (Spectral Analysis of Surface Waves-SASW) yöntemindeki yetersizliğinin giderilmesi için geliştirilen ve çeşitli yapay kaynakların (balyoz, ağırlık düşürme vb.) kullanıldığı bir yöntem olan ÇKYD yöntemi ile S dalga hızı derinlik değişimleri 2B olarak tanımlanabilir [23]. ÇKYD yönteminde Vs değerlerinin elde edilmesi 3 adımdan oluşmaktadır; ilk olarak arazi aşaması ile yüzey dalgaları kaydedilir; Sonraki adımda aşağıda ayrıntılı olarak açıklanan spektral analiz yöntemleriyle dispersiyon eğrisi elde edilir; Son olarak dispersiyon eğrisinin ters çözümü ile de Vs-derinlik kesitleri elde edilmiş olur. [23] tarafından önerilen çok-kanallı yüzey dalgası analizi hesaplama yöntemini [27] aşağıdaki gibi özetlemiştir;

Zaman-uzaklık (x-t) ortamındaki bir atış topluluğunun gösterimi $u(x, t)$ şeklinde olan fonksiyona göre Fourier dönüşümü, $U(x,w)$ 'yi elde etmek için $u(x, t)$ zaman eksenine uygulanabilir:

$$U(x, w) = \int u(x, t)e^{iwt} dt \quad (1)$$

Burada verilen $U(x,w)$, iki ayrı terimin çarpımı şeklinde de açıklanabilir:

$$U(x,w) = P(x,w)A(x,w) \quad (2)$$

Burada $P(x,w)$ ve $A(x,w)$ ifadeleri, sırasıyla faz ve genlik spektrumlarını tanımlamaktadır. $U(x,w)$ 'deki her bir frekans bileşeni tam olarak diğer frekanslardan ayrılmaktadır. Ayrıca varış zaman bilgisi, faz spektrumunda $P(x,w)$ gösterilmektedir. Dalga alanı faz spektrumuna göre, belirli bir zaman farkı ile alıcılara ulaşacaktır. Bunlara ek olarak Genlik spektrumu ($A(x,w)$), soğurulma ve geometrik yayılma gibi özellikler hakkında bilgiler içerirken, Faz spektrumu ($P(x,w)$), dispersiyon özellikleri ile ilgili bilgileri içerir. Bundan dolayı $U(x,w)$, aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$U(x, w) = e^{-i\phi x} A(x, w) \quad (3)$$

Burada ϕ ; faz kayması, w ; radyan cinsinden frekans ve c_w ; frekansa (w) göre faz hızıdır. Dalga sayısı, $k=w/c_w$ olarak tanımlanırsa $U(x,w)$ 'ye aşağıdaki integral dönüşümünün uygulanması ile $V(w,\phi)$ elde edilir:

$$V(w, k) = \int e^{ikx} [U(x, w)/|U(x, w)|] dx = \int e^{-e(\phi-k)x} [A(x, w)/|A(x, w)|] dx \quad (4)$$

(4) denklemindeki integral dönüşümü için öncelikle (3) no'lu denklemindeki dalga alanlarına göre bir faz hızı $c_w (= w/\phi)$ tanımlanır. Faz düzeltmesi; faz hızına göre hesaplanan ofsete bağımlı olarak uygulandıktan sonra ofset boyunca bir frekansın dalga alanları toplanır. $U(x,w)/|U(x,w)|$ şeklinde bir düzeltme işlemi ile her bir alıcıdaki dalga alanından soğurulmanın ve geometrik yayılmanın etkileri giderilir. Genliğin etkisi bu işlemle giderilerek faz hızı baskın olarak elde edilir. Her frekans (w) için belirli bir aralıkta değişen hızlar kullanılarak elde edilen dalga sayısı faz kaymasına eşit olduğunda,

$$k=\phi=w/c_w \quad (5)$$

Elde edilir. Faz hızı c_w (5) denkleminin sağlanması durumunda hesaplanabilir [27]. Elde edilen faz hızı-frekans (dispersiyon) eğrilerinin ters çözümü ile Vs-derinlik kesitleri elde edilir.

2B'lu ÇKYD tekniğinde derinliğin ve uzaklığın bir fonksiyonu olarak 2B'ü Vs dağılımının elde edilmesi hem ucuz maliyetli hem de zaman kazanımı sağlayan bir yoldur [28;29]. Son yıllarda yaygın olarak kullanılan 2B'lu Vs profillerinin temel avantajı homojen olmayan yer içerisindeki materyalin yatay yöndeki değişimin bulunabilmesidir. Bu durum da elde edilen hızların güvenilirliğini artırmaktadır [8;19;30;31;32; 33;34].

Çok kanallı ve çok atışlı yüzey dalgalarının Ortak Orta Nokta (CMP) çapraz korelasyonu (CMPCC) yüksek çözünürlüklü 2B'lu Vs profilleri için doğru faz hızı-frekans eğrilerinin elde edilmesini sağlar [35]. CMP çapraz korelasyon analizi için veri toplama 2B'lu sismik yansıma çalışmasına benzerlik göstermektedir. Sismik yansımadaki Ortak Derinlik Noktası (CDP) analizine benzer görünse de temel farklılık özgün dalga biçiminin çapraz korelasyonların CMP'deki hesaplanmasıdır.

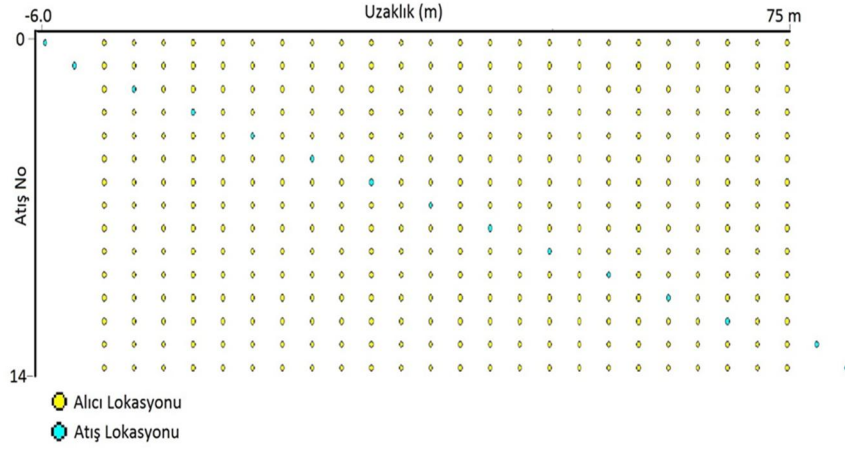
CMP çapraz korelasyon analizi 4 adımdan oluşur [35];

- 1- Çapraz korelasyon her bir atıştaki izlerin her çifti için hesaplanır.
- 2-Ortak orta noktaya sahip korelasyon izleri toplanır ve bu izler zaman ortamında eşit aralıklarla kümelenir. Elde edilen çapraz korelasyon toplamaları atış toplamalarına benzer ve CMP çapraz korelasyon toplamaları olarak adlandırılır.
- 3-Yüzey Dalgalarının faz hızını hesaplamak için CMP çapraz korelasyon toplamalarına çok kanallı analiz uygulanır
- 4-2B'lu S dalga hız profili en küçük kareler yöntemi gibi herhangi bir ters çözüm yöntemiyle elde edilir.

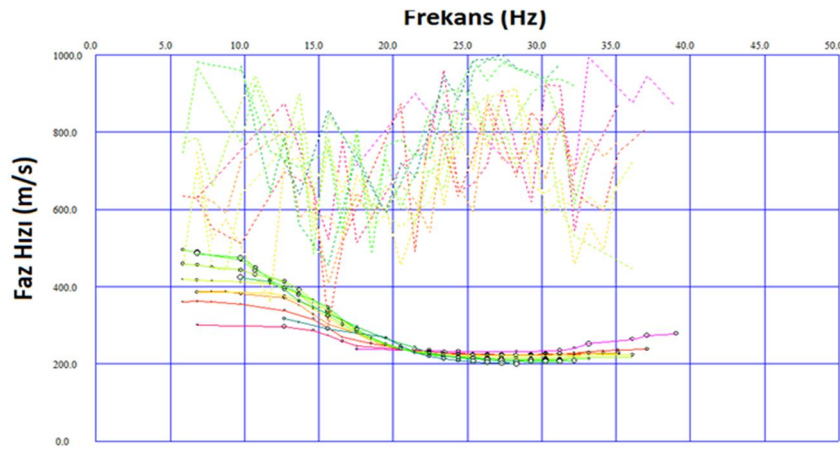
3.2. 2B'lu ÇKYD Verilerinin Toplanması ve Değerlendirilmesi

Bu çalışma kapsamında Şekil 2'de yerleri verilen toplam 15 profilde ÇKYD ölçümleri alınmıştır. ÇKYD çalışmalarında, 24 kanallı Geometrics Geode sismik aleti ve 4.5 Hz düşey yönlü düşük frekanslı alıcılar (jeofon) kullanılmıştır. Jeofon aralıkları 2.5 m veya 3 m olarak seçilmiştir. Kaynak olarak balyoz (10 kg) kullanılmıştır. ÇKYD yöntemi arazi uygulamasında her bir jeofonun arasından veya birer jeofon atlayarak veri toplanmıştır (Şekil 4). Kaynağın ilk jeofona olan uzaklığı (ofset) düz ve ters atışlarda 3 m, 6 m olarak seçilmiştir. Örnekleme aralığı 0.5-1 ms kayıt uzunluğu 2-3 sn'dir. Profil uzunlukları ise 57.5 m (1 profil) ve 69 m (14 profil)'dir. Veri kalitesini artırmak için her noktada 3 adet ölçü alınarak yığılma (stack) işlemi yapılmıştır.

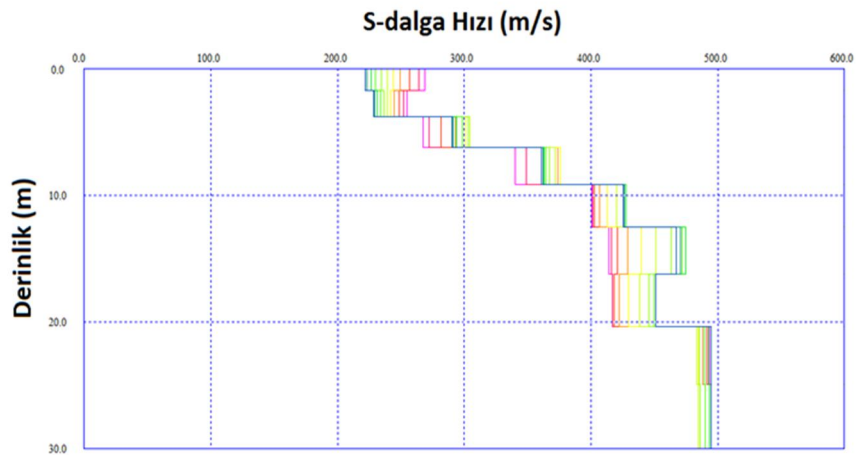
2B'lu Vs-derinlik kesitinin oluşturulması çalışmalarına örnek olarak S-14 profili üzerinde yapılan işlemler ayrıntılı olarak açıklanmıştır. 2B'lu S dalga hızını elde edebilmek için her bir profilde bütün verilere öncelikle Ortak Orta Nokta (CMP) çapraz korelasyonu (CMPCC) toplama süreci uygulanarak ortak orta nokta ile izler gruplandırılmıştır. Bu aşama 2B'lu analiz için oldukça önemlidir. Bu işlemin sonucunda sismik kayıt sayısında azalma meydana gelir ve elde edilen kayıtlar frekans spektrum analizi için kullanılır [30]. CMPCC toplama işleminden sonra zaman ortamındaki kayıtlar yukarıda ayrıntılı olarak açıklanan faz kayması yöntemiyle frekans ortamına aktarılarak frekans spektrumunda her bir frekanstaki maksimum genlikler seçilerek dispersiyon eğrisi elde edilmiştir (Şekil 5). Dispersiyon eğrilerinin elde edilmesinden sonra ters çözüm için başlangıç modelleri oluşturulur Bu başlangıç modelleri SeisImager/SW (<http://www.geometrics.com>) yazılımı kullanılarak oluşturulmuştur. Kullanılan yazılımda başlangıç modelleri oluşturulurken bir üçüncü dalga boyu (one-third wavelength) yaklaşımı kullanılmaktadır ve bu çalışma için başlangıç modelleri yarı sonsuz 10 tabakadan oluşmaktadır. (Şekil 6).Ters çözüm işlemi ile 2B'lu S dalga hız kesiti derinlik ve tabaka sayısına bağlı olarak elde edilmiştir (Şekil 7). Ters çözüm işlemi sırasında sönümlü en küçük kareler metodu [36;37] kullanılmıştır.



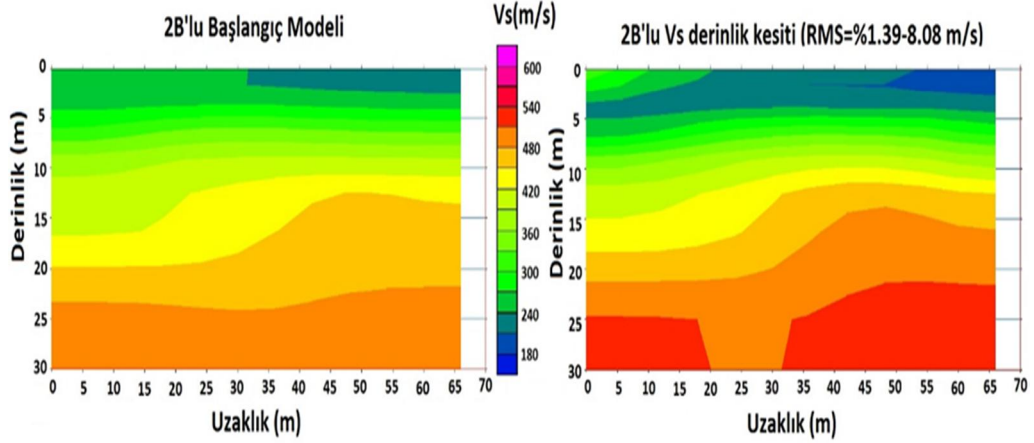
Şekil 4. S-14 profilinin 2B'lu ÇKYD ölçü geometrisi (1'er jeofon atılarak atışlar gerçekleştirilmiştir.)



Şekil 5. S-14 profili için CMPCC sonucu elde edilen dispersiyon eğrileri (devamlı çizgileri dispersiyon eğrilerini, Kesikli çizgiler ve siyah halkalar sinyal/gürültü oranını göstermektedir)



Şekil 6. S-14 profili için ters çözümde kullanılan başlangıç modelleri (Her bir renk şekil 5'te verilen aynı dispersiyon eğrileri için kullanılmıştır.)



Şekil 7. S-14 profili için 1B'lu başlangıç modellerinin interpolasyonu ile elde edilen 2B'lu başlangıç modeli ve ters çözüm sonucu elde edilen 2B'lu Vs-derinlik kesiti (RMS hata %1.39).

Benzer veri işlem adımlarından sonra elde edilen tüm 2B'lu Vs-derinlik kesitleri Şekil 8'de verilmiştir. Elde edilen 15 adet 2B'lu kesit hangi jeolojik birimin üzerinde olduğuna bağlı olarak elde edilen hızlarının birbirine yakınlık durumuna göre 5 gruba ayrılmıştır (Şekil 8a,b,c,d,e).

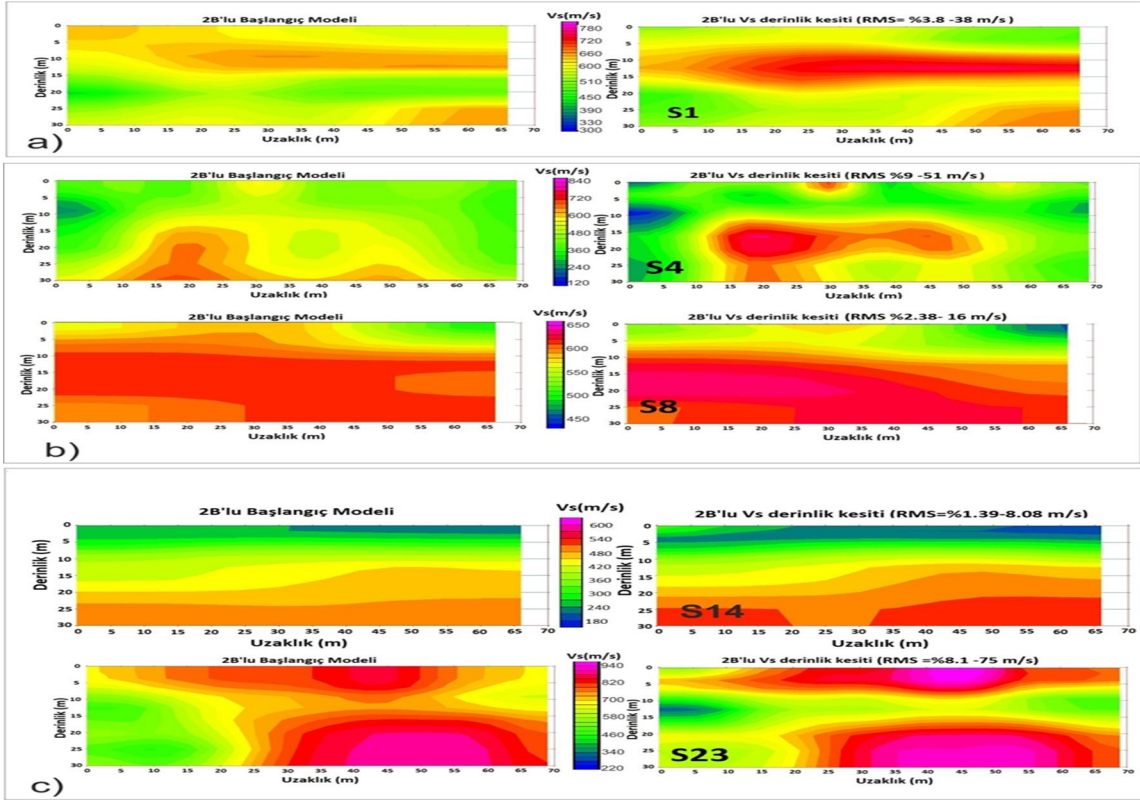
Kretase Neritik Kireçtaşı üzerinde bulunan S1 profili incelendiğinde (Şekil 8a); Hızlar yüzeyden itibaren 390-800 m/s arasındadır. Yaklaşık 10 m derinlikten itibaren yüksek hızlı bir tabakamı varlığı dikkat çekmektedir. Ve bu birim yatay olarak devamlılığı vardır. Yüzeyde bulunan kireçtaşlarının çeşitli atmosferik nedenlerle uğramış olduğu alterasyonlar ve diğer etmenler nedeniyle nispeten daha düşük hızlara sahip olmuş olabilir..

Miosen Karasal Kırıntıları üzerinde bulunan S4 ve S8 profilleri incelendiğinde (Şekil 8b); S dalga hızları 120 ile 850 m/s arasında değişmektedir. S4 profilinde 10 m derinlikten itibaren kesitin orta kesimlerinde hızlar 700 m/s'nin üzerindedir. S8 profilinde ise 10 m derinlikten itibaren hızı yaklaşık 600 m/s olan ve yatay yönde çok fazla bir değişimin olmadığı bir tabaka gözlemlenmiştir.

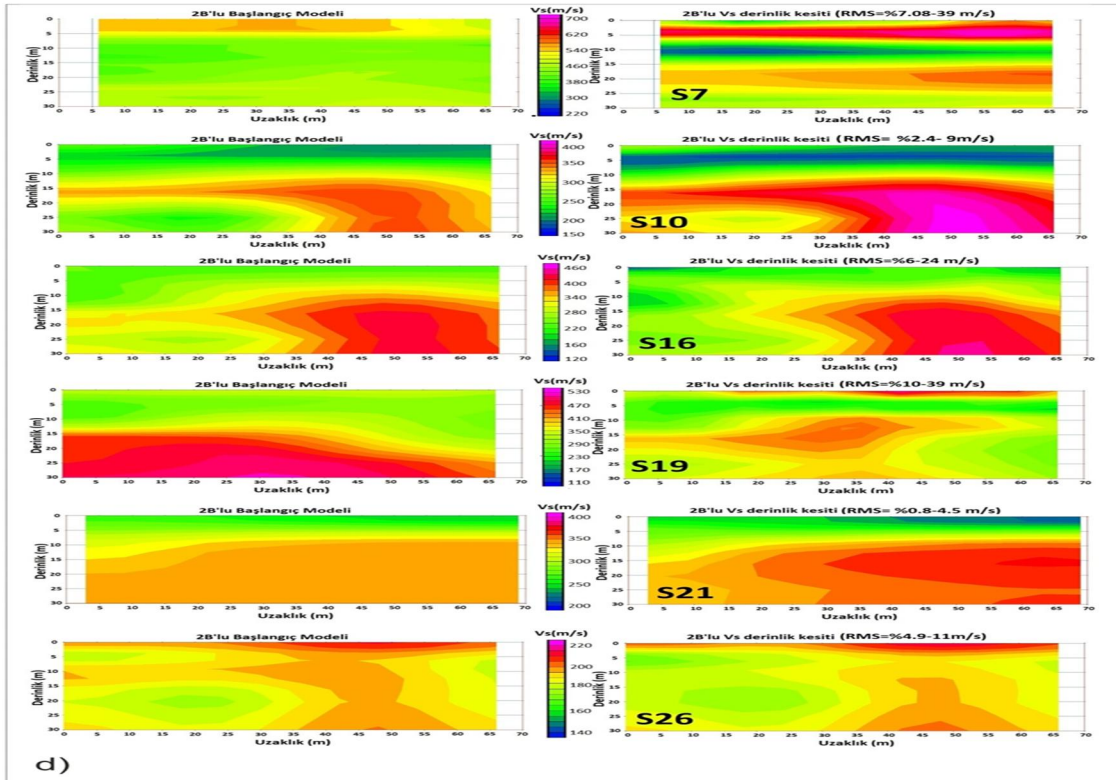
Miosen Gölsel Karbonatları üzerinde bulunan S14 ve S23 profilleri incelendiğinde (Şekil 8c); Vs değerleri 180 ile 940 m/s arasında değişmektedir. S14 profilinde 5 m kalınlığında çok düşük hız değerlerine ($V_s > 200$ m/s) sahip bir tabaka vardır. Bu derinlikten sonra hızlar 30 m derinliğe kadar artarak devam etmektedir ve 600 m/s değerlerine ulaşmaktadır. S23 profilinde 940 m/s'lere ulaşan yüksek hızlar dikkat çekmektedir. Yaklaşık 8 m derinlikte başlayan ve yaklaşık 18 m'ye kadar devam eden ve yatay devamlılığı olan düşük hızlı zon dikkat çekmektedir.

Kuvaterner Alüvyon üzerinde bulunan S7, S10, S16, S19, S21 ve S26 profilleri incelendiğinde (Şekil 8d); Vs değerleri 110 ile 700 m/s arasında değişmektedir. Bu ölçü noktaları bölgedeki literatüre göre üzere alüvyon birikiminin fazla olduğu ve zemin kalınlığının 400 m değerlerine kadar ulaştığı Bornova ovasında bulunmaktadır [3]. Körfeze en yakın S26 profili en düşük hız değerlerine sahip olup, bu değerler 140 ile 220 m/s arasındadır. Diğer profillerde ise genellikle nispeten daha düşük hız tabakasının altında hız artarak devam etmektedir. Ayrıca bu profillerde yatay yönde hızlar değişim göstermektedir.

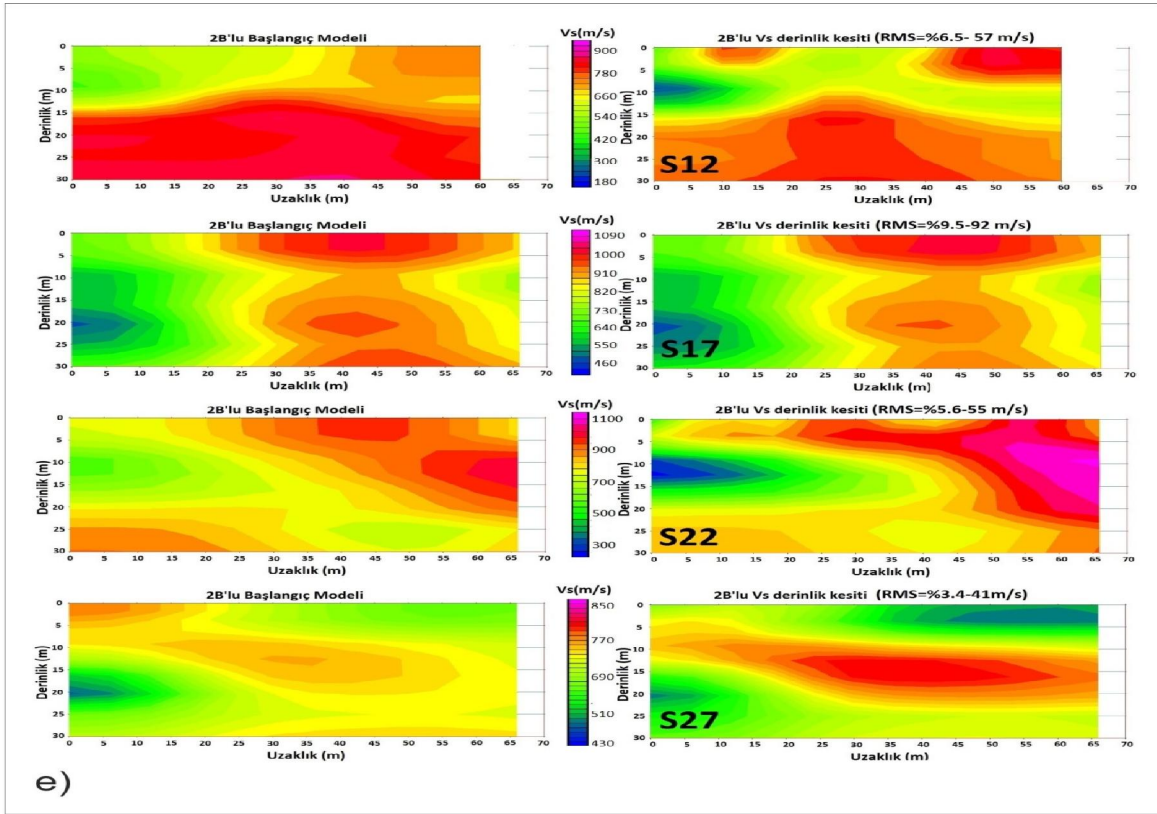
Miosen Piroklastikleri üzerinde bulunan S12, S17, S22 ve S27 profilleri incelendiğinde (Şekil 8e); S dalga hızları 180 ile 1100 m/s arasında değişmektedir. S12 ve S17 profillerinde ise profilin ortalarından sonuna kadar uzanan ve ortalama 15 m derinliğe kadar nispeten yüksek hızlı yerler dikkat çekmektedir. S22 profilinde 10 m derinlikte kesitin ortalarına kadar uzanan düşük hızlı bir zon bulunmaktadır. S27 profilinde ise 5 ile 20 m arasında yüksek hızlı tabaka dikkat çekmektedir.



Şekil 8. Ters çözüm için kullanılan başlangıç modelleri ve elde edilen S dalgası hız kesitlerinin 2B'lu gösterimi
a) S1 b) S4 ve S8 c) S14 ve S23



Şekil 8 (devamı). Ters çözüm için kullanılan başlangıç modelleri ve elde edilen S dalgası hız kesitlerinin 2B'lu gösterimi d) S7, S10, S16, S19, S21 ve S26.



Şekil 8 (devamı). Ters çözüm için kullanılan başlangıç modelleri ve elde edilen S dalga hız kesitlerinin 2B'lu gösterimi e) S12, S17, S22 ve S27.

Tablo 1. ÇKYD ölçülerinin geometri bilgileri ve elde edilen Vs değerlerinin değişimleri

Profil Adı	X-(UTM WGS 84)	Y-(UTM WGS 84)	Profil Uzunluğu (m)	Profil Yönü	Jeofon Aralığı (m)	Kot (m)	Jeolojik Birim	Elde Edilen Vs aralığı (m/s)
S1	520649	4253125	69	K-G	3	73	Kretase Neritik Kireçtaşı	390-800
S4	520450	4258305	69	KD-GB	3	100	Miosen Karasal Kırıntıları	150-850
S7	518614	4257484	69	K-G	3	34	Kuvaterner Alüvyon	240-720
S8	519122	4259298	69	GB-KD	3	174	Miosen Karasal Kırıntıları	420-660
S10	517959	4255613	69	K-G	3	15	Kuvaterner Alüvyon	160-420
S12	518091	4258933	57.5	KB-GD	2.5	158	Miosen Piroklastikleri	180-1000
S14	516753	4251646	69	KB-GD	3	127	Miosen Gölsel Karbonatları	200-540
S16	518221	4257606	69	K-G	3	30	Kuvaterner Alüvyon	120-480
S17	517492	4258909	69	GB-KD	3	127	Miosen Piroklastikleri	400-1100
S19	516635	4253632	69	K-G	3	12	Kuvaterner Alüvyon	110-540
S21	517317	4257613	69	D-B	3	15	Kuvaterner Alüvyon	180-420

S22	516475	4259446	69	KD-GB	3	95	Miosen Piroklastikleri	240-1100
S23	515645	4252453	69	KB-GD	3	78	Miosen Gölsel Karbonatları	250-1100
S26	515065	4257195	69	G-K	3	6	Kuvaterner Alüvyon	130-230
S27	515027	4258920	69	GD-KB	3	186	Miosen Piroklastikleri	540-900

4. Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışmada, İzmir Körfezi doğusunda yer alan zeminlerin dinamik etkiler (deprem hareketi) altındaki davranışını kontrol edecek olan Vs değerleri toplam 15 profilde 2B'lu ÇKYD yöntemi ile incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Bu değerlendirmelerin sonucunda;

- Elde edilen Vs-derinlik kesitleri incelendiğinde özellikle denize yakın kesimlerde Bornova ovasını oluşturan derelerin biriktirdiği zeminin kalınlığının 30 m'den fazla olduğu, körfezin güney ve kuzey kesimlerine doğru bu kalınlığın azaldığı saptanmıştır. Zemin kalınlığı 30 m'den daha az olduğu saptanan S1, S12, S17, S22, S23 ve S27 profillerinde zemin-mühendislik anakayasası modelleri oluşturulmuştur. Diğer profiller de ise Vs>760 m/s koşulu sağlanamadığı için bu modeller oluşturulamamıştır.

- Çalışma alanı genelinde, elde edilen 2B'lu kesitler incelendiğinde, yatay ve düşey yönlerde Vs değerlerinde ani değişimler gözlenmektedir. Dolayısıyla zemini oluşturan tabakalar elastik özellikleri yönünden yatay, yarı sonsuz, homojen ve izotrop özellikte değildir.

- Çalışma alanı kuzeyinde ve güneyinde yeralan S1, S8, S12, S14, S22, S23 ve S27 profillerinde Vs dalga hızı değerleri diğer alanlara göre daha yüksektir. Ancak bu profillerin hemen hemen hepsinde yüzeyde zemin etkisi gözlenmektedir (Vs<760 m/s olduğu için)

- S7, S10, S16, S19, S21 ve S26 profillerinde zemin kalınlığı hem 30m 'den daha kalın hem de Vs değerleri çok düşük değerlerdedir. Bunun anlamı zemin içinde veya yüzeyinde depreme bağlı dinamik davranış sonucu deformasyon elastik sınırların dışında oluşabilir (Elastoplastik veya plastik sınırlarda).

- Mühendislik anakayasına ulaşamayan profillerde mühendislik anakayasına ulaşmak için pasif kaynaklı diğer jeofizik yöntemlerin (ReMi, SPAC vb.) uygulanması önerilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan veriler DEÜ BAP 2015KBFEN032 numaralı proje kapsamında toplanmıştır. Bu çalışma Eren Pamuk'un doktora tez çalışmasının bir parçasını oluşturmaktadır. Şekil 3 GMT [38] programı kullanılarak hazırlanmıştır.

Kaynaklar

1. Aktepe, E., Aydın, C. 2013. İzmir Çevresinde Yapılan Sismotektonik Araştırmaların CBS ve Mekansal İstatistik Yöntemler Kullanılarak Değerlendirilmesi. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 11-13.
2. Anbazhagan, P., Sitharam, T. G. 2009. Spatial variability of the depth of weathered and engineering bedrock using multichannel analysis of surface wave method. Pure and Applied Geophysics, 166(3), 409-428.

3. Akgün, M., Gönenç, T., Pamukçu, O., Özyalın, Ş., Özdağ, Ö.C. 2013. Mühendislik Ana Kayasının Belirlenmesine Yönelik Jeofizik Yöntemlerin Bütünleşik Yorumu: İzmir Yeni Kent Merkezi Uygulamaları, *Jeofizik Dergisi*, 1304-12.
4. Nath, S. K. 2007, *Seismic Microzonation Framework – Principles and Applications*, at the Microzonation Workshop at Indian Institute of Science, Bangalore during June 26-27, 2007. Published in the Proceedings volume, pp. 07 – 35.
5. NEHRP 2003. Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings, Fema 450.
6. Kramer, S. L. 1996. *Geotechnical earthquake engineering*. Pearson Education India.
7. Miller, R.D., Xia, J., Park, C.B., Ivanov, J. 1999. Using MASW to map bedrock in Olathe, Kansas [Exp. Abs.], *Soc. Explor. Geophys.* 1, 433–436.
8. Mohamed, A. M., El Ata, A. A., Azim, F. A., Taha, M. A. 2013. Site-specific shear wave velocity investigation for geotechnical engineering applications using seismic refraction and 2D multi-channel analysis of surface waves. *NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics*, 2(1), 88-101.
9. Rehman, F., El-Hady, S. M., Atef, A. H., Harbi, H. M. 2016. Multichannel analysis of surface waves (MASW) for seismic site characterization using 2D genetic algorithm at Bahrah area, Wadi Fatima, Saudi Arabia. *Arabian Journal of Geosciences*, 9(8), 1-13.
10. Stephenson, W. J., Odum, J. K., McNamara, D. E., Williams, R. A., Angster, S. J. 2015. Ground-motion site effects from multimethod shear-wave velocity characterization at 16 seismograph stations deployed for aftershocks of the August 2011 Mineral, Virginia, earthquake. *Geological Society of America Special Papers*, 509, 47-65.
11. Özdağ, Ö. C., Gönenç, T., Akgün, M., Uluğ, A., Pamukçu, O., İpek, Y. 2015. Yerinde Elastik Tasarım Spektrum Hesaplamaları İçin Gerekli Olan Zemin-Ana Kaya Modelleri İle Zemin Dinamik Analizi Parametrelerinin Jeofizik Yöntemlerle Elde Edilmesi İzmir Körfezi Kuzeyinde Yapılan Örnek Çalışma. *Sekizinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, 11 Mayıs-14 Mayıs, İstanbul.
12. Akgün, M., Gönenç, T., Pamukçu, O., Özyalın, Ş. 2014. Investigation of the relationship between ground and engineering bedrock at northern part of the Gulf of İzmir by borehole data supported geophysical works. *Journal of Earth System Science*, 123(3): 545-564.
13. Pamuk, E., Özdağ, Ö. C., Akgün, M. 2016. Analysis shear wave velocity structure obtained from surface wave methods in Bornova, İzmir. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 20009, No. 2016).
14. Pamuk, E. 2016. Shear Wave Velocity (Vs) Investigation using 2D Multichannel Analysis of Surface Waves Method (MASW). *Conference Proceedings of 7th International Geosciences Student Conference* 139-141.
15. Pamuk, E., Özkan Cevdet Özdağ, Ö.C., Akgün, M. 2016. Soil –Engineering Bedrock Investigation using Shear Wave Velocity (Vs) in Konak (İzmir) *Conference Proceedings of 7th International Geosciences Student Conference* 136-138.
16. Özbek, D. 1981. Altındağ Köyü (İzmir) çevresinin jeoloji ve Altındağ taş ocaklarının mühendislik jeolojisi, Bitirme Ödevi, Ege Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir.
17. Özer, S., İrtəm, O. 1982. Işıklar-Altındağ (Bornova-İzmir) alanı Üst Kretase kireçtaşlarının jeolojik konumu, stratigrafisi ve fasiyes özellikleri, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 25, 41-47.
18. Erdoğan, B. 1990. İzmir-Ankara Zonu'nun İzmir ile Seferihisar arasındaki bölgede stratigrafik özellikleri ve tektonik evrimi. *TPJP Bülteni*. c. 2/1-Aralık 1990. 1-20.
19. Kıncal, C. 2004. İzmir İç Körfezi çevresinde yer alan birimlerin coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama teknikleri kullanılarak mühendislik jeolojisi açısından değerlendirilmesi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, İzmir.
20. M.T.A. (2002). *Türkiye'nin Jeoloji Haritası* (1: 500 000).

21. Emre, Ö., Özalp, S., Doğan, A., Özaksoy, V., Yıldırım, C., Göktaş, F. 2005. İzmir yakın çevresinin diri fayları ve deprem potansiyelleri: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Rapor No: 10754, 57.
22. UIDM (Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi, Deprem Araştırma Enstitüsü Ulusal Deprem İzleme Merkezi), 2015. Web Sayfası: <http://www.koeri.boun.edu.tr>
23. Park, C. B., Miller, R. D., Xia, J. 1999. Multichannel analysis of Surface Waves. *Geophysics*, 64(3), 800-808.
24. Louie, J.N. 2001. Faster, better: shear-wave velocity to 100 meters depth from refraction microtremor arrays. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 91(2), 347-364.
25. Okada, H. 2003. *The Microtremor Survey Method (Geophysical Monograph Series no. 12)*. Tulsa: Society of Exploration Geophysicists.
26. Pamuk, E. 2014. İzmir (Buca) bölgesinde yüzey dalgası yöntemleriyle elde edilen kayma dalgası hızlarının (V_s) analizi ve mikrotremor uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
27. Çaylak, Ç. 2009. Çok kanallı yüzey dalgası verisinin ters-çözüm teknikleri ile çok sığ yapıların araştırılması, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
28. Park, C. B., Miller, R. D., Xia, J., Ivanov, J. 2007. Multichannel analysis of surface waves (MASW) - active and passive methods. *The Leading Edge*, 26 (1), 60-64.
29. Xia, J., Miller, R. D., Park, C. B., Ivanov, J. 2000. Construction of 2-D vertical shear-wave velocity field by the multichannel analysis of surface waves technique. *Proceeding of the symposium of the Application of Geophysics to Engineering Environmental Problems (SAGEEP 2000)* Arlington, VA., February 20-24, 1197-1206.
30. Park, C. B. 2005. MASW horizontal resolution in 2D shear-velocity (V_s) mapping. *Kansas geological survey open-file report*, 4, 2005.
31. Luo, Y., Xia, J., Liu, J., Xu, Y., Liu, Q. 2008. Generation of a pseudo-2D shear-wave velocity section by inversion of a series of 1D dispersion curves. *Journal of Applied Geophysics*, 64(3), 115-124.
32. Luo, Y., Xia, J., Xu, Y., Zeng, C., Miller, R. D., Liu, Q. 2009. Dipping-interface mapping using mode-separated Rayleigh waves. *Pure and Applied Geophysics*, 166(3), 353-374.
33. Grit, M., Kanli, A. I. 2016. Integrated Seismic Survey for Detecting Landslide Effects on High Speed Rail Line at Istanbul-Turkey. *Open Geosciences*, 8(1), 161-173.
34. Hayashi, K., Craig, M. 2016. S-Wave Velocity Measurement and the Effect of Basin Geometry on Site Response, East San Francisco Bay Area, California, Usa. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*.
35. Hayashi, K., Suzuki, H. 2004. CMP cross-correlation analysis of multi-channel surface-wave data. *Exploration Geophysics*, 35(1), 7-13.
36. Levenberg, K. 1944. A method for the solution of certain non-linear problems in least squares, *Quarterly of Applied Mathematics*, 2, 164-168.
37. Marquardt, D. 1963. An algorithm for least-squares estimation of nonlinear parameters, *SIAM Journal*, 11, 431-441.
38. Wessel, P., Smith, W.H.F. 2004. GMT Version 5.1-*Generic Mapping Tools Graphics*, Laboratory for Sattelite Altimetry", NOAA/NESDIS/NODC, 123.

Quantum Dynamic Effects at Insertion Minimum Reaction: H+LiF Reaction

Ezman KARABULUT*

Bitlis Eren University, Vocational School of Health Services, Bitlis, Turkey

Abstract

In transition state (TS) region, almost all systems (reactions) have weak van der Waals complex structures. When these systems include heavy atom transfer, the forming quantum tunneling effects are suppressed. At TS region these reactions, especially including insertion minimum energy wells, demonstrate to rapidly the formation of product molecules at low temperature region. This study has focused on H+LiF system, one of systems that have this feature. In this system, since unstable H--F--Li complex quasibound states have the barriers in the TS, it is important to investigate and understand to depending on specific quantum states of the initial and the product molecule for this reaction. The results in collision energy range of 0-0.8 eV were obtained and corrected by using Reel Wave Packet (RWP) methods. Integral reaction cross sections as a function of collision energy were calculated via simple J-shifting (SJS) and reaction rate constants were examined in temperature range of 100-1000 °K.

Keywords: Heavy Atom Transfer, HFLi, Insertion Minimum Reaction, Reaction Dynamics, Transition State.

1. Introduction

The dynamical behaviors of a chemical reaction, in TS region, present much important information about the characteristic of reaction. From experimental point of view, spectroscopic studies are performed in that region where chemical dissociation and combination occur [1]. Particularly, when the reactants interact with each other, that is, the electronic excitation of the system by approaching of atom toward to target molecule causes weak bound system thought to be important spectroscopically. In this case it is important and difficult to get multi-dimensional accurate potential energy surfaces [2]. To this end, chemists have paid attention to the works done for TS region from theoretical point of view. The chemical reactions which have deep wells and heavy atom transfers such as Ca+HF-->CaF+H [3], Mg+HF-->MgF+H [4], Sr+HF-->SrF+H [5], Be+HF-->BeF+H [6], Li+FH-->LiF+H [7] and Ca+HCl-->CaCl+H [8] display long-range interaction model in TS region since the presence of this potential wells which hinder molecular dissociation. In the molecular systems cited above, the heavy F atoms in the ref. 3-7 and Cl atom in the ref. 8 are transferred from reactant molecule to product molecule. Since such reactions have long-range interactions, free radical formations effectively diminish and it is valuable to examine such systems for photoinduced electron transfer reactions because of the spin-orbit coupling on excited systems [9]. However, quantum dynamical calculations performed on such systems need larger grid and propagation time at dynamic calculations since the reactions include heavy atom and the presence of a sudden floppiness on potential energy surfaces. Owing to these factors, it is rather difficult to provide and to fit accurate potential energy surface, as well as to obtain accurate dynamic calculations. Thus, in particular, H+LiF system is theoretically studied more than the above systems since it has a system including less number of electrons [10]. In system including heavy atoms, a great care is necessary to determine some properties of the surface obtained from equilibrium distances, such as the

*Sorumlu yazar: ezman.fizik@gmail.com

Geliş Tarihi: 06.10.2016, Kabul Tarihi: 25.10.2016.

deep and the position of energy wells, as well as the altitude and the shape of saddle region consisting on minimum energy path (MEP) [11]. The MEP for this system has been shown detailed in Figure 1.

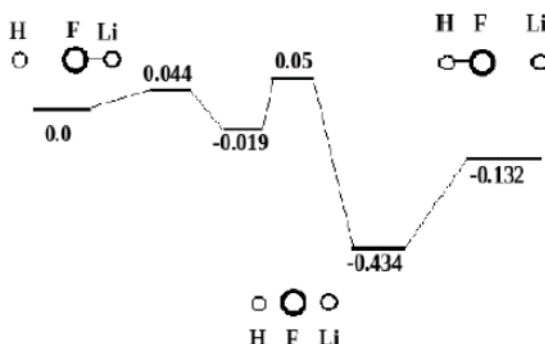


Figure 1. Minimum Energy Path of the System, The energy value of reactants is reference to value of 0 eV. All of energy values have units of eV [12].

Because of the presence of energy barriers on MEP, quantum tunneling effects at low energy region and reaction rate constants at low temperature region are important [13]. In this regard, it was seen that reaction rate constants and reaction cross sections are worth to be examined in this paper. As seen from figure 1, the reaction has two energy wells that are located on both sides of saddle point in TS region. This feature makes this system considerable to research for internal quantum states of molecules formed during the reaction. In such reactions, especially, it is also important to declare the effects both of tunneling on molecular quantum states and of resonances on long-range interactions, respectively.

It would be appropriate to examine chemical reactions that are an entirely quantum mechanical system, with quantum mechanical methods. This work includes RWP method as quantum mechanical method. When molecular structures in reactant channel have large mass, rotational barrier on energy surface becomes small. Thus, the convergence of total cross sections results requires higher J values, and so it has been seen that H+FLi system is more suitable than F+HLi and Li+HF systems to research as theoretical [14]. Since title reaction and its reverse reaction are nearly thermoneutral, it is remarkable to work out this reaction and also has many similarities with Ca+HCl reaction [8]. The paper is organized as follows. The used theories and method are outlined in Sec. II and the results and discussions are interpreted in detail in Sec. III.

2. Material and Method:

The results of time dependent quantum dynamic calculations performed for this reaction are obtained by using RWP method including only real parts of wave packet and analyzed in the asymptotic region of product channel for zero total angular momentum. Since the system includes heavy atom transfer, the calculations contain a large number of grid and CPU time. That is why, coriolis coupling movements that require rather laborious calculations didn't taken into consideration. To get information about distributions of product quantum states, RWP method is used. Further detail information for both methods is found in ref. [15], [21].

The results like cross sections and rate constants can be also obtained with summation of reaction probabilities calculated for needed J values at collision energy range considered.

$$\sigma_{v_0, j_0}(E) = \frac{\pi}{(2j_0+1)k_{v_0 j_0}^2} \sum_{J=0}^{J_{max}} (2J+1) P_{v_0 j_0}^J(E) \quad (1)$$

Instead of solving time dependent Schrödinger Wave equation for all the values of J to obtain scattering probabilities, these reaction probabilities can be calculated by SJS method based on cubic spline approximation, using reaction probabilities for J=0 state and are written as

$$P_{v_0 j_0 K_0}^{JK}(E) = P_{v_0 j_0}^{J=0}(E - E_{shift}^J) \quad (2)$$

Here, E_{shift} is the shift in energy for each J calculated and is expressed by

$$E_{shift} = E - BJ(J + 1) \quad (3)$$

where, B is rotational constant of reactant molecule in TS region. Reaction rate constants are calculated by taking account to the summation from on all-energy range of cross sections, and so, the dependence of the reaction cross sections on collision energy returns into the change of the reaction rate constant on temperature:

$$k_{v_0 j_0}(T) = \frac{f}{k_B T} \left(\frac{8}{\pi \mu_R k_B T} \right)^{1/2} \int_0^\infty \sigma_{v_0 j_0}(E) e^{-E/k_B T} E dE \quad (4)$$

3. Results and Discussions

It is important to determine the contributions of ro-vibrotional distributions of the reactant and the product molecules to reaction probabilities, especially in reactions that have a barrier and insertion minimum energy well in TS region. Title reaction is an important reaction with this feature. Fig. 2 shows the total reaction probabilities calculated by summing over all vibrational and rotational quantum states of product molecule as a functional of collisional energy, and are obtained by changing of specific vibrational (down panel in the figure) and rotational (up panel in the figure) quantum states of reagent molecule. As apparent from figure 1, while some parts of wave packet that are exceeded to the barrier have generated products within a very short time, the others use a large propagation time since presence of insertion minimum in the interaction region, and so, this case have caused the formation of the long lifetimes oscillation structures. Even at the inverse case of this reaction, there are many studies, supporting these results [1, 13, 22]. Once considering studies performed for C+H₂ reaction [23, 24] and reactions which have long- lived intermediate cases [25, 26], it should be said that the oscillators decreasing with increasing of collision energy are originated from insertion minimum energy well. Besides, oscillatory structures near threshold region show that this reaction is an indirect and slow reaction, showing the formation of short-lived free radicals in TS region. In such cases, the changes of internal quantum states of reagent molecule have not an important effect on the reactivity and this case has showed the same results as that reported from He+HD reaction studied by Tang and coworkers [27]. Hence, as seen from Fig. 2, the changes of rotational and vibrational quantum states of reagent molecule display similar structures over energy range considered. Furthermore, reaction threshold energy decreases with increasing of the reagent vibrational energy, and reaction exothermic feature has been conserved up to v=3 quantum state since this reaction is nearly thermoneutral. This decreasing has denoted the presence of barrier in the reactant channel and has an important effect on the formation of product molecule in the low energy region. Also a sudden rising in the reaction probabilities decrease with increasing of vibrational energy of reagent and of collision energy.

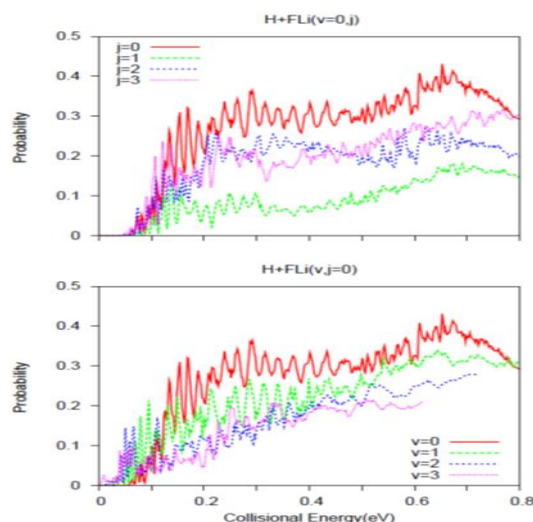


Figure 2. total reaction probabilities for specific rotation (up panel) and vibration (down panel) quantum states of reagent molecule.

While Figure 3 shows the low rotational quantum distributions (up to $j'=4$) of product HF molecule versus rotational quantum state-selected of reactant LiF molecule, fig. 4 shows the rotational quantum state-specified (up to $j'=4$) of product molecule against vibrational quantum state-specified of reagent molecule. When compared to fig. 3 with fig. 4, it was seen that the change of rotational quantum state distributions of the product molecule hasn't effectively changed with the increase of rotational quantum states of reagent molecule, but they decrease with increase in the vibrational quantum number of reactant molecule. Also, in fig. 3, odd and even values of rotational quantum states of product molecule separately display similar behaviors to each other. As general, state-to-state behaviors have sharper oscillators than total reaction probabilities (see the figure 2). Once considering all rotational and vibrational states of reactant molecule, reaction probabilities have disappeared about collision energy of 0.4 eV. However, with increasing of rotational quantum number of reactant molecule, this disappearing slightly shifts to higher energy region. Consequently, there is not a clear different among initial quantum states of reagent molecule as expected from insertion minimum reaction.

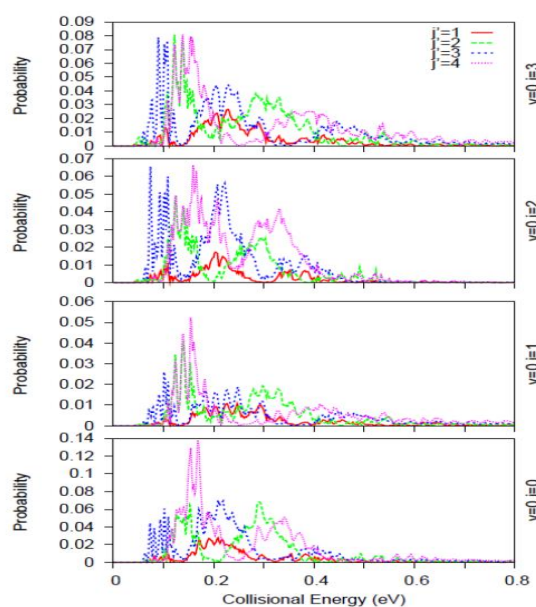


Figure 3. State-to-state reaction probabilities for specific rotation quantum states of reagent molecule.

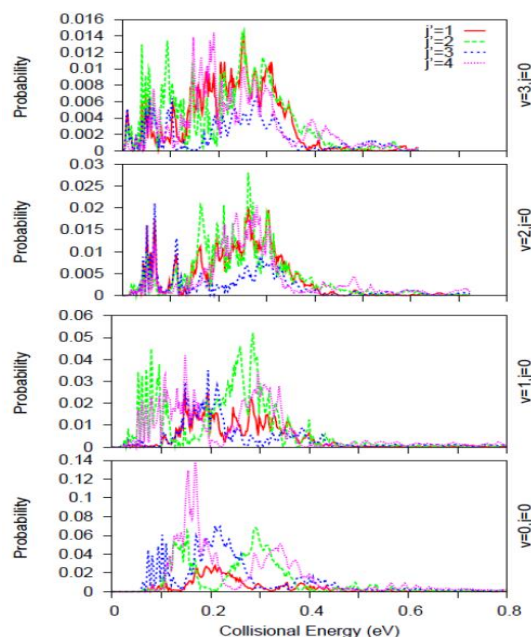


Figure 4. State-to-state reaction probabilities for specific for vibration quantum states of reagent molecule.

Resonance structures are proportional to the deep of well in which is located of insertion minimum energy well in the product channel. For this reason, the reaction probabilities in the Ca+HCl reaction performed by Roncero et al [8], having structurally a similar minimum energy path, are sharper than those of this reaction. Fig. 5 displays reaction probabilities for $J > 0$ (only for $J=10$ and 15 values). In here, the results were obtained with both SJS method performed by using $J=0$ reaction probabilities results. In such a case, the propagation time required to be fully absorbed of wave packet at end of grid decrease at higher J s. Resonance distributions have spread out to wide energy spacing since this reaction has the long-range interactions and short-lived free radicals in TS region. A similar case was indicated for H+O₂ reaction by H. Guo and coworkers [28]. Besides, it was reported by Tang and coworkers [27] who said that centrifugal sudden effect is clearer in high J -values.

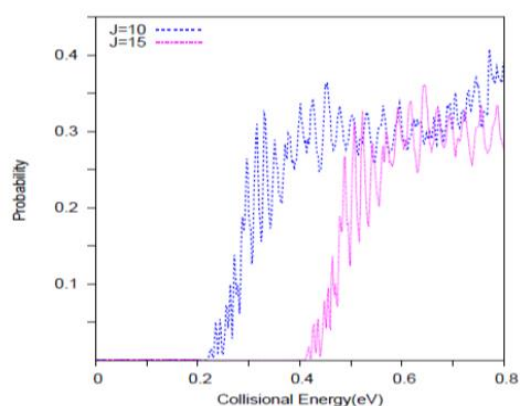


Figure 5. Reaction probabilities for $j = 10$ and 15 values

It is well known that resonance structures depend on the quasibound van der waals forms in the reactant or the product channel. Such bounds which reduce the effect of centrifugal barrier provide an important contribution to low energy region. As shown in figure6, the resonances structures have increased with further collision energy. The number of J used for the convergence of integral cross

sections results is 19 in collision energy range considered. This case makes this study much simpler to obtain exact quantum dynamic calculations. It should be also noted that quantum tunneling effects in such reactions are suppressed as taking into consideration the last barrier in the figure 1 as cited in the abstract and the introduction of this text.

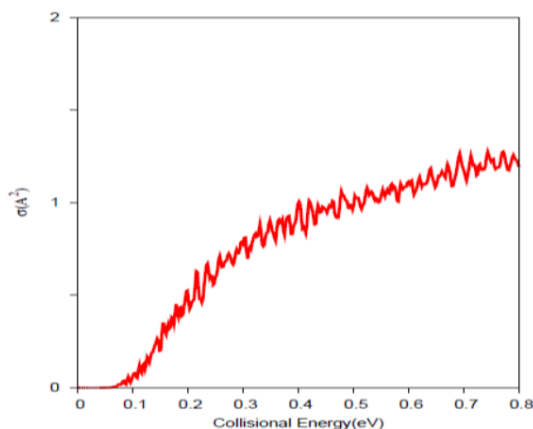


Figure 6. Integral cross sections

Fig. 7 shows reaction rate constants obtained by using results cross sections in temperature range of 100-1000 K. Here it has been clearly seen to what extent reaction rate constants are affected by unstable structures in TS region. Reaction rate constants have been seen very low in the temperature range considered (these constants for fast reaction are in range of 10^{-9} - 10^{-10}). At even very high temperature, these values cannot be accessed because of long-lived structures in TS region. In the work performed by Weck and Balakrishnan [7] for this reaction were examined cross sections in the translational energy range of 10^{-7} - 10^{-1} and reaction rate constants in the temperature range of 10^3 - 10^3 K. They showed that this reaction display a slow reaction model at temperature range considered due to the relatively heavy fluorine atom transfer. This model is also supported by both barriers in TS region and oscillatory structures in the integral cross sections.

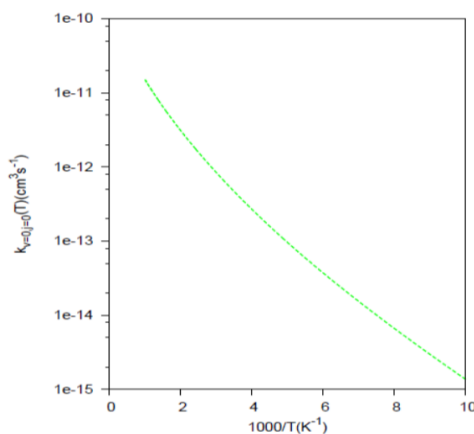


Figure 7. Reaction rate constants

4. Conclusions

In chemical reactions, the basis of dynamics calculations stands on interactions of atoms with each other and moving of atoms on interaction surface. The shortest path passed from a barrier or saddle point on the surface from reactants (product) or products (reactants) is minimum energy path. Barrier and potential wells occurs a basis for quantum mechanical effects. In this work, we observed how the

presence of potential energy wells depends on total angular momentum and internal quantum states of reactant and product molecules. Moreover, in particular, it is also seen that potential wells display important effects for reaction rate constants at low temperatures. Actually, when compared with first barrier one to the second, being on reaction path, both is nearly the same height. In such a case, since reaction has quite weak bounds in that region, it is difficult to determine the effect of the first barrier. But, it may not probably have a strong effect due to heavy atom transfer. For this reaction, also, it would be notable to see how the dissociation or formation of quasibound states affects resonance structures for various isotropic states. Besides, it would be good to compare coriolis coupling and centrifugal sudden results to be calculated for the next paper.

Acknowledgment

I am grateful to the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) for TR-Grid facilities.

References

1. Paniagua, M., Aguado, A., Lara, M., Roncero, O. 1999. Gas Phase Dynamics and Structure: Spectroscopy, Molecular Interactions, Scattering, and Photochemistry-Transition state spectroscopy via infrared excitation of Li... HF and Li... DF van der Waals, *Journal of Chemical Physics*, 111: 6712.
2. Burel, R., Piecuch, P., Spirko, V., Bludsky, O. 2002. Bound and Quasi-bound States of the Li—FH van der Waals Molecule: The Effect of the Potential Energy Surface and of the Basis Set Superposition Error, *Journal of Molecular Structure*, 591: 151-174.
3. Jaffe, R. L., Pattengill, M. D., Mascarello, F. G., Zare, R. N. 1987. Ca+HF: The anatomy of a chemical insertion reaction, *Journal of Chemical Physics*, 86: 6150.
4. Sanz, V., Aguado, A., Paniagua, M. 1998. Second-order density functional calculations of the MgFH potential energy surface, *Journal of Molecular Structure: THEOCHEM*, 426: 165.
5. Cai, M.-Q., Zhang, L., Tang, B.-Y., Chen, M.-D., Yang, G.-W., Han, K.-L. 2000. , *Chemical Physics*, 255: 283.
6. McGuire, M. J., Piecuch, P., Kowalski, K., Kucharski, S. A., Musia, M. 2004. Renormalized Coupled-Cluster Calculations of Reactive Potential Energy Surfaces: The BeFH System, *Journal of Physical Chemistry A*, 108: 8878.
7. Weck, P. F., Balakrishnan, N. 2005. Heavy atom tunneling in chemical reactions: Study of H+LiF collisions, *The Journal of Chemical Physics*, 122: 234310.
8. Sanz, C., Avoird, Ad van der, Roncero, O. 2005. Collisional and photoinitiated reaction dynamics in the ground electronic state of Ca—HCl, *The Journal of Chemical Physics*, 123: 064301.
9. Kikuchi, K., Hoshi, M., Niwa, T., Takahashi, Y. , Miyashi, T. 1991. Heavy-atom effects on the excited singlet-state electron-transfer reaction, *Journal of Physical Chemistry*, 95: 38-42.
10. Verbockhaven, G., Sanz, C., Groenenboom, G. C., Roncero, O., Avoird, A. V. D. 2005. Ab initio potential-energy surface for the reaction Ca+HCl→CaCl+H Ca+HCl→CaCl+H, *The Journal of Chemical Physics*, 122: 204307.
11. Garcia, E., Lagana, A. 1984. A fit of the potential energy surface of the LiHF system, *Molecular Physics*, 52: 1115-1124.
12. Yang, C.-Y., Klippenstein, S. J., Kress, J. D., Pack, R. T., Parker, G. A., Lagana, A. 1994. Comparison of transition state theory with quantum scattering theory for the reaction Li + HF→LiF+H, *Journal of Chemical Physics*, 100: 4917.

13. Weck, P. F., Balakrishnan, N. 2005. Quantum Dynamics of the $\text{Li}+\text{HF}\rightarrow\text{H}+\text{LiF}$ Reaction at Ultralow Temperatures, *The Journal of Chemical Physics*, 122: 154309.
14. Sanz, C., Avoird, A. V. D., Roncero, O. 2005. Collisional and Photoinitiated Reaction Dynamics in the Ground Electronic State of Ca-HCl , *The Journal of chemical Physics*, 123: 064301.
15. Gray, S. K., Balint-Kurti, G. G. 1998. Quantum Dynamics with Real Wave Packets, Including Application to three-dimensional $\text{D}+\text{H}_2\rightarrow\text{DH}+\text{H}$ Reactive Scattering, *Journal of Chemical Physics*, 108: 950.
16. Meijer, A. J. H. M., Goldfield, E. M., Gray, S. K., Balint-Kurti, G. G. 1998. Flux Analysis for Calculating Reaction Probabilities with Real Wave Packets, *Chemical Physics Letters*, 293: 270-276.
17. Hankel, M., Balint-Kurti, G. G., Gray, S. K. 2003. Sinc Wave Packets: New Form of Wave Packet for Time-Dependent Quantum Mechanical Reactive Scattering Calculations, *International Journal of Quantum Chemistry*, 92: 205-211.
18. Miquel, I., Gonzalez, M., Sayos, R., Balint-Kurti, G. G., Gray, S. K., Goldfield, E. M. 2003. Quantum Reactive Scattering Calculations of Cross Sections and Rate Constants for the $\text{N}+\text{O}_2\rightarrow\text{O}+\text{NO}$ Reaction, *Journal of Chemical Physics*, 118: 3111.
19. Hankel, M., Balint-Kurti, G. G., Gray, S. K. 2001. Quantum Mechanical Calculation of Reaction Probabilities and Branching Ratios for the $\text{O}+\text{HD}\rightarrow\text{OH}(\text{OD})+\text{D}(\text{H})$ Reaction on the XA' and $11\text{A}''$ Adiabatic Potential Energy Surfaces, *Journal of Physical Chemistry A*, 105: 2330-2339.
20. Hankel, M., Balint-Kurti, G. G., Gray, S. K. 2000. Quantum Mechanical Calculation of Product state Distributions for the $\text{O}+\text{H}_2\rightarrow\text{OH}+\text{H}$ Reaction on the Ground electronic State Surface, *Journal of Chemical Physics*, 113: 9658.
21. Gray, S. K., Goldfield, E. M., Schatz, G. C., Balint-Kurti, G. G. 1999. Helicity Decoupled Quantum Dynamics and Capture Model Cross Sections and Rate Constants for $\text{O}+\text{H}_2\rightarrow\text{OH}+\text{H}$, *Physical Chemistry Chemical Physics*, 1: 1141-1148.
22. Zhu, W., Wang, D., Zhang, J. Z. H. 1997. Quantum Dynamics Study of $\text{Li}+\text{HF}$ Reaction, *Theoretical Chemistry Accounts*, 96: 31-38.
23. Lin, S. Y., Guo, H. 2004. Quantum Wave Packet Studies of the $\text{C}+\text{H}_2\rightarrow\text{CH}+\text{H}$ Reaction: Integral Cross Section and Rate Constant, *Journal of Physical Chemistry A*, 108: 2141.
24. Liu, J., Fu, B., Zhang, D. 2009. Quantum Wave Packet Study of the $\text{C}+\text{H}_2$ Reaction, *Chemical Physics Letters*, 480: 46-48.
25. Lin, S. Y., Guo, H. 2004. Quantum Integral Cross-Section and Rate Constant of the $\text{O}+\text{H}_2\rightarrow\text{OH}+\text{H}$ Reaction on a New Potential Energy Surface, *Chemical Physics Letters*, 385: 193-197.
26. Monnerville, M., Peoux, G., Briquez, S., Halvick, P. 2000. Three-Dimensional Time-Dependent Study of a Reaction Involving Three Different Heavy Atoms and a Very Deep Well: Application to the $\text{C}+\text{NO}\rightarrow\text{CN}+\text{O}$ Exchange Reaction, *Chemical Physics Letters*, 322: 157-165.
27. Tang, X., Houchins, C., Lau, K., Ng, C. Y., Dressler, R. A., Chiv, Y., Chu, T., Han, K. -L. 2007. A Time-Dependent Wave Packet Quantum Scattering Study of the Reaction $\text{HD}+\text{He}\rightarrow\text{HeH}+(\text{HeD})+\text{D}(\text{H})$, *Journal of Chemical Physics*, 127: 164318.
28. Lin, S. Y., Sun, Z., Guo, H., Zhang, D. H., Honvault, P., Xie, D., Lee, S. 2008. Fully Coriolis-Coupled Quantum Studies of the $\text{H}+\text{O}_2\rightarrow\text{OH}+\text{O}$ Reaction on an Accurate Potential Energy Surface: Integral Cross Sections and Rate Constants, *Journal of Physical Chemistry A*, 112: 602-611., Trabzon.

Araştırma Makalesi / Research Article

Q-Holomorf Fonksiyonların Matris Analitik Fonksiyonlarla İlişkisi

Sezayi HIZLIYEL^{1*}

Uludağ Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümü 16059 Nilüfer, Bursa-TÜRKİYE

Özet

Bu makalede, Q-holomorf fonksiyonlar ile matris analitik fonksiyonlar arasındaki ilişkisi incelenecektir. Elde edilecek sonuçlar, Kühn [1] tarafından elde edilen her analitik fonksiyon için bir hiperanalitik fonksiyon bulunabilir özelliğini genelleştirir.

Anahtar Kelimeler: Q-Holomorf fonksiyonlar, Genelleştirilmiş Beltrami sistemi

The Relationship Between Q-Holomorphic Functions with Matrix Analytic Functions

Abstract

In this article, the relationship between Q-holomorphic functions and analytic functions will be examined. The obtained results, it generalizes the property that for each analytic function may be found a hyperanalytic function which obtained by Kühn [1].

Keywords: Q-Holomorphic Functions, Generalized Beltrami Systems

1. Giriş

Cauchy Riemann sistemiyle kompleks analitik fonksiyonlar arasındaki ilişki, bir çok matematikçi tarafından daha genel eliptik sistemlere genelleştirilmiş ve analitik fonksiyonların yüksek boyutlu benzerleri elde edilmiştir.

Doughlish [2], düzlemde

$$w_x + iw_y + aEw_x + bEw_y = 0 \quad (1)$$

şeklindeki eliptik denklem için analitik fonksiyonlar teorisinin bir benzerini geliştirmiştir. Burada E , $m \times m$ -tipinde sabit nilpotent matris yani; k bir tamsayı olmak üzere $E^k = 0$, $E^{k-1} \neq 0$ özelliğinde bir matris, a ve b ise x ve y nin kompleks değerli fonksiyonlarıdır. Daha sonra Bojarski [3], Doughlish [2]

fonksiyon teorisini

$$w_{\bar{z}} - Qw_z = 0 \quad (2)$$

şeklindeki matris denkleme genelleştirmiştir. Bojarski [3] de Q 'nun $m \times m$ -tipinde yarı köşegen bir matris olduğunu ve Q 'nun hepsi kompleks olan öz değerlerinin, mutlak değerce 1 den küçük olduğunu farz etmiştir. w ise $m \times 1$ - tipinde bilinmeyen matris fonksiyondur. (2) denkleminin çözümleri olan fonksiyonlara hiperanalitik fonksiyon denir. Diğer bir genelleme de Hile [4] tarafından verilmiştir. Hile [4] ise w $m \times s$ - tipinde bilinmeyen bir kompleks matris ve Q $m \times m$ - tipinde kendisi ile değişmeli (self commuting) yani Q 'nun tanım bölgesindeki Ω_0 daki her z_1, z_2 noktası için

*Sorumlu yazar: hizliyel@uludağ.edu.tr

Geliş Tarihi: 14.04.2016, Kabul Tarihi: 07.09.2016

$$Q(z_1)Q(z_2) = Q(z_2)Q(z_1) \quad (3)$$

değişme özelliğine sahip, bileşenleri z nin fonksiyonları olan bir matris olmak üzere (2) formundaki matris denklemi (sistemi) göz önüne alınmış, böylece Douglish [2] ve Bojarski [3] teorisini ihtiva edecek şekilde analitik fonksiyon teorisinin bir benzerini elde etmiştir. Eğer Q her $z \in \Omega_0$ için bir büyüklüğünde karakteristik değere sahip değilse (2) sistemine Genelleştirilmiş Beltrami sistemi ve sistemin çözümlerine Q - holomorf fonksiyonlar denir.

Bu çalışmada Q -holomorf fonksiyonların matris analitik fonksiyonlarla ilişkisini ele alacağız. Elde edilecek sonuçlar, hiperanalitik ve analitik fonksiyonlar arasında Kühn [1] tarafından elde edilen her analitik fonksiyona karşılık bir hiperanalitik fonksiyon bulunabilir özelliğini genelleştirir. Matris norm olarak, bir $B = (b_{ij})$ matrisi için

$$\|B\|^2 = iz(B^*B) = \sum_{i,j} |b_{ij}|^2 \quad (4)$$

ile tanımlanan standart normu kullanacağız. Kolay anlaşılabilirlik için $m \times s$ tipinde kompleks matris değerli fonksiyonların bazı uzaylarını tanımlayalım: Genelde bir $m \times s$ tipinde kompleks matris değerli verilmiş bir $w = (w_{ij})$ fonksiyonunun bileşenleri olan w_{ij} 'ler verilmiş belirli bir uzayda ise w o uzaydadır denir. Örneğin her bir $w_{ij} \in C^n(\Omega)$ ise $w \in C^n(\Omega)$ diyeceğiz. Burada Ω kompleks düzlemde bir bölgedir. $w \in C^{\alpha,n}(\bar{\Omega})$, ($0 < \alpha < 1$) denir eğer w ve onun n . mertebeye kadar türevleri Ω nin kapanışı $\bar{\Omega}$ de Hölder sürekli ise. Bununla şunu kastediyoruz $\bar{\Omega}$ için $c > 0$, $0 < \alpha < 1$ olacak şekilde öyle c ve α sabitleri mevcuttur ki tüm $z_1, z_2 \in \bar{\Omega}$ için

$$\|w(z_1) - w(z_2)\| \leq c|z_1 - z_2|^\alpha \quad (5)$$

gerçeklenir.

2. Q- Holomorf Fonksiyonlar

Hile Q - holomorf fonksiyonları incelemek için Douglish [2] ve Bojarki [3]'yi takip ederek

$$D := \frac{\partial}{\partial \bar{z}} - Q \frac{\partial}{\partial z} \quad (6)$$

genelleştirilmiş Beltrami operatörü için doğurucu çözüm kavramını vermiştir [4]. Q nun tanım bölgesi Ω_0 da aşağıdaki özelliklere sahip $m \times m$ tipinde bir $\phi = \phi(z)$ kompleks matris değerli fonksiyonuna Ω_0 bölgesinde (4) operatörü için bir doğurucu çözüm denir

- (D1) ϕ , Ω_0 da $Dw = 0$ denkleminin C^1 –sınıfından bir çözümüdür.
- (D2) ϕ , Ω_0 da kendi ve Q ile değişmelidir.
- (D3) her $z, \zeta \in \Omega_0, z \neq \zeta$ için $\phi(\zeta) - \phi(z)$ tersinirdir.
- (D4) her $z \in \Omega_0$ için $\phi_z(z)$ tersinirdir.

Ayrıca Hile [4] aşağıdaki teoremleri de ispatlamıştır.

Teorem 2.1 $w = w(z), C^1(\Omega_0)$ sınıfından $m \times s$ tipinde bir kompleks değerli matris fonksiyon olsun. Bu takdirde

$$\frac{dw(z)}{d\phi(z)} = \lim_{\Delta z \rightarrow 0} [\phi(z + \Delta z) - \phi(z)]^{-1} [w(z + \Delta z) - w(z)] \quad (7)$$

limitinin Ω_0 'nın bir z noktasında mevcut olması için gerek ve yeter şart, w 'nin z noktasında $Dw = 0$ denklemini sağlamasıdır. Bu durumda

$$\frac{dw(z)}{d\phi(z)} = [\phi(z)]^{-1}w_z(z) \quad (8)$$

gerçeklenir.

v , Ω_0 da $Dw = 0$ denkleminin $C^1(\Omega_0)$ sınıfından ve Ω_0 'da Q ile değişmeli $m \times m$ -tipinde bir çözümü olsun. Ω , Ω_0 'nın sınırı $\Gamma = \partial\Omega$ olan regüler bir alt bölgesi olsun. Eğer u , $C^1(\Omega) \cap C(\overline{\Omega})$ sınıfından ve Ω da birinci mertebeden sınırlı türevlere sahip ise,

$$\int_{\Gamma} (dv)u = 2i \iint_{\Omega} v_z(u_{\bar{z}} - Qu_z) dx dy \quad (9)$$

eşitliği sağlanır [4]

Aşağıdaki sonuç, Teorem 2.2' nin bir sonucudur.

Sonuç 2.3 ϕ , Ω_0 'da $Dw = 0$ denklemi için bir doğurucu çözüm; Ω , Ω_0 'ın düzgün bir alt bölgesi ve Γ da Ω 'nın sınırı olsun. Eğer $w \in C(\overline{\Omega})$ sınıfından ve Ω da Q -holomorf ise, bu takdirde

$$\int_{\Gamma} (d\phi)w = 0 \quad (10)$$

Gerçeklenir [4].

Q -holomorf fonksiyonlar için Cauchy integral formülü de ispat edilebilir. Önce aşağıdaki lemmayı verelim.

Lemma 2.4 ϕ , Ω_0 da $Dw = 0$ denklemi için bir doğurucu çözüm olsun. Eğer $z \in \Omega_0$ ve z merkezli ε yarıçaplı kapalı daire Ω_0 da bulunuyorsa, bu takdirde

$$\int_{|\zeta-z|=\varepsilon} [\phi(\zeta) - \phi(z)]^{-1} (d\phi)(\zeta) = p \quad (11)$$

olur. Burada p , $Dw = 0$ denklemi için bir p matristir [4].

Teorem 2.5 Ω , Ω_0 bölgesinin regüler bir alt bölgesi $\Gamma = \partial\Omega$, Ω 'nın sınırı, w Ω 'da birinci mertebeden sınırlı türevlere sahip $C^1(\Omega) \cap C(\overline{\Omega})$ sınıfından ve $m \times s$ -tipinde bir matris olsun. Bu takdirde bir $z \in \Omega$ için

$$w(z) = p^{-1} \int_{\Gamma} [\phi(\zeta) - \phi(z)]^{-1} (d\phi)(\zeta) w(\zeta) - 2ip^{-1} \iint_{\Omega} \phi_{\bar{\zeta}}(\zeta) [\phi(\zeta) - \phi(z)]^{-1} [w_{\bar{\zeta}}(\zeta) - Q(\zeta)w_{\zeta}(\zeta)] d\bar{\zeta} d\zeta \quad (12)$$

sağlanır. Burada $\zeta = \xi + i\eta$ [4].

Sonuç 2.6 (Cauchy İntegral Formülü) w , Ω 'da Q -holomorf ve $\overline{\Omega}$ da sürekli olsun. Bu durumda Ω , Ω_0 in regüler bir alt bölgesi olmak üzere her $z \in \Omega$ için

$$w(z) = p^{-1} \int_{\Gamma} [\phi(\zeta) - \phi(z)]^{-1} d\phi(\zeta) w(\zeta) \quad (13)$$

gerçeklenir [4].

Şimdi işlemlerde kolaylık sağlamak için doğurucu çözümü biraz daha basit yazacağız. Bu basitleştirme ile (2) denklemi daha da basit yazılabilir. Şöyle ki, $Dw = 0$ denkleminin ϕ doğurucu çözümü,

$$\phi(z) = \phi_0(z)I + N(z) \quad (14)$$

şekline sahiptir [4]. Burada $N(z)$ alt üçgensel nilpotent bir matristir, $\phi_0(z)$ ise

$$\frac{\partial \phi_0}{\partial \bar{z}} - \lambda(z) \frac{\partial \phi_0(z)}{\partial z} = 0 \quad (15)$$

Beltrami denklemini sağlar. Öte yandan biliniyor ki, (15) denkleminin $C^{1,\alpha}(\mathbb{C})$ sınıfından bir bire-bir çözümü mevcuttur (Vekua 1962). (15) denkleminin çözümü olan bu Beltrami homeomorfizmini kullanarak $\phi_0(z) = \rho(z)$ diyelim ve (2) genelleştirilmiş Beltrami sisteminde $z = \rho(z)$ değişken değişimi yapalım

$$\begin{aligned} w_{\bar{z}} &= w_{\rho} \rho_{\bar{z}} + w_{\bar{\rho}} (\bar{\rho})_{\bar{z}} \\ w_z &= w_{\rho} \rho_z + w_{\bar{\rho}} (\bar{\rho})_z \end{aligned}$$

olduğundan, bu değişken değişimi ile $Dw=0$ denklemi,

$$Dw = [(\bar{\rho}_z(Q\bar{\lambda} - I)] \hat{D}w \quad (16)$$

olarak yazılabilir. Burada

$$\hat{D} := \frac{\partial}{\partial \bar{\rho}} - \hat{Q} \frac{\partial}{\partial \rho}, \quad (17)$$

$$\hat{Q} = [\bar{\rho}_{\bar{z}}(Q\bar{\lambda} - I)]^{-1} p_z(\lambda I - Q) \quad (18)$$

ve I $m \times m$ -tipinde birim matristir. Q nun bir büyüklüğünde karakteristik değerlere sahip olmadığı varsayıldığından $\|Q\bar{\lambda} - I\| \neq 0$ ve dolayısıyla $(Q\bar{\lambda} - I)^{-1}$ tersi mevcuttur. $\lambda I - Q$ matrisinin esas köşegeni sıfır olduğundan, (16) de w_{ρ} 'nin katsayı matrisinin esas köşegeni sıfır olan alt üçgensel matristir. Bu istenilen normal formdur. (17) de w_{ρ} nin katsayısını Q ile ve bağımsız değişken olarak yeniden z 'yi kullanırsak

$$Dw := \frac{\partial w}{\partial \bar{z}} - Q \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (19)$$

denklemini elde ederiz. Dikkat edilirse bu halde Q esas köşegeni sıfır olan kendi değişmeli bir matristir [5].

Cauchy integral temsili (13) kullanılarak Q - holomorf fonksiyonların m tane Q -holomorf fonksiyonların terimlerinde faydalı bir temsili elde edilebilir. Normal formda (17) genelleştirilmiş Beltrami operatörü $\phi(\tau) = \mathcal{A} + N(\tau)$ şeklinde kendi ve Q ile değişmeli bir doğurucu çözüme sahiptir.

$\Delta(\tau, \tau_0) = N(\tau) - N(\tau_0)$ gösterimi kullanılırsa

$$\begin{aligned}
 [\phi(\tau) - \phi(z)]^{-1} d\phi(\tau) &= \sum_{k=0}^{m-1} \frac{(-1)^k}{\tau - z} \left(\frac{\Delta(\tau, z)}{\tau - z} \right)^k d\phi(\tau) \\
 &= \sum_{k=0}^{m-1} \frac{(-1)^k}{(\tau - z)^{k+1}} (\Delta(\tau, z_0) - \Delta(z, z_0))^k d\phi(\tau) \\
 &= \sum_{k=0}^{m-1} \frac{(-1)^k}{(\tau - z)^{k+1}} \sum_{\ell=0}^k (-1)^\ell \binom{k}{\ell} \Delta^{k-\ell}(\tau, z_0) \Delta^\ell(z, z_0) d\phi(\tau) \\
 &= \sum_{k=0}^{m-1} \sum_{\ell=0}^k \frac{(-1)^{k+\ell}}{(\tau - z)^{k+1}} \binom{k}{\ell} \Delta^{k-\ell}(\tau, z_0) \Delta^\ell(z, z_0) d\phi(\tau) \\
 &= \sum_{\ell=0}^{m-1} \frac{1}{\ell!} \Delta(z, z_0)^\ell \sum_{k=\ell}^{m-1} \frac{(-1)^{k+\ell} k!}{(\tau - z)^{k+1} (k - \ell)!} \Delta^{k-\ell}(\tau, z_0) d\phi(\tau) \\
 &= \sum_{\ell=0}^{m-1} \frac{1}{\ell!} \Delta(z, z_0)^\ell \sum_{s=0}^{m-\ell-1} \frac{(-1)^{s+2\ell} (s + \ell)!}{(\tau - z)^{s+\ell+1} (s)!} \Delta^s(\tau, z_0) d\phi(\tau) \\
 &= \sum_{\ell=0}^{m-1} \frac{1}{\ell!} \Delta(z, z_0)^\ell \frac{\partial^\ell}{\partial z^\ell} \left\{ \sum_{s=0}^{m-\ell-1} \frac{(-1)^s}{(\tau - z)^{s+1}} \Delta^s(\tau, z_0) \right\} d\phi(\tau)
 \end{aligned}$$

elde edilir. Şimdi $f \in C^{m-1}(\Omega)$ için

$$C[z_0]f(z) := \sum_{j=0}^{m-1} \frac{1}{j!} \Delta^j(z, z_0) \frac{\partial^j}{\partial z^j} f(z) \tag{20}$$

fonksiyonunu tanımlayalım. Burada $f, m \times s$ -tipinde kompleks matris değerli bir fonksiyondur. Şimdi D ve \dot{D} türev operatörlerini

$$D := \frac{\partial}{\partial \bar{z}} - Q \frac{\partial}{\partial z} \tag{21}$$

$$\dot{D} = \alpha(z) \frac{\partial}{\partial \bar{z}} + \beta(z) \frac{\partial}{\partial z} \tag{22}$$

olarak tanımlayalım. Burada

$$\begin{aligned}
 \alpha(z) &= [\bar{\phi}_z \phi_{\bar{z}} - \bar{\phi}_{\bar{z}} \phi_z]^{-1} \bar{\phi}_z \\
 \beta(z) &= [\bar{\phi}_z \phi_{\bar{z}} - \bar{\phi}_{\bar{z}} \phi_z]^{-1} \bar{\phi}_{\bar{z}}
 \end{aligned}$$

Dikkat edilirse

$$\begin{aligned}
 \dot{D}\phi &= [\bar{\phi}_z \phi_{\bar{z}} - \bar{\phi}_{\bar{z}} \phi_z]^{-1} [\bar{\phi}_z \phi_{\bar{z}} - \bar{\phi}_{\bar{z}} \phi_z] \\
 &= I
 \end{aligned}$$

olur.

Teorem 3.1 Eğer $f m \times s$ -tipinde $C^m(\Omega)$ sınıfından bir matris ise,

1. $DC[z_0]f = C[z_0]\left(\frac{\partial f}{\partial \bar{z}}\right)$
2. $\dot{D}C[z_0]f = C[z_0]f_z$

gerçeklenir.

İspat : 1.

$$\begin{aligned}
 DC[z_0]f &= D\left[\sum_{j=0}^{m-1} \frac{1}{j!} \Delta(z, z_0)^j \frac{\partial^j f}{\partial z^j}\right] \\
 &= \sum_{j=0}^{m-1} \frac{1}{j!} \left[(D\Delta(z, z_0))^j \frac{\partial^j f}{\partial z^j} + \Delta(z, z_0)^j D\left(\frac{\partial^j f}{\partial z^j}\right) \right] \\
 &= \sum_{j=1}^{m-1} \frac{1}{j!} \left[j\Delta(z, z_0)^{j-1} \Delta_{\bar{z}} - Qj\Delta(z, z_0)^{j-1} \Delta_z \right] \frac{\partial^j f}{\partial z^j} + \sum_{j=0}^{m-1} \frac{1}{j!} \Delta(z, z_0)^j \left[\frac{\partial^{j+1} f}{\partial z^j \partial \bar{z}} - Q \frac{\partial^{j+1} f}{\partial z^{j+1}} \right] \\
 &= \sum_{j=1}^{m-1} \frac{1}{(j-1)!} \Delta(z, z_0)^{j-1} [\Delta_{\bar{z}} - Q\Delta_z] \frac{\partial^j f}{\partial z^j} + \sum_{j=0}^{m-1} \frac{1}{j!} \Delta(z, z_0)^j \left[\frac{\partial^{j+1} f}{\partial z^j \partial \bar{z}} - Q \frac{\partial^{j+1} f}{\partial z^{j+1}} \right] \\
 &= \sum_{j=0}^{m-2} \frac{1}{j!} \Delta(z, z_0)^j Q \frac{\partial^{j+1} f}{\partial z^{j+1}} + \sum_{j=0}^{m-1} \frac{1}{j!} \Delta(z, z_0)^j \frac{\partial^j f_{\bar{z}}}{\partial z^j} - \sum_{j=0}^{m-1} \frac{1}{j!} \Delta(z, z_0)^j Q \frac{\partial^{j+1} f}{\partial z^{j+1}} \\
 &= -\frac{1}{(m-1)!} \Delta(z, z_0)^{m-1} Q \frac{\partial^m f}{\partial z^m} + C[z_0]f_{\bar{z}} \\
 &= C[z_0]f_{\bar{z}}
 \end{aligned}$$

elde edilir. Burada Δ ve Q m. mertebeden nilpotent olduklarından $\Delta(z, z_0)^{m-1}Q = 0$ dir.

$$\begin{aligned}
 2. \dot{D}C[z_0]f &= \sum_{j=0}^{m-1} \frac{1}{j!} \dot{D} \left[\Delta(z, z_0)^j \frac{\partial^j f}{\partial z^j} \right] \\
 &= \sum_{j=0}^{m-1} \frac{1}{j!} (\dot{D}\Delta(z, z_0))^j \frac{\partial^j f}{\partial z^j} + \sum_{j=0}^{m-1} \frac{1}{j!} \Delta(z, z_0)^j \dot{D} \left(\frac{\partial^j f}{\partial z^j} \right) \\
 &= \sum_{j=1}^{m-1} \frac{1}{(j-1)!} \Delta(z, z_0)^{j-1} (1-\beta) \frac{\partial^j f}{\partial z^j} \\
 &\quad + \sum_{j=0}^{m-1} \frac{1}{j!} \Delta(z, z_0)^j \left[\alpha \frac{\partial^{j+1} f}{\partial z^j \partial \bar{z}} + \beta \frac{\partial^{j+1} f}{\partial z^{j+1}} \right] \\
 &= \frac{1}{(m-1)!} \Delta(z, z_0)^{m-1} (\beta-1) \frac{\partial^m f}{\partial z^m} + \sum_{j=0}^{m-1} \frac{1}{j!} \Delta(z, z_0)^j \frac{\partial^{j+1} f}{\partial z^{j+1}} \\
 &= C[z_0]f_z
 \end{aligned}$$

dir.

Sonuç 3.2 f analitik ise $C[z_0]f$, (8) denkleminin bir çözümüdür.

Kaynaklar

1. Kühn E. 1974. Über die Funktionentheorie einer Klasse Elliptischer Differentialgleichungssysteme in der Ebene, Phd. Dissertation, Universitaet Dourtmund.

2. Douglish A. 1953. A Function Theoretic Approach to Elliptic systems of Equations in two variables. *Comm. Pure Appl. Math.* 6: 259-289.
3. Bojarski B. V. 1966. Theory of generalized analytic vectors. (in Russian) *Ann. Polon. Math.* 17: 281 – 320.
4. Hile G. N. 1982. Function theory for generalized Beltrami systems, *Comp. Math.* 11: 101- 125.
5. Hızlıyel S., Çağlıyan M. 2004. Generalized Q -holomorphic functions. *Complex Var. Theory Appl.* 49 : 427 – 447.

Araştırma Makalesi / Research Article

Farklı Konsantrasyonlarda ve Sürelerde Sodyum Hipoklorid (NaOCl) Uygulamasının *Pancretium maritimum* L. Soğanlarının Yüzey Sterilizasyonu Üzerine Etkileri

Fethi Ahmet ÖZDEMİR^{1*}, Mehmet Uğur Yıldırım², Ömer KILIÇ³

¹Bingöl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, BİNGÖL

²Uşak Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, UŞAK,

³Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Peyzaj ve Süs Bitkileri Bölümü, BİNGÖL

Özet

Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerin kumul kıyılarında doğal olarak yetişen kum zambakları (*Pancretium maritimum* L.), Amaryllidaceae familyası üyelerindedir. Bu çalışmada *Pancretium maritimum* L. soğanları % 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 oranında sodyum hipoklorid (NaOCl) çözeltisi içerisinde 15, 20, 25, 30, 35 dakika bekletildikten sonra soğanlarda meydana gelen deformasyon oranı % cinsinden hesaplanmış, bekleme süresinin ardından soğanlar 3 defa 5'er dakika süre ile steril distile saf sudan geçirilerek hormon içermeyen MS besin ortamına aktarılmış, 10 gün sonra MS besin ortamında meydana gelen kontaminasyon oranları % cinsinden belirlenmiştir. % 2 ve 3 oranında sodyum hipoklorid çözeltisi içerisinde bekletilen soğanlarda deformasyon gözlenmezken, %100 oranında kontaminasyon tespit edilmiştir. En etkili yüzey sterilizasyonu %5-6 oranında sodyum hipoklorid çözeltisi içerisinde 30 ve 35 dakika bekletilerek sağlanmıştır. Sodyum hipoklorid konsantrasyonu ve uygulama süresi arttıkça soğanların yüzey sterilizasyonu artmış ancak soğanların pul yapraklarındaki deformasyon oranı da bu artışa bağlı olarak artmıştır.

Anahtar Kelimeler *Pancretium maritimum* L., sodyumhipoklorit, sterilizasyon

The Effects of Application of Sodium Hypochlorite (NaOCl) in Different Concentrations and Durations on the Surface Sterilization of *Pancretium maritimum* L. Bulbs

Abstract

Sea daffodil (*Pancretium maritimum* L.), a member of the family Amaryllidaceae, naturally grows on the dune coasts of the southern Mediterranean countries. In this study, *Pancretium maritimum* L. bulbs were kept in solutions of 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 % sodium hypochlorite (NaOCl) for 15, 20, 25, 30, 35 minutes. The deformation rate is calculated in percentage. After the waiting period the bulbs were washed 3 times for 5 min with sterile distilled pure water and were transferred in a hormone-free MS medium. After 10 days the contamination rates occurring in MS medium were determined in percentage. The bulbs that had been kept in 2 % and 3% sodium hypochlorite solution showed no deformation, while the contamination rate was 100%. The most effective surface sterilization was achieved by keeping the bulbs in sodium hypochlorite solutions of 5-6% for 30 and 35 minutes. With the increase of sodium hypochlorite concentrations and exposure times the surface sterilization of bulbs also increased, but the bulb deformation rates increased too.

Keywords: *Pancretium maritimum* L., sodium hypochlorite, sterilisation

*Sorumlu yazar: ozdemirfethiahmet23@yahoo.com
Geliş Tarihi: 01.11.2016 Kabul Tarihi: 29.11.2016

1. Giriş

Türkiye bitki çeşitliliği yönünden büyük bir zenginliğe sahip olup, geofit bitkiler bu çeşitlilik içerisinde önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde yaklaşık olarak 600 kadar geofit türü yetişmekte olup bunların büyük bir kısmı iç ve dış mekanları süslemek üzere süs bitkisi olarak kullanılmaktadır. *Pancretium* cinsi Amaryllidacea familyası içerisinde yer alan bir cins olup dünyada 21 türü bulunmaktadır [1]. Ülkemizde doğal olarak yetişen ve kayıt altına alınan tek tür *Pancretium maritimum* L. dir [2]. Kum zambakları çok yıllık soğanlı bitkiler olup, süs bitkisi olarak kullanılabilme potansiyeline sahip, kurak ve sıcak koşullara dayanıklı ve içerdiği kimyasal maddeler sayesinde endüstride değerlendirilme olanağına sahiptir [3], [4], [5]. *P. maritimum* Akdeniz, Atlantik ve Karadeniz sahilleri boyunca yayılış göstermektedir [6]. Ülkemizde Kırklareli, İstanbul, Bolu, Bartın, Sinop, Samsun, Giresun, Trabzon, Antalya ve Adana'nın kumlu sahillerinde doğal olarak yetişmektedir [7]. Kum zambaklarının yaşam alanları olan sahillerin büyük bölümünün plaj olarak kullanılması, çiçeklerinin koparılması ve soğanlarının toplanması nedeni ile nesli tehlike altında olan bitkilerdendir. Türün habitatının sahil şeridi olması nedeni ile turizm bu türün nesli için en büyük tehditlerden biridir [8]. İtalya, İspanya, Fransa ve Akdeniz kıyı şeridindeki yoğun kentleşme ve sökümler nedeni ile kum zambağı popülasyonları giderek azalmaktadır [9]. Kum zambağının sökülerek yurt dışına ihraç edilmesi ülkemizde yasaklanmıştır [10]. Ülkemizdeki tehdit ihraç amacıyla sökümden ziyade kıyıların bilinçsiz bir şekilde kullanımı ve kentleşmeye açılmasıdır.

Virüs, bakteri ve mantarların *in vitro* çalışmalarda kullanılan bitkisel materyallerin yüzeylerinde bulunmalarından dolayı birçok bitkisel materyalin yüzey sterilizasyonları etkili bir şekilde gerçekleştirilemediği için kontaminasyondan dolayı kültür ortamındaki bitki materyali kaybedilmektedir [11]. Bazen etkili bir şekilde yapılan yüzey sterilizasyonunda yeterli olmamaktadır. Çünkü çalışmada kullanılan bitki materyallerinin iç kısımlarında bulunan virüs, bakteri veya funguslar uzaklaştırılmamaktadır [12].

Etkili bir sterilizasyonun sağlanamaması sonucunda kültür ortamında bulunan mikroorganizmalar ile eksplant arasında bir rekabet meydana gelmektedir. Kültür ortamındaki mikroorganizmaların artması sonucunda; kültür ortamında bulunan eksplantlarda büyüme azalmakta ardından nekroz oluşmakta ve sonunda eksplant kaybedilmektedir [13]. Bilimsel çalışmalar yapan yada ticari amaçlı olarak kurulmuş olan bitki doku kültürü laboratuvarlarında mikrobiyal kontaminasyondan dolayı %3 ile 15 gibi büyük bir oranda kültüre alınmış bitki materyali kaybedilmektedir [14]. Etkili bir sterilizasyon protokolü geliştirmek zaman ve efor gerektirip çoğu zamanda ekonomik olmamaktadır

Doku kültüründe başarı sağlamak etkili bir şekilde yüzey sterilizasyonu geliştirmeye bağlıdır. Sterilizasyonda kullanılan madde ve kullanılan maddenin uygulanma süresi etkili bir sterilizasyon için kritik bir öneme sahiptir [15]. Kültüre alınacak olan bitki materyali seçilen sterilizasyon ajanı ve sterilizasyonu gerçekleştirecek olan maddenin uygulama zamanında canlılığını kaybetmemeli; sterilizasyonu gerçekleştirecek olan madde sadece kültüre alınacak olan bitki materyali üzerindeki mikroorganizmaları öldürmelidir.

In vitro çalışmalarda her bitkinin yüzeysel olarak bakteri, mantar ve benzeri organizmalardan temizlenebilmesi için gerekli dezenfektan dozu ve sterilizasyon süresi farklıdır. Dolayısıyla en uygun dezenfektan dozu ve sterilizasyon süresinin belirlenmesi önemlidir [16]. Bitkisel materyallerin yüzey sterilizasyonunda hidrojen peroksit, cıva, gümüş nitrat ve antibiyotikler kullanılabilir. Ancak ticari sodyum hipoklorit (çamaşır suyu) en yaygın kullanıma sahiptir [17]. Sterilizasyonu gerçekleştirecek olan maddenin konsantrasyonu ve bu maddenin bitki materyaline uygulanma süresi arasındaki denge çok önemli olup belirlenen konsantrasyon ve uygulama süresinin kültüre alınacak olan bitki materyali üzerinde fitotoksik bir etkiye sahip olmaması gerekmektedir

Bu çalışmada farklı konsantrasyonlarda ve sürelerde sodyum hipoklorit muamelesinin *in vitro* çalışmalar için *Pancretium maritimum* soğanlarında etkili bir yüzey sterilizasyonu gerçekleştirip gerçekleştirmediğini belirlemek amaçlanmıştır

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan *Pancretium maritimum* L. soğanları, Bartın iline bağlı Mugada sahillerinde toplanmıştır. Bitkinin tür teşhisi “The Flora of Turkey” e [18] göre yapılmıştır. Çalışmaya başlanmadan önce bitkinin yaprak kısımları uzaklaştırılmıştır. Soğanlar çeşme suyunda 25 dakika boyunca yıkanıp soğan üzerindeki toprak, çamur ve diğer yapışık maddelerin uzaklaştırılması sağlanmıştır. Etkili bir yüzey sterilizasyonu gerçekleştirmek amacı ile soğanlara % 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 oranında sodyum hipoklorit (NaOCl) çözeltisi 15, 20, 25, 30, 35 dakika boyunca uygulanmıştır. Sodyum hipoklorit uygulamasından sonra soğanlarda meydana gelen deformasyon % olarak belirlenmiş olup çizelge 1 ve 2 de gösterilmiştir. Sterilizasyonu gerçekleştirilen soğanlar, 3 defa 5 dakika süre ile steril distile saf sudan geçirilerek durulanmıştır. Durulamanın ardından soğanlar % 3 sakkaroz içeren ve % 0.65 agar ile katılaştırılmış MS [19] besin ortamında kültüre alınmıştır. Soğanlar kültüre alındıktan 10 gün sonra meydana gelen kontaminasyon oranı % cinsinden belirlenerek çizelge 1 ve 2 de gösterilmiştir

Çalışmada kullanılan besin ortamları, alet ve ekipmanların sterilizasyonları 1.4 kg cm⁻² basınç altında otoklavda 120°C’ de 21 dakika tutularak gerçekleştirilmiştir. Besin ortamlarının pH’sı 1 N NaOH ve 1 N HCl kullanılarak 5.8±1 e ayarlanmıştır. Kültüre alınan soğanlar, 24±1°C sıcaklık, 16 saat ışık/8 saat karanlık fotoperiyod koşullarında 500 µmolm⁻²s⁻¹ ışık yoğunluğunda iklim dolabında (Aralab) kültüre alınmıştır. Her deneme için 5 adet soğan kullanılmış olup, denemeler 3 tekrarlı olacak şekilde planlanmış ve bu tekrarlı denemeler sonucu oluşan % değerlerinin ortalaması hesaplanmıştır (Çizelge 1 ve 2). Çalışma flow laminar hava akışlı kabin içerisinde gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada *Pancretium maritimum* L. soğanları % 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 oranında sodyum hipoklorit (NaOCl) çözeltisi içerisinde 15, 20, 25, 30, 35 dakika bekletilerek etkili bir yüzey sterilizasyon protokolü geliştirmek amaçlanmıştır.

Çizelge 1: %2-5 oranında NaOCl (Sodyum hipoklorid) uygulamasının *Pancretium maritimum* L. soğanlarının yüzey sterilizasyonu üzerine etkileri.

Sodyumhipoklorid (NaOCl) Konsantrasyonu (%)	Muamele Süresi (dk)	Kontaminasyon oranı (%)	Soğanlardaki deformasyon oranı (%)
2	15	100	0
	20	100	0
	25	100	0
	30	100	0
	35	100	0
3	15	100	0
	20	100	0
	25	100	0
	30	100	0
	35	100	0
4	15	100	0
	20	90	10
	25	80	15
	30	80	15
	35	75	20
5	15	60	0
	20	40	5
	25	35	10
	30	0	40
	35	0	45

Sodyum hipoklorit çözeltisi içerisinde belirtilen bekleme sürelerinin ardından soğanlarda meydana gelen deformasyon oranı % cinsinden hesaplanmış, elde edilen bulgular çizelge 1 ve 2 de gösterilmiştir. Sterilizasyonları gerçekleştirilen soğanlar hormon içermeyen MS besin ortamına aktarılmış, 10 günlük bir bekleme süresinin ardından MS besin ortamındaki soğanlarda meydana gelen kontaminasyon oranı % cinsinden hesaplanarak bulgular çizelge 1 ve 2’de sunulmuştur.

Çalışma sonuçlarına göre %2’lik sodyum hipoklorid çözeltisi içerisinde 15, 20, 25, 30, 35 dakika bekletilen soğanlarda deformasyon gözlenmemiş olup, kullanılan bütün soğanlarda %100 oranında kontaminasyon tespit edilmiştir. Aynı durum %3’lük sodyum hipoklorid çözeltisi içerisinde bekletilen soğanlarda da gözlenmiştir. %4’lük sodyum hipoklorit çözeltisi içerisinde 15 dakika bekletilen soğanlarda deformasyon gözlenmezken, %100 oranında kontaminasyon saptanmıştır. Aynı çözelti içerisinde; 20 dakika bekletilen soğanlarda deformasyon oranı %10, kontaminasyon oranı %90, 25 dakika bekletilen soğanlarda deformasyon oranı %15, kontaminasyon oranı %80, 30 dakika bekletilen soğanlarda deformasyon oranı %15, kontaminasyon oranı %80, 35 dakika bekletilen soğanlarda deformasyon oranı %20, kontaminasyon oranı %75 olarak kaydedilmiştir. %5’lik sodyum hipoklorid çözeltisi içerisinde 15 dakika bekletilen soğanlarda deformasyon gözlenmemiş olup, %60 oranında kontaminasyon tespit edilmiştir. Aynı çözelti içerisinde; 20 dakika bekletilen soğanlarda deformasyon oranı %5, kontaminasyon oranı %40, 25 dakika bekletilen soğanlarda deformasyon oranı %10, kontaminasyon oranı %35, Aynı çözelti içerisinde 30 ve 35 dakika bekletilen soğanlarda kontaminasyon gözlenmezken, 30 dakikalık bekleme süresinin ardından soğanlarda %40, 35 dakikalık bekleme süresinin ardından ise soğanlarda % 45 oranında deformasyon tespit edilmiştir.

Çizelge 2: %6-10 oranında NaOCl (Sodyum hipoklorid) uygulamasının *Panocratium maritimum* L. soğanlarının yüzey sterilizasyonu üzerine etkileri.

Sodyumhipoklorid (NaOCl) Konsantrasyonu (%)	Muamele Süresi (dk)	Kontaminasyon oranı (%)	Soğanlardaki deformasyon oranı (%)
6	15	25	10
	20	15	15
	25	5	35
	30	0	40
	35	0	45
7	15	20	10
	20	10	35
	25	10	45
	30	0	55
	35	0	55
8	15	25	30
	20	20	45
	25	15	50
	30	0	65
	35	0	65
9	15	10	55
	20	5	60
	25	5	65
	30	0	85
	35	0	95
10	15	5	100
	20	0	100
	25	0	100
	30	0	100
	35	0	100

Bu çalışma sonucunda; %6'lık sodyum hipoklorid çözeltisi içerisinde 15 dakika bekletilen soğanlarda deformasyon oranı %10, kontaminasyon oranı %25, 20 dakika bekletilen soğanlarda deformasyon oranı %15, kontaminasyon oranı %15, 25 dakika bekletilen soğanlarda deformasyon oranı %35, kontaminasyon oranı %5 olarak belirlenmiştir. Aynı çözelti içerisinde 30 ve 35 dakika bekletilen soğanlarda kontaminasyon gözlenmezken, 30 dakikalık bekleme süresinin ardından soğanlarda %40 oranında, 35 dakikalık bekleme süresinin ardından ise soğanlarda % 45 oranında deformasyon kaydedilmiştir. %7'lik sodyum hipoklorid çözeltisi içerisinde 15 dakika bekletilen soğanlarda deformasyon oranı %10, kontaminasyon oranı %20, 20 dakika bekletilen soğanlarda deformasyon oranı %35, kontaminasyon oranı %10, 25 dakika bekletilen soğanlarda deformasyon oranı %45, kontaminasyon oranı %10 olarak tespit edilmiştir. Aynı çözelti içerisinde 30 ve 35 dakika bekletilen soğanlarda kontaminasyon gözlenmezken, her iki bekleme süresinin ardından soğanlarda %55 oranında deformasyon saptanmıştır. %8'lik sodyum hipoklorid çözeltisi içerisinde 15 dakika bekletilen soğanlarda deformasyon oranı %30, kontaminasyon oranı %25, 20 dakika bekletilen soğanlarda deformasyon oranı %45, kontaminasyon oranı %20, 25 dakika bekletilen soğanlarda deformasyon oranı %50, kontaminasyon oranı %15 olarak belirlenmiştir. Aynı çözelti içerisinde 30 ve 35 dakika bekletilen soğanlarda kontaminasyon gözlenmezken, her iki bekleme süresinin ardından soğanlarda %65 oranında deformasyon kaydedilmiştir. %9'luk sodyum hipoklorid çözeltisi içerisinde 15 dakika bekletilen soğanlarda deformasyon oranı %55, kontaminasyon oranı %10, 20 dakika bekletilen soğanlarda deformasyon oranı %60, kontaminasyon oranı %5, 25 dakika bekletilen soğanlarda deformasyon oranı %65, kontaminasyon oranı %5 olarak belirlenmiştir. Aynı çözelti içerisinde 30 ve 35 dakika bekletilen soğanlarda kontaminasyon saptanmazken, 30 dakikalık bekleme süresinin ardından soğanlarda %85 oranında, 35 dakikalık bekleme süresinin ardından ise soğanlarda %95 oranında deformasyon olduğu belirlenmiştir. %10'luk sodyum hipoklorid çözeltisi içerisinde farklı sürelerde sterilizasyona tabi tutulan soğanların tamamında %100 oranında deformasyon gözlenmiş olup, kontaminasyon sadece aynı orandaki sodyumhipoklorit çözeltisi içerisinde 15 dakika bekletilen soğanlarda %5 oranında tespit edilmiştir. Sodyum hipoklorid konsantrasyonu arttıkça kontaminasyonun azaldığı fakat deformasyon oranının sürenin artmasıyla birlikte arttığı belirlenmiştir. En etkili yüzey sterilizasyonunun en az deformasyonla (%40 oranında) %5 ve %6'lık sodyumhipoklorit içeren çözeltiler içerisinde 30 dakika bekletilerek gerçekleştirildiği kaydedilmiştir.

Doku kültürü ile ilgili çalışmalara başlanmadan önce kullanılacak bitki materyalinin yüzey sterilizasyonu etkili bir şekilde gerçekleştirilmelidir. Bitki materyalinin yüzey sterilizasyonu etkili bir şekilde gerçekleştirilemez ise kontaminasyondan dolayı çalışılan bitki materyali, zaman, emek ve çalışmada kullanılan kimyasal maddelerin kaybı söz konusu olacaktır. Bu nedenle etkili bir yüzey sterilizasyon protokolü geliştirmek oldukça önemlidir.

Mercimek tohumları kullanılarak gerçekleştirilen bir çalışmada [20] mercimek tohumlarının yüzey sterilizasyonunu sağlamak için ticari çamaşır suyunun %50, %75 ve %100'lük oranları kullanılmış, tohumlar oda sıcaklığında belirtilen çamaşır suyu oranları içerisinde 15, 20, 25, 30 dakika bekletilerek tohumların yüzey sterilizasyonları gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. En etkili sterilizasyonun %100'lük çamaşır suyu içerisinde tohumların 25 dakika bekletilmesi sonucunda sağlanmıştır. Ticari olarak satılan çamaşır suları %4-5 oranında sodyum hipoklorid içermektedir. Yani en etkili sterilizasyon %4-5 oranında sodyum hipoklorid içeren ortamda 25 dakika bekletilerek sağlanmıştır. Bizde bu çalışmada %5'lik sodyum hipoklorid çözeltisi içerisinde 30 dakika bekleme sonucunda soğanlarda tam bir sterilizasyon sağlamış bulunmaktayız. Çalışmamız bu yönüyle bahsedilen çalışma bulgularına benzerlik göstermektedir. Her iki çalışmada da %5 oranında sodyum hipoklorid kullanımı etkili bir yüzey sterilizasyonu sağlamıştır ancak bahsedilen çalışmada mercimek tohumları %5'lik sodyum hipoklorid çözeltisi içerisinde 25 dakika bekletilmiş, bizim çalışmamızda ise kum zambacı soğanları aynı çözelti içerisinde 30 dakika bekletilmiştir. Bu yönüyle çalışmalar birbirinden farklılık göstermektedir.

Şeker kamışı yaprakları kullanılarak yapılan bir çalışmada [21], %5 oranında sodyum hipoklorid çözeltisi içerisinde yaprak eksplantlarının 20 dakika bekletilmesi etkili bir yüzey sterilizasyonu sağlamıştır. Bu çalışma sonucunda %5'lik sodyum hipoklorid çözeltisi içerisinde soğanların 30 veya 35 dakika bekletilmesi sonucunda kullanılan soğanlarda tam bir yüzey sterilizasyonu gerçekleştirilmiştir. Her iki çalışmada da %5 lik sodyum hipoklorid içerisinde etkili bir sterilizasyonun sağlanması birbirini desteklemektedir. Ancak bahsi geçen çalışmada yaprak eksplantları %5'lik sodyum hipoklorid çözeltisi içerisinde 20 dakika bekletilmiş, aynı çözelti içerisinde kum zambağı soğanlarını 35 dakika bekleterek tam bir yüzey sterilizasyonu gerçekleştirilmemiş çalışmaları birbirinden farklı kılmaktadır. Bunun nedeni kullanılan bitkilerin farklı olması, bahsi geçen çalışmada yaprak eksplantlarının, bizim çalışmamızda ise soğanların kullanılmış olması, bitki materyalleri üzerindeki bakteri, fungus ve diğer mikroorganizmaların farklılık göstermesi neden olmuş olabilir. Fakat her iki çalışmada da sodyum hipokloridin ve kullanılan oranının etkili bir yüzey sterilizasyonu sağlanması sodyum hipokloridin etkili bir sterilizasyon ajanı olduğunu göstermiştir.

Şeker kamışı yaprakları kullanılarak gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise [22] %10'luk sodyum hipoklorid çözeltisi içerisinde yaprak eksplantlarının 10 dakika bekletilmesi sonucunda etkili bir yüzey sterilizasyonu gerçekleştirilmiştir. Sodyum hipoklorid konsantrasyonunun artırılması sonucu sterilizasyonun sağlanması çalışma bulgularımızı desteklemektedir. Bu çalışmada da sodyum hipoklorid konsantrasyonunun artırılması yüzey sterilizasyonunun sağlanmasında etkili olmuştur. Ancak yukarıda bahsedilen çalışmada yaprak eksplantlarının %10'luk sodyum hipoklorid içerisinde 10 dakika bekletilmesi yeterli olmuşken, bizim çalışmamızda aynı çözelti içerisinde soğanların 15 dakika bekletilmesi sonucunda tam bir yüzey sterilizasyonu sağlanamamıştır. Her iki çalışma bu nedenle birbirinden farklılık göstermektedir.

Zingiber zerumbet tomurcuklarının yüzey sterilizasyonlarını gerçekleştirmek için kullanılan sodyum hipoklorid çözeltisinin uygulama zamanının arttırıldıkça kontaminasyon oranının anlamlı bir şekilde azaldığı ancak tomurcuklardaki deformasyonun da artan konsantrasyonla birlikte arttığı tespit edilmiştir [23]. Bu çalışmada da artan sodyum hipoklorid konsantrasyonları kullanılan soğanlardaki pul yaprakların deformasyonunun artmasını neden olmuştur.

Arundina bambusifolia ve *Epidendrum ibaguense* orkide çeşitlerinin nodal segmentlerine 1.2, 2.4, 3.6, 4.8, 6.0 mg/l oranında sodyum hipoklorid uygulanmış, yüksek oranlarda uygulanan sodyum hipokloridin toksik etkiye sahip olduğu belirlenmiştir [24]. Diğer yandan düşük oranda sodyum hipoklorid muamelesinin mikrobiyal kontaminasyonu kontrol ettiği ve eksplantların büyümesini sağladığı hem bu iki tür ile yapılan çalışmada hem de farklı bitki türleri üzerinde gerçekleştirilen çalışmalarda tespit edilmiştir [24], [25], [26]. Ancak yaptığımız çalışmada düşük oranda sodyum hipoklorid kullanımının kullanılan soğanlarda etkili bir yüzey sterilizasyonu sağlamadığı gözlemlenmiştir, bu nedenle bahsedilen çalışma bulguları ile yaptığımız çalışmanın sonuçları örtüşmemektedir. Bunun nedeni kullanılan bitkilerin farklı türler olmuş olması olabileceği gibi, bitki örneklerinin farklı mevsimlerde toplanması da olmuş olabilir. Nitekim farklı mevsimlerde toplanan bitkilerde yapılan sterilizasyon çalışmalarından farklı sonuçlar elde edilmiştir [27]. Örneğin *Tylophora indica* ile yapılmış bir çalışmada mart ve nisan boyunca toplanıp kültüre alınan türlerde sterilizasyonla ilgili olumlu sonuçlar alınmış olup diğer zamanlarda yapılmış olan *in vitro* çalışmalarda bu tür kültür ortamında canlılığını yitirmiştir [27].

Sonuç olarak, dünya üzerinde *Pancreatum maritimum* popülasyonu önemli derecede azalmakta ve türün nesli tehlike altına girmektedir. Türün çoğaltımı için etkili bir *in vitro* protokolünün geliştirilmesi gerekmektedir. Etkili bir *in vitro* protokol içinde etkili bir yüzey sterilizasyon protokolü geliştirilmelidir. Yapılan bu çalışmanın bu alanda çok büyük bir boşluğu kapatacağı, bu çalışmadan elde edilen verilerin, *Pancreatum maritimum*'un *in vitro* çoğaltımı ile ilgili çalışmalar yapacak olan bilim insanlarına yardımcı olacağı kanaatindeyiz.

Kaynaklar

1. Anonim, 2014. *Panocratium*. http://eol.org/pages/29183/names/related_names.
2. Baytop T, 1984. Türkiye’de bitkiler ile tedavi (Geçmişte ve Bugün). İstanbul Üniversitesi Yayınları: 3255, Eczacılık Fakültesi Yayınları: 40, 520, İstanbul.
3. Maelicke A., Samochocki M., Jostok R., Feherbacker A., Ludwig J., Albuquerque E.X., Zerlin M. 2001. Allosteric sensitization of niconinic receptors by galanthamine, a new treatment strategy for Alzheimer’s disease. *Biological Psychiatry*, 26: 279–288.
4. Bastida J., Lavilla R., Viladomat F. 2006. Chemical and biological aspects of *Narcissus* alkaloids. In: Cordell GA (ed) *The alkaloids*, vol 63. Elsevier Scientific, Amsterdam, 87–179 p.
5. Berkov S., Bastida J., Sidjimova B., Viladomat F., Codina C. 2008. Phytochemical differentiation of *Galanthus nivalis* and *Galanthus elwesii* (Amaryllidaceae): a case study. *Biochemical Systematics Ecology*, 36: 638–645.
6. Dothan N.F. 1986. *Flora Palaestina*. Israel Academy of Sciences and Humanities, Jerusalem, Israel, 4:162-163.
7. Yaltrık F., Efe A. 1996. *Otsu Bitkiler Sistematığı*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları:10, Ders Kitabı, 518, İstanbul.
8. Eisikowitch D., Galil J. 1971. Effect of wind on the pollination of *Panocratium maritimum* L. (Amaryllidaceae) by Hawkmoths (Lepidoptera: Sphingidae). *Journal of Animal Ecology*, 40 (3): 673-678.
9. Di Maio A., De Castro O. 2013. Development and characterization of 21 microsatellite markers for *Panocratium maritimum* L. (Amaryllidaceae). *Conservation Genetic Resources*, 5 (4): 911-914.
10. Karaoğlu C. 2010. Soğanlı bitkiler ve *in vitro* hızlı çoğaltım. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 19 (2): 24-29.
11. Omamor I.B., Asemota A.O., Eke C.R., Ezia E.I. 2007. Fungal contaminants of the oil palm tissue culture in Nigerian Institute for Oil Palm Research (NIFOR). *African Journal of Agricultural Research*, 2: 534-537.
12. Hannerty M.J., Upton M.E., Harris D.P., Eaton R.A., James D.J. 1988. Microbial contamination of *in vitro* cultures of apple rootstocks M26 and M9. *Acta Horticulturae*, 225: 129-139.
13. Kane M. 2003. Bacterial and fungal indexing of tissue cultures. <http://plant-tc.cfans.umn.edu/listserv/1996/log9612/idexing.htm>.
14. Leifert C., Waites W.M., Nicholas J.R. 1989. Bacterial contaminants of micropropagated plant cultures. *Journal of Applied Bacteryology*, 67: 353-361.
15. Dodds J.H., Roberts L.W. 1985. *Experiments in plant tissue culture*. 2nd Edn., Cambridge Univ. Press. Cambridge, UK, 232.
16. Yıldız M. 2000. Keten bitkisinde adentif sürgün rejenerasyonu ve *Agrobacterium tumefaciens* aracılığıyla gen aktarımı. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
17. Özcan S., Özgen M. 1996. Bitki genetik mühendisliği. *Kükem Dergisi*, 1(1): 69-95.
18. Davis P.H. 1984. *Flora of Turkey and East Aegean Islands*, University Press, Edinburgh: 8.
19. Murashige T., Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15: 473–497.
20. Khawar K.M. 2001. Mercimek (*Lens culinaris* Medik)’te doku kültürü çalışmaları ve *Agrobacterium tumefaciens* aracılığıyla gen aktarımı. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

21. Chengalrayan K.A.A., Gallo-Meagher M. 2005. *In vitro* regeneration of plants from sugarcane seed-derived callus. *In vitro Cellular & Developmental Biology Plant*, 41: 477-482.
22. Tiwari S., Arya A., Kumar S. 2012. Standardizing sterilization protocol and establishment of callus culture of sugarcane for enhanced plant regeneration *in vitro*. *Research Journal of Botany*, 7(1): 1-7.
23. Nongalleima K.H., Dikash Singh T.H., Amitabha D., Deb L., Sunitibala Devi H. 2014. Optimization of surface sterilization protocol, induction of axillary shoots regeneration in *Zingiber zerumbet* (L.) Sm. as affected by season. *Biological Rhythm Research*, 45(2):317-324.
24. Rodrigues D.T., Novais R.F., Venegas V.H.A., Dias J.M.M., Otoni W.C., Villani E.M.A. 2013. Chemical sterilization in *in vitro* propagation of *Arundina bambusifolia* Lindl. and *Epidendrum ibaguense* Kunth. *Revista Ceres Viçosa*, 60(4): 447-451.
25. Chun S.C., Schneider R.W., Cohn M.A. 1997. Sodium hypochlorite: Effect of solution pH on rice seed disinfestations and its direct effect on seedling growth. *Plant Disease*, 81: 821-824.
26. Teixeira S.L., Ribeiro J.M., Teixeira M.T. 2008. Utilização de hipoclorito de sodio na esterilização de meio de cultura para multiplicação *in vitro* de *Eucalyptus pellita* L. *Ciencia Florestal*, 18: 185-191.
27. Rani .S, Rana J.S. 2010. *In vitro* propagation of *Tylophora indica* influence of explanting season, growth regulators synergy, culture passage and planting substrate. *Journal of American Science*, 6: 385-392.

Araştırma Makalesi / Research Article

Rijit Yol Kaplama Beton İnşasında Ahlat Taşının Kullanılabilirliği

Abdulrezzak BAKIŞ*

Bitlis Eren Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bitlis

Özet

Bölge mimarisinde kullanım alanı yaygın olan ve yöresel ismiyle Ahlat taşı olarak bilinen ignimbritler; Nemrut kraterinin patlaması sonucunda oluşan, bolca pumis ve volkanik cam içeren, piroklastik kayalardandır. Ahlat taşının basınç dayanımı çok düşük olup beton üretiminde agrega olarak kullanılamamaktadır. Bu nedenle Ahlat taşının inşaat sektöründe kullanım alanı sınırlı kalmıştır. Bu çalışmadan amaç, basınç dayanımı düşük Ahlat taşı agregasından yüksek dayanımlı beton elde ederek, Ahlat taşının inşaat sektöründe uygulama alanını genişletmektir. Bu şekilde Ahlat taşının kullanım alanlarının genişletilerek bölgenin kalkınmasına katkı sağlanması beklenmektedir. Çalışmada, rijit yol kaplaması için C30/37 normal dayanımlı kontrol betonu, aynı ebatlarda kesilmiş doğal Ahlat taşı, C30/37 karışım miktarlarında hazırlanmış Ahlat taşı kontrol betonu ve 7 tip Ahlat Taşı Beton (ATB) olmak üzere toplam 10 tip numune seçilmiştir. Hazırlanan tüm tip numunelere 28 günlük standart su küründen sonra basınç deneyleri uygulanmıştır. Deney sonucunda tüm tip numunelerin dayanımları karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda; 28 günlük standart su kürü sonrası, C30/37 kontrol numunesi basınç dayanımı 37,93 MPa, ATB maksimum basınç dayanımı 68,83 MPa bulunmuştur. Çalışma sonuçları, Ahlat taşı agregasından yüksek dayanımlı beton elde edilebileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Ahlat Taşı, Yüksek Dayanımlı Beton, Rijit Kaplama, Ahlat Taşı Beton (ATB)

Usability of Ahlat Stone in Rigid Pavement Construction

Abstract

The ignimbrites which are known as Ahlat stone as local names and used usually in regionalist architecture are one type of pyroclastic rocks which consisted after the explosion of Nemrut crater and have plenty of pumice and volcanic glass. The compressive strength of Ahlat stone is very low and it is not used as aggregate in concrete production. Therefore, the usage area of Ahlat stone remains limited in construction sector. The purpose of this study is to expand the application area of Ahlat stone in construction sector by obtaining high-strength concrete from low compressive strength Ahlat stone aggregate. In this way, it is expected to contribute the development of region by expanding the usage area of Ahlat stone. In the study, for the rigid pavement totally 10 types of samples which are C30/37 normal-strength control concrete, natural Ahlat stone which is cut in the equal size, Ahlat stone control concrete which is prepared in the amount of C30/37 mixture and 7 types of Ahlat Stone Concrete (ASC) are chosen. Compression tests are applied to all prepared types of samples after the 28-days standard water cure. After the tests, the strengths of all types of samples are compared. At the end of the study, after the 28-days standard water cure, it is found that the compressive strength of C30/37 control sample is 37,93 MPa and the maximum compressive strength of ASC is 68,83 MPa. The results of the study show that we can obtain high-strength concrete from the Ahlat stone aggregate.

Keywords: Ahlat Stone, High-Strength Concrete, Rigid Pavement, Ahlat Stone Concrete (ASC)

*Sorumlu yazar: abakis@beu.edu.tr

Geliş Tarihi: 13.05.2016 Kabul Tarihi: 28.11.2016

1. Giriş

Van Gölü havzasında bulunan Ahlat ilçesi; Süphan ve Nemrut dağları arasında Van Gölüne bakan eğimli platolar üzerinde kurulmuş, deniz seviyesinden yüksekliği yaklaşık 1700 m olan Bitlis iline bağlı bir ilçedir. Bölge mimarisinde kullanım alanı yaygın olan ve yöresel ismiyle Ahlat taşı olarak bilinen ignimbritler; Nemrut kraterinin patlaması sonucunda oluşan, bolca pümis ve volkanik cam içeren, piroklastik kayalardandır. Ahlat taşının ProGEO (Avrupa Jeolojik Mirası Koruma Kurumu) jeosit ölçütlerine uyduğu, belli bir yöreye ve belli bir zamana ait özel oluşumlar olduğu belirtilmiştir [1]. Ülkemizde, doğal yapı malzemeleri, ekonomik olması ve kolay elde edilmelerinden dolayı inşaat sektöründe değişik amaçlarla kullanılmaktadır. Bu taşlar, genellikle mermer, andezit, bazalt, granit, traverten gibi genel isimler yanında bölgesel isimlerle de anılan, Mamak, Gölbaşı, Papaz deresi, Ahlat, Bayburt, Manavgat, Çorlu ve Afyon taşı gibi taşlardır [2, 3]. Nemrut yanardağından püsküren lavlardan, çevreye yaklaşık olarak 100 km³ hacminde piroklastik malzeme yayıldığı ve bunların yer yer farklı kalınlıklarda ignimbritler şeklinde olduğu, bunun yanında tüf, trakit, siyah ve gri obsiyenlerden meydana geldiği belirtilmiştir [3, 4, 5]. Ahlat taşının basınç dayanımının düşük olmasından dolayı günümüzdeki kullanım alanları sınırlı kalmıştır [6]. Ahlat taşı, bölgede konut yapımından cami minaresine kadar çeşitli alanlarda duvar ve kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır. Ahlat taşı basınç dayanımının düşük olmasından dolayı rijit üstyapı ve bina gibi yapıların taşıyıcı kısımlarında beton agregası olarak kullanılamamaktadır.

Beton, ince ve iri agrega, çimento, su ve katkı maddelerinin karıştırılmasıyla elde edilen, başlangıçta şekil verilebilen, zamanla sertleşerek mukavemet kazanan yapı malzemesidir [7, 8]. Beton üzerine yapılan birçok çalışmalar sonucu, çimento içerikli malzemeler ile yüksek mekanik performans kazanılması hedeflenmiştir. Açık kahverengi Ahlat taşının ortalama basınç dayanımının 10,6 MPa olduğu belirtilmiştir [3]. Ancak özel beton üretimleriyle Ahlat taşı gibi basınç dayanımları düşük agregaların rijit üstyapı kaplama ve bina inşasında kullanılabilirliği sağlanabilmektedir. Düşük basınç dayanıma sahip Ahlat taşı agregasının Reaktif Pudra Beton (RPB) üretim yöntemiyle basınç ve eğilme dayanımının artırılarak bina ve rijit üstyapı kaplama inşasında kullanılabilmesi ifade edilmiştir [9]. Rijit üstyapı, alt temel ve üzerine yapılan beton kaplamadan meydana gelmektedir.

Rijit üstyapı tasarımında amaç, üstyapıdaki tabaka kalınlıklarını ve üstyapıda kullanılan malzemelerin özelliklerini belirlemektir [10]. Birçok kurum, yolun trafiğe açıldığında tek yöndeki günlük ticari taşıt sayısının 5000'den fazla olması halinde beton kaplama yapılmasını öngörmektedir [11]. Her geçen gün artan ticari taşıt sayıları göz önüne alınarak yakın gelecekte yol üstyapısı olarak rijit (beton) kaplamaların yaygınlaşacağı beklenmektedir [12].

Bu çalışmada rijit üstyapı kaplama inşasında, beton içerisinde Ahlat taşı agregası kullanılmıştır. Ahlat Taşı Beton (ATB), geleneksel betonlardan farklı olarak özel beton üretim yöntemiyle oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda, ATB tipleri içerisinde farklı karışım oranları uygulanarak yüksek dayanımlı beton üretilebileceği ve bu betonun rijit yol kaplama inşasında kullanılabilirliği kanıtlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, tüm tip beton karışımlarında CEM II / A-M (P-L) 42,5 R türü çimento kullanılmıştır. C30/37 beton kontrol numunesi için karışımda kırma taş kalker agregası, Ahlat taşı kontrol beton numunesi için karışımda Ahlat taşı agregası, Ahlat Taşı Beton (ATB) için karışımda Ahlat taşı tozu kullanılmıştır. Tüm tip numunelerde karışım suyu olarak şehir şebeke suyu kullanılmıştır. Çalışmada, rijit üstyapı kaplama betonu için C30/37 normal dayanımlı beton, aynı ebatla kesilmiş doğal Ahlat taşı, Ahlat taşı kontrol betonu ve 7 tip Ahlat Taşı Beton (ATB) olmak üzere toplam 10 tip numune seçilmiştir. Tüm numuneler 15x15x15 cm ebatlarında hazırlanmıştır. Doğal Ahlat taşı numuneleri 15x15x15 cm ebatlarında kesilerek oluşturulmuştur. Ahlat taşı kontrol betonu, C30/37 beton karışım oranlarında hazırlanmıştır. Ahlat taşı kontrol betonunun, C30/37 betonundan farkı, beton üretiminde agrega olarak kırma taş kalker yerine, aynı dane çaplarında Ahlat taşı agregasının kullanılmış olmasıdır. 7 tip özel ATB' da farklı karışım yöntemleri kullanılmıştır. Beton numuneler kalıplara şişlenerek yerleştirilmiştir. 24 saat sonra kalıptan çıkarılan beton numuneler 28 günlük 20°C standart su kürüne alınmıştır. Kür sonrası numunelere basınç deneyi yapılmıştır. Basınç deney sonuçlarına göre özel üretilen Ahlat Taşı Beton (ATB) tiplerinin rijit yol kaplamalarında kullanılabilirliği tartışılmıştır. CEM II / A-M (P-L) 42,5 R çimentosunun kimyasal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. CEM II / A-M (P-L) 42,5 R Çimento Kimyasal Özellikleri [12]

Madde	Miktar (%)
SiO ₂	20,2
Al ₂ O ₃	4,78
Fe ₂ O ₃	2,72
CaO	62,14
MgO	2,44
SO ₃	2,61
K ₂ O	0,56
Na ₂ O	0,29
Cl	0,01
Kızdırma Kaybı	4,25

Silis dumanı kimyasal özellikleri Tablo 2’de görülmektedir.

Tablo 2. Silis Dumanı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri [12]

Madde	Miktar (%)
SiO ₂ (%)	95,56
Al ₂ O ₃ (%)	0,71
Fe ₂ O ₃ (%)	0,44
CaO (%)	0,68
MgO (%)	1,25
SO ₃ (%)	0,58
Kızdırma Kaybı (%)	0,78
Özgül Ağırlık (gr/cm ³)	2,25
Özgül Yüzey (cm ² /gr)	200000

Taş ocaklarından çıkarılan Ahlat taşının görünümü Şekil 1’ de görülmektedir.

**Şekil 1.** Taş Ocaklarından Çıkarılan İşlenmemiş Ahlat Taşı [13]

ATB üretimlerinde kullanılan öğütülmüş Ahlat taşı tozu Şekil 2’de görülmektedir.



Şekil 2. ATB Üretimlerinde Kullanılan Ahlat Taşı Tozu

Ahlat taşı kimyasal analizi Tablo 3' de gösterilmiştir.

Tablo 3. Ahlat İğnimbriti (Ahlat Taşı) Kimyasal Analizi [3]

Numune	Na ₂ O (%)	MgO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	TiO ₂ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
Açık Kahverengi Ahlat Taşı	5,51	0,24	16,01	64,11	4,78	1,64	0,44	4,91

C30/37 beton üretiminde karışıma giren miktarların kg cinsinden değerleri Tablo 4'de görülmektedir.

Tablo 4. C30/37 Beton Karışım Miktarları

Malzemeler	Miktar (kg/m ³)
Çimento	450
0-4 mm (Kırma taş kalker)	803
4-8 mm (Kırma taş kalker)	389
8-16 mm (Kırma taş kalker)	569
Su	189
TOPLAM	2400

Ahlat taşı kontrol betonu üretiminde karışıma giren miktarların kg cinsinden değerleri Tablo 5'de görülmektedir.

Tablo 5. Ahlat Taşı Kontrol Beton Karışım Miktarları

Malzemeler	Miktar (kg/m ³)
Çimento	450
0-4 mm (Ahlat taşı)	803
4-8 mm (Ahlat taşı)	389
8-16 mm (Ahlat taşı)	569
Su	189
TOPLAM	2400

Ahlat Taşı Beton (ATB) karışım miktarları Tablo 6'da görülmektedir.

Tablo 6. ATB Karışım Miktarları (kg/m³)

Malzemeler	ATB (1)	ATB (2)	ATB (3)	ATB (4)	ATB (5)	ATB (6)	ATB (7)
Çimento	112,5	225	337,5	450	562,5	675	787,5
Silis Dumanı	28,125	56,25	84,375	112,5	140,625	168,75	196,875
Ahlat taşı (0-1 mm)	2148	1968	1788	1608	1428	1248	1068
Süper akışkanlaştırıcı	72	72	72	72	72	72	72
Su	39,375	78,75	118,125	157,50	196,875	236,25	275,625
TOPLAM	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400

ATB-4 numunesinde çimento miktarı, C30/37 betonu ve Ahlat taşı kontrol betonunda olduğu gibi 1 m³ betona 450 kg gelecek şekilde oluşturulmuştur. ATB-3 numunesinde çimento miktarı, ATB-4 numunesindeki çimento miktarının %25 eksiği, ATB-2 numunesinde çimento miktarı, ATB-4 numunesindeki çimento miktarının %50 eksiği ve ATB-1 numunesinde çimento miktarı, ATB-4 numunesindeki çimento miktarının %75 eksiği olacak şekilde hazırlanmıştır.

ATB-5 numunesinde çimento miktarı, ATB-4 numunesindeki çimento miktarının %25 fazlası, ATB-6 numunesinde çimento miktarı, ATB-4 numunesindeki çimento miktarının %50 fazlası ve ATB-7 numunesinde çimento miktarı ise, ATB-4 numunesindeki çimento miktarının %75 fazlası olacak şekilde hazırlanmıştır. Bu şekilde toplam 7 tip ATB oluşturulmuştur. Tablo 6'da görülen 7 tip ATB betonunda, su/bağlayıcı oranı 0,28, silis dumanı/çimento oranı 0,25, süper akışkanlaştırıcı miktarı ise 1 m³ betona 72 kg olacak şekilde sabit değerde alınmıştır. 7 tip ATB' da çimento, silis dumanı, Ahlat taşı tozu ve su miktarları farklı oranlarda alınmıştır.

C30/37 betonu, Ahlat taşı kontrol betonu ve tüm ATB numunelere 28 günlük 20°C standart su kürü sonrası basınç deneyleri uygulanmıştır. Basınç deneylerinde TS EN 12390-3: 2010 standardı uygulanmıştır [14].

3. Bulgular ve Tartışma

Tüm tip numunelerin basınç deney sonuçları Tablo 7'de görülmektedir.

Tablo 7. Tüm Tip Numunelerin Basınç Dayanım Sonuçları

Numune Tipi	C30/37 Kontrol Betonu	Ahlat Taşı Kontrol Betonu	Doğal Ahlat Taşı	ATB (1)	ATB (2)	ATB (3)	ATB (4)	ATB (5)	ATB (6)	ATB (7)
Basınç Dayanım (MPa)	37,93	21,17	12,13	7,44	11,29	23,05	39,08	68,83	61,19	49,78

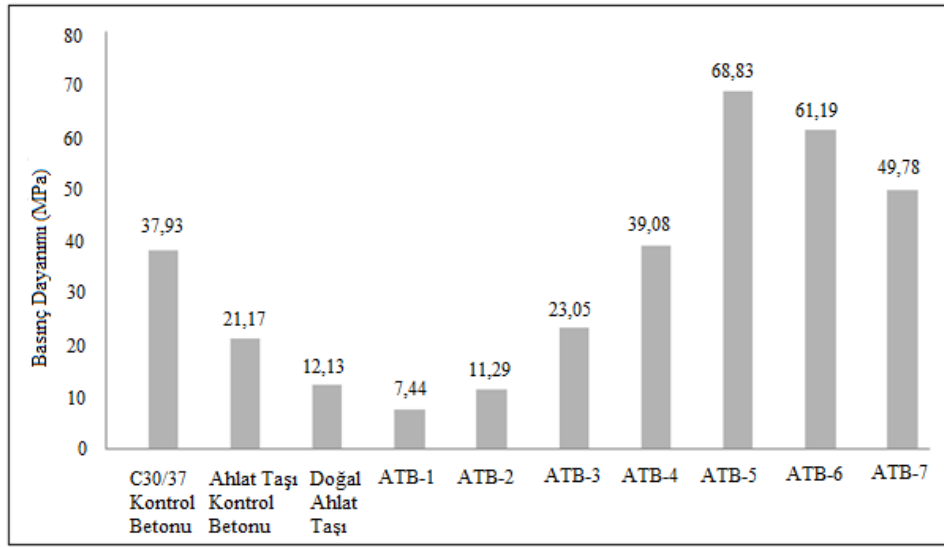
Kaplama betonunun oranlandırılması için şartnamelerde; maksimum su/bağlayıcı oranının 0,40-0,45, minimum basınç dayanımının 28 MPa olması istenmektedir [11]. Tüm ATB numunelerindeki su/bağlayıcı oranı 0,28'dir. Normal dayanımlı betonların basınç dayanımı 20-60 MPa, yüksek dayanımlı betonların basınç dayanımı ise 60-155 MPa arasındadır [15]. Tablo 7'de görüldüğü gibi ATB numuneleri içerisinde en yüksek dayanım 68,83 MPa ile ATB-5 numunesinden

elde edilmiştir. Tablo 7 göz önüne alındığında, yüksek dayanımlı ATB üretiminin mümkün olduğu söylenebilir. ATB-5 numunesinin çimentoya göre karışım oranları Tablo 8’de gösterilmiştir. ATB-5 numunesinde 1 m³ beton karışımında 562,5 kg çimento kullanılmıştır. Tablo 8’de çimento miktarı 1 birim olarak alınmış, diğer malzeme miktarları, çimento miktarına göre oranlandırılmıştır.

Tablo 8. ATB-5 Çimento Miktarına Göre Malzeme Karışım Oranları

Malzeme	Karışım Oranı
Çimento	1
Silis Dumanı	0,25
Ahlat taşı (0-1 mm)	2,538
Süper akışkanlaştırıcı	0,128
Su	0,35

Tüm tip numunelerin basınç dayanım karşılaştırması Şekil 3’de görülmektedir.



Şekil 3. Tüm Tip Numunelerin Basınç Dayanım Karşılaştırması

Şekil 3’ e göre ATB-4, ATB-5, ATB-6 ve ATB-7 numunelerinin basınç dayanımlarının C30/37 kontrol betonunun basınç dayanımından yüksek olduğu görülmektedir. Şekil 3’de görüldüğü gibi; ATB-3, ATB-4 ve ATB-7 tipi betonların normal dayanımlı beton sınıfında, ATB-5 ve ATB-6 tipi betonların ise yüksek dayanımlı beton sınıfında değerlendirilebileceği söylenebilir.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada özel üretilen Ahlat Taşı Betonun (ATB) rijit üstyapı beton yol kaplamasında kullanılabilirliği araştırılmıştır. Çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- ATB’ un 7 tip farklı üretimi sonucu, 28 gün 20°C standart su kürü sonrası en yüksek basınç dayanımı ATB-5 numunesinden elde edilmiş ve 68,83 MPa bulunmuştur. ATB-6 numunesinin basınç dayanımı 61,19 MPa, ATB-7 numunesinin basınç dayanımı 49,78 MPa ve ATB-4 numunesinin basınç dayanımı 39,08 MPa bulunmuştur. Kaplama betonunun oranlandırılması için şartnamelerde; minimum basınç dayanımının 28 MPa olması istendiğinden ATB-4, ATB-5, ATB-6 ve ATB-7 rijit yol kaplaması olarak kullanılabilir.

- ATB-3, ATB-4 ve ATB-7 tipi betonlar normal dayanımlı beton sınıfında, ATB-5 ve ATB-6 tipi betonlar ise yüksek dayanımlı beton sınıfında değerlendirilebilir. ATB-1, ATB-2 ve ATB-3 basınç dayanımları 28 MPa’ dan düşük olduğundan beton yol kaplaması olarak kullanılamazlar. Çalışmada oluşturulan Tüm tip ATB’ un su/bağlayıcı oranı 0,28’dir. Kaplama betonunun oranlandırılması için

şartnamelerde; maksimum su/bağlayıcı oranının 0,40-0,45 olması istendiğinden ATB-4, ATB-5, ATB-6 ve ATB-7 rijit yol kaplaması olarak kullanılabilir.

• 7 farklı tip ATB üretimi sonucunda; çimento, silis dumanı, Ahlat taşı, süper akışkanlaştırıcı ve su karışımı deneylerde, en yüksek basınç dayanımını veren karışımın ATB-5 olduğu görülmüştür. Bu karışımda, toplam karışım miktarının %23,44'ü çimento, %5,86'sı silis dumanı, %59,5'i Ahlat taşı tozu, %3'ü süper akışkanlaştırıcı ve %8,2'si su ile oluşturulmuştur. Karışımda silis dumanı miktarı, çimento miktarının %25'idir. Bağlayıcı miktarı, çimento ve silis dumanı miktarının toplamı olarak göz önüne alınmıştır. Karışımda su/bağlayıcı oranı 0,28'dir.

• Bundan sonraki çalışmalarda ATB karışımları içerisine çelik lifler konularak beton basınç ve eğilme dayanımlarının artırılması yönünde çalışmalar yapılabilir.

• Benzer çalışmalarda ATB numunelerin kombine küre alınması yoluyla, daha yüksek basınç ve eğilme dayanımları elde etme yönünde çalışmalar yapılabilir.

• Bu çalışma sonucunda basınç dayanımı düşük Ahlat taşından yüksek dayanımlı beton elde ederek, Ahlat taşının inşaat sektöründe uygulama alanını genişletilmiştir.

Teşekkür

Çalışmalarda desteklerini esirgemeyen başta Bitlis Eren Üniversitesi Rektörlüğü, Teknik Bilimler MYO Müdürlüğü ile Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi personeline teşekkür eder, saygılarımızı sunarız.

Kaynaklar

1. Kazancı, N., Gürbüz, A., 2014. "Jeolojik Miras Nitelikli Türkiye Doğal Taşları", Türkiye Jeoloji Bülteni, Cilt 57, Sayı 1.
2. TS 1910, Kaplama Olarak Kullanılan Doğal Taşlar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1977.
3. Şimşek, O. ve Erdal, M., 2004. Ahlat taşının (ignimbrit) bazı mekanik ve fiziksel özelliklerinin araştırılması. Gazi Ü. Fen Bilimleri Dergisi 17 (4), 71-78.
4. Ercan, T., Fujitani, T., Matsuda, J., Notsu, K., Tokel, S., Ui, T., 1990. "Doğu ve Güneydoğu Anadolu Neojen- Kuvaterner Volkanitlerine İlişkin Yeni Jeokimyasal, Radyometrik ve İzotopik Verilerin Yorumu", M.T.A. Dergisi, 110, 143-164.
5. Aydar, E., Gourgaud, A., Ulusoy, I., Dignonnet, F., Labazuy, P., Sen, E., 2003. "Morphological Analysis of Active Mount Nemrut Stratovolcano, Eastern Turkey: Evidences and Possible Impact Areas of Future Eruption", Journal of Volcanology and Geothermal Research, 123: 301-312.
6. Bakış A., Işık E., Hattatoğlu F., Akıllı E.A. (2014). Jeolojik Miras Nitelikli Ahlat taşı'nın İnşaat Sektöründe Kullanımı, 3.Uluslararası Ahlat-Avrasya Bilim, Kültür ve Sanat Sempozyumu, Ankara, 44-58.
7. Akman Pek, A.N., Akman, M.S., 2012. Kıyı ve Açık Deniz Yapılarında Beton. Maya Basın Yayın Mat. Tic. Ltd. Şti, İstanbul.
8. Dal, M., Kılınç, C., Eren, E., Işık, A., 2013. Beton Teknolojisi ve Beton Teknolojisi Laboratuvarı, Mimarlık Vakfı İktisadi İşletmesi, İstanbul.
9. Işık E., Bakış A., Akıllı E.A., Hattatoğlu F. (2015). Usability of Ahlat Stone as Aggregate in Reactive Powder Concrete. Int. Journal of Applied Sciences and Engineering Research, 4(4), 507-514.
10. Bayrak O.Ü. (2007). Rijit Üstyapı Tasarımına Yeni Bir Yaklaşım. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

11. Tunç, A., 2007. Yol Malzemeleri ve Uygulamaları. 2.Baskı, Nobel Yayın Dağıtım.
12. Bakiş, A., 2015. Rijit Yol Üstyapı İnşasında Reaktif Pudra Betonun (RPB) Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
13. Ahlat Taşı, 2015. Taş ocaklarından çıkarılan işlenmemiş Ahlat taşı. <http://www.ahlattasi.com>. (Erişim Tarihi: 12 Mayıs, 2016).
14. TS EN 12390-3. (2010). Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleri-Bölüm 3: Deney Numunelerinin Basınç Dayanımının Tayini. TSE, Ankara.
15. Taşdemir, M. A., Bayramov, F., Kocatürk, N., Yerlikaya, M., 2004. Betonun Performansa Göre Tasarımında Yeni Gelişmeler. Beton 2004 Kongresi Bildiriler, İstanbul.

Araştırma Makalesi / Research Article

Bitlis İli Elektrik Enerjisinin Dünü, Bugünü ve Yarını

Sabir Rüstemli¹, Çiğdem Polat Dautov², Mustafa Akdağ^{*3},

¹ Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Bitlis Eren Üniversitesi, Bitlis, Türkiye

² Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Bitlis Eren Üniversitesi, Bitlis, Türkiye

³ Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Bitlis Eren Üniversitesi, Bitlis, Türkiye

Özet

Bu çalışmada Bitlis'in enerji sorunları incelenmiş; elektrik enerjisi dağıtım, iletim ve üretim kurumları verileri analiz edilerek değerlendirilmeler yapılmıştır. Çalışma, Bitlis'in enerji sorunlarına geniş perspektiften bakmak amacıyla; enerjide ilin dünkü durumu, günümüzdeki mevcut durumu ve çözüm önerileri bağlamında yarını şeklinde bölümlerden oluşmaktadır. Özelleştirme çalışmaları kapsamında, 2005'te bir bölge şirketi olarak kurulan Van Gölü Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi (VEDAŞ) Van-Bitlis-Muş-Hakkâri bölgesinde hizmet vermektedir. VEDAŞ Ekim 2013 itibariyle Özelleştirme Dairesi Başkanlığı'nca 30 yıllığına özel şirkete devredilmiştir. Çalışmada, elektrik enerjisinin “dünü” özelleştirme öncesini, “bugünü” özelleştirme sonrasında günümüze uzanan zamanı belirtmektedir. Bitlis'in elektrik dağıtım sistemi durumu VEDAŞ Bitlis İl Müdürlüğü'nün; elektrik iletim sistemi durumu Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ) Tatvan İşletme ve Bakım Grup Başmühendisliğinin; elektrik enerjisi üretimi durumu da bölgedeki özel teşebbüslerin verileri esas alınarak hazırlanmıştır. Bitlis'in enerji sorunlarının çözüme kavuşturulması yönündeki analizlerin bölge illeri için örnek olması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bitlis, enerji dağıtım, enerji iletim, enerji üretim.

Past, Present and Future of Electrical Energy in Bitlis (Turkey)

Abstract

In this study, energy issues of Bitlis are investigated; based on the analysis of the data taken from electrical power distribution, electrical power transmission and electricity generation corporations, assessments are carried out. In order to look from broad perspective on energy issues of Bitlis, the study consists of past, present and future (in regarding of suggestions) energy states of the province. At some stage in the process of privatization, In 2005, Vangolu Electrical Distribution Corporation (VEDAŞ) was established as a regional company for serving Van-Bitlis-Muş-Hakkâri region. VEDAŞ was transferred to a private company for period of 30 years by Privatization Administration of Turkey in October 2013. In this study, “past” represents the period before the privatization and “present” represents the period after the privatization to the present. The condition of electrical power distribution system is compiled based on the data from VEDAŞ Bitlis Provincial Director; the condition of electrical power transmission system is compiled based on the data of Turkish Electricity Transmission Corporation (TEİAŞ) Tatvan Operation and Maintenance Group Chief Engineering and also the condition of electricity generation system of Bitlis is compiled based on the data of private corporations. The analysis aiming to solve energy issues of Bitlis is expected to be a model for the rest of the region.

Keywords: Bitlis, electricity generation, electrical power distribution, electrical power transmission.

* Sorumlu Yazar: makdag@beu.edu.tr

Geliş Tarihi: 04.10.2016, Kabul Tarihi: 25.11.2016

1. Giriş

Enerji politikaları, sürdürülebilir kalkınma planlarının vazgeçilmez bir unsurudur. Dünya pazarlarında ülkemizin rekabet gücünü arttırmak üzere ekonomiyi büyütecek ve yaşam standartlarını yükseltecek yeterli, sürekli ve temiz enerjinin temini, güvenilir ve sürdürülebilir enerji politikaları ile mümkündür. Günümüzde elektrik enerjisi insanlığın en yaşamsal ihtiyaçlarından biri haline gelmiştir. Çünkü en kullanışlı ve ekonomik enerji elektrik enerjisidir [1]. Teknolojinin gelişmesi, sanayileşme ve nüfus artışı enerji ihtiyacını sürekli olarak arttırmaktadır. Artan bu enerji ihtiyacı; yeni üretim merkezleri, Enerji İletim Hatları (EİH) ve gelişmiş dağıtım şebekesi ihtiyacını beraberinde getirir. Ayrıca enerji verimliliğinin, güvenilirliğinin ve sürdürülebilirliğinin artırılması için gelişen teknolojileri kullanıp, üretim, iletim ve dağıtım tesislerinin gelişmesi kaçınılmaz olmaktadır [2]. Genelde ülkemiz özelde bölgemiz ve Bitlis İlimiz için elektrik enerjisi alanında, bu tür yeni gelişmeleri ve tesisleri görmek mümkündür.

Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilere göre 2014 ve 2015 yılları brüt elektrik enerjisi üretim ve tüketimi karşılaştırıldığında; üretim yaklaşık %3.9 oranında tüketim ise yaklaşık % 3,3 oranında artmıştır. 2015 verileri incelendiğinde, üretilen enerjinin %10'si kayıp enerji olarak görülmektedir. Toplam elektrik enerjisi üretiminin %78'i fosil yakıtlardan (doğalgaz, kömür) elde edildiği göz önünde bulundurulduğunda, kayıp enerji dolaylı olarak hem çevreye zarar verdiği hem de ülke ekonomisi açısından dışa bağımlılığı arttırdığı görülmektedir. Ayrıca fosil yakıtların yakın gelecekte tükeneceğinin bilinmesi ve dolayısıyla fosil yakıtlara bağımlı enerji politikalarının sürdürülebilir olmaktan uzaklaşmasında yine kayıp enerjinin payı vardır. [3]. Kayıp enerji yine dolaylı olarak; artan enerji ihtiyacını karşılamak üzere kurulan elektrik santrallerinin, elektrik iletim sistemleri tesislerinin ve dağıtım şebekesi sistemlerinin sebebidir. Elektrik enerjisini daha verimli ve sürekli olarak kullanabilecek kapasitede üretim, iletim ve dağıtım tesislerimiz olduğu halde kayıp sebebiyle bu kapasite tam olarak kullanılmamaktadır. Enerji politikalarının öncelikli hedefi kayıp enerjiyi azaltmak olmalıdır.

Bitlis İli Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesinde, 7 ilçe 6 belde ve 349 köyden oluşmaktadır. 2015 TÜİK verilerine göre Bitlis'in toplam nüfusu 338.000'dir. Genel itibariyle dağlık ve rakımı yüksektir. Kış aylarında yüksek oranda yağış alması, hayatı zorlaştırmaktadır. Isınma gibi hayati önem taşıyan insani ihtiyaçların karşılanması büyük oranda dolaylı veya direkt olarak elektrik enerjisine bağlıdır. Bu yüzden elektrik enerjisinin tüketiciye kesintisiz ulaştırılması hayati önem arz etmektedir. Elektrik enerjisinin tüketiciye, özellikle kış aylarında, kesintisiz ulaşması ancak ildeki elektrik iletim ve dağıtım sistemlerinin bölge şartlarına uygunluğu ile sağlanabilir.

Çalışma genel olarak; bölge dağıtım şirketi olan VEDAŞ'ın Ekim 2013'te özelleştirilmesi öncesi İlin elektrik enerjisi sistemi durumunu "dün", İlin mevcut elektrik enerjisi sistemi durumunu "bugün" ve yapımı devam eden elektrik enerjisi sistemleri, yapılması planlanan elektrik enerjisi sistemlerinin açıklandığı "yarın" bölümlerden oluşmaktadır. Her bölümde elektrik enerjisi üretim, iletim ve dağıtım sistemleri ayrı ayrı ele alınmıştır. Son olarak İlin elektrik enerjisi durumu konusunda önerilerde bulunulmuştur.

Çalışmada, elektrik enerjisi dağıtım sistemi verileri VEDAŞ Bitlis İl Müdürlüğü'nden, elektrik enerjisi iletim sistemi verileri TEİAŞ Van Bölge Müdürlüğü ve Van Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Tatvan İşletme ve Bakım Grup Başmühendisliğinden, elektrik enerjisi üretim sistemleri verileri ilde aktif olarak çalışan özel şirketlere ait santrallerden alınmıştır.

2. Bitlis İli Elektrik Enerjisinin Dünü

2.1. Üretim

Bitlis İlinde 2013 yılı itibariyle Ahlat ve Adilcevaz ilçelerinde olmak üzere iki adet HES (Hidrolik Enerji Santrali) mevcut. Özel bir şirkete ait olan bu santrallerin kurulu gücü, yıllık üretimi ve verimi Tablo'1 te verilmiştir. Bu santrallerin eski olması ve jeneratörlere gelen suyun eğiminin az olması ve dolayısıyla debinin düşük olması verimi düşürdüğü düşünülebilir.

Tablo 1. Bitlis İli Elektrik Enerji Üretim Santralleri (2013)

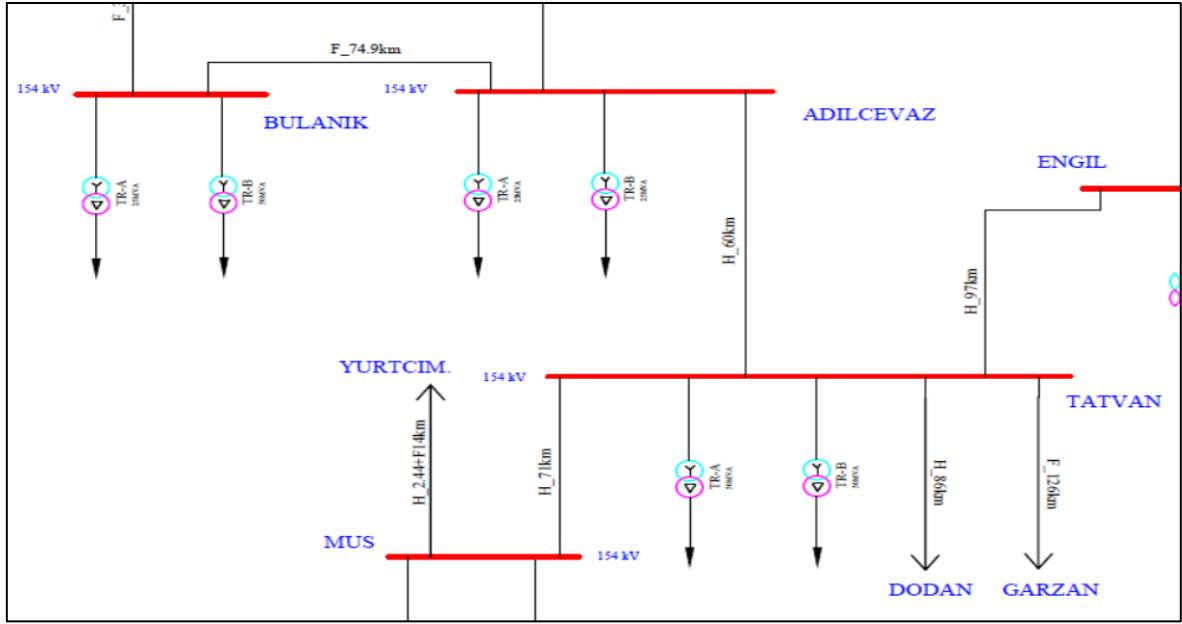
Santral	Kurulu Gücü (kW)	Yıllık Üretim (MWh)	Verim (%)
Adilcevaz HES	244 + 244	427	10
Ahlat HES	110 + 120	455	22

2.2. İletim

Bitlis il sınırları içerisinde 2013 yılı itibariyle Tatvan ve Adilcevaz ilçelerinde olmak üzere iki adet TM (Trafo Merkezi) mevcut. Bu trafo merkezleri çok önceden inşa edildiğinden, orta gerilim (OG, 31,5- 34,5 kV) sistemleri Metal-Clad hücrelerden oluşmamaktadır. İlin kayıp-kaçak durumu göz önünde bulundurulduğunda bu merkezlerdeki güç trafolarının yüklenmesi kaçınılmaz olmaktadır. İletim hatlarının da eski ve yetersiz oluşuyla beraber, bu yüklenme birçok arızayı beraberinde getirmektedir. Uzun süren kesinti süresi bölge halkına ciddi zararlar vermektedir. İldeki trafo merkezlerine ait güç trafosu sayısı, kurulu gücü ve en yüksek yüklenme yüzdeleri Tablo'2 de verilmiştir. Bitlis İl sınırları içerisindeki elektrik enerjisi iletim sistemi Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 2. Bitlis Trafo Merkezleri ve Yüklenme Yüzdeleri (2013)

TM	Trafo Sayısı	Kurulu Güç Max. (MVA)	2013	
			Max. (Puant) Güç (MVA)	Yüklenme (%)
Tatvan TM	2	62,5+62,5	101,46	81,17
Adilcevaz TM	2	31,25 + 31,25	55,03	87,34

**Şekil 1.** Bitlis Bölgesi Elektrik Enerji İletim Sistemi (2013)

2.3. Dağıtım

Ekim 2013'te özelleşen VEDAŞ ilk olarak kayıp-kaçak ile mücadele kapsamında çalışmalara başlamıştır. Tablo 3'den anlaşılacağı üzere kayıp-kaçak oranı 2013'te %50'dir. İlk aşamada teknik kayıpların azaltılması için orta gerilim fiderlerinde izleme ve ölçüm yapılarak yüklü ve problemliler tespit edilmiş ve kaç noktada kompanzasyon yapılacağı planlanmıştır. Bu planlama sonucunda birçok noktada kompanzasyon tesisleri işletmeye alınarak orta gerilim hat kayıpları minimize edilmiştir. Ayrıca anlık olarak alınan enerjinin ölçülmesi ile ilgili gerekli araştırma ve tespitler

yapılarak ENT-BUS sistemi kurulmuş ve şirket genelinde alınan enerji anlık olarak ölçülmeye başlanmıştır. Özelleştirme sonrası şirketin ilk faaliyet raporundan alınan verilerle, dağıtım şebekesinin genel durumu Tablo 1’de verilmiştir. VEDAŞ Ekim 2013 te özelleştikten, şirketin 2013 faaliyet raporu dağıtım şebekesinin özelleştirme öncesini ifade ettiği varsayılmıştır [4].

Tablo 3. Bitlis İli Elektrik Enerjisi Dağıtım Şebekesi Genel Durumu (2013)

Bitlis İli Dağıtım Şebekesi	Dün (2013)
Yatırım (TL)	3.076.016,12
Abone Sayısı (Adet)	85.844
Satın Alınan Enerji (kWh)	535.251.738,10
Satılan Enerji (kWh)	265.978.866
Transformatör Sayısı	1847
Kurulu Güç (MVA)	326
Kayıp Kaçak (kWh)	269.272.872,10

Alçak gerilim (AG) tarafında abone bazında uzaktan okuma açma-kesme yapılabilmesi için elektrik hattı üzerinden haberleşebilen PLC (Power Line Communication-Elektrik Hatları Üzerinden Haberleşme) sistemlerinin olmayışı kaçak ile mücadeleyi zorlaştırmaktaydı. Elektrik kesintilerine kısa sürede müdahale edilebilmesine ve işletimin daha verimli hale gelmesine imkân sağlayan uzaktan kumanda edilebilir bir dağıtım şebekesi; yani SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sistemi mevcut değildi. Bu yüzden arıza süreleri uzun ve meşakkatliydi.

3. Bitlis İli Elektrik Enerjisinin Bugünü

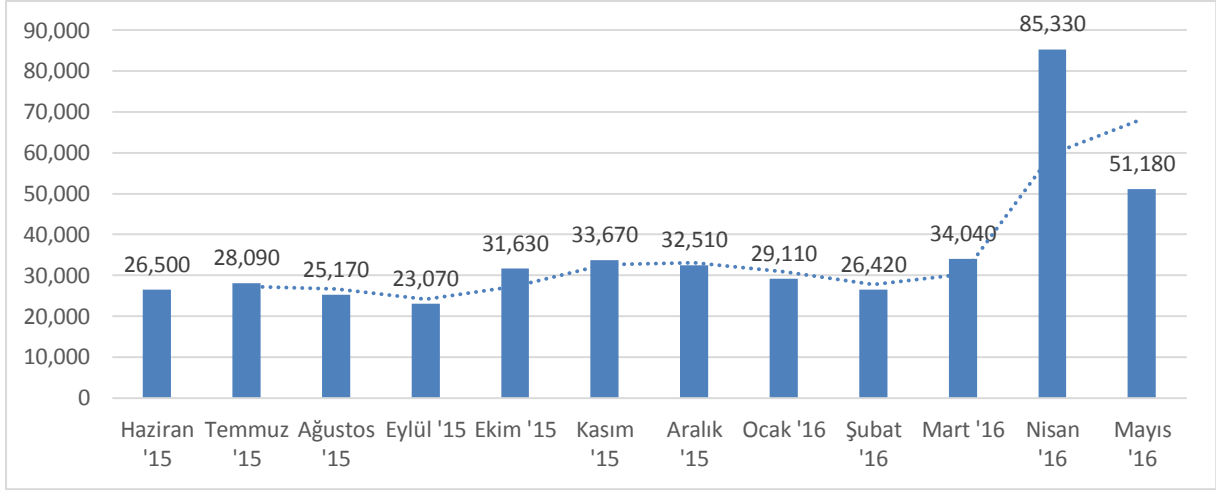
3.1. Üretim

2013 ve öncesinde Bitlis İlinde yenilenebilir enerji kaynaklarının (güneş, rüzgâr vs.) elektrik enerjisi üretiminde kullanımı yoktu. Vergi indirimleri, gümrük vergisinden muaf olunması ve on yıla kadar enerjiyi satın alma garantisi gibi teşviklerle bölgede GES kurulması ekonomik olarak cazip hale gelmiştir. 2015 yılında Adilcevaz İlçe Belediyesi, özel teşebbüs olarak, Adilcevaz ilçesinde 500 kW kurulu gücünde Güneş Enerjisi Santrali (GES) kurmuş ve işletmeye almıştır. Yine 2015 yılında Güroymak ilçesinde aynı alan içerisinde iki adet 260 kW ‘lık GES kurulmuş ve devreye alınmıştır. Bu santrallerin kurulum maliyetlerinin, beş yıl içerisinde, santrallerin işletmesiyle kazanılması yapılan araştırmalar neticesinde görülmüştür. Her santral VEDAŞ anlaşması gereği belli OG trafolarına bağlanmıştır. Tablo 8’de Bitlis İl sınırları içerisindeki tüm elektrik enerji üretim santrallerinin kurulu güçleri, yıllık üretimleri ve verimleri verilmiştir. GES’lerin verimleri Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü’nün Türkiye için il ve ilçe bazında hazırladığı Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA)’nda verilen Global Güneş Radyasyonu (kWh/m²-gün) verileri kullanılarak hesaplanmıştır [6].

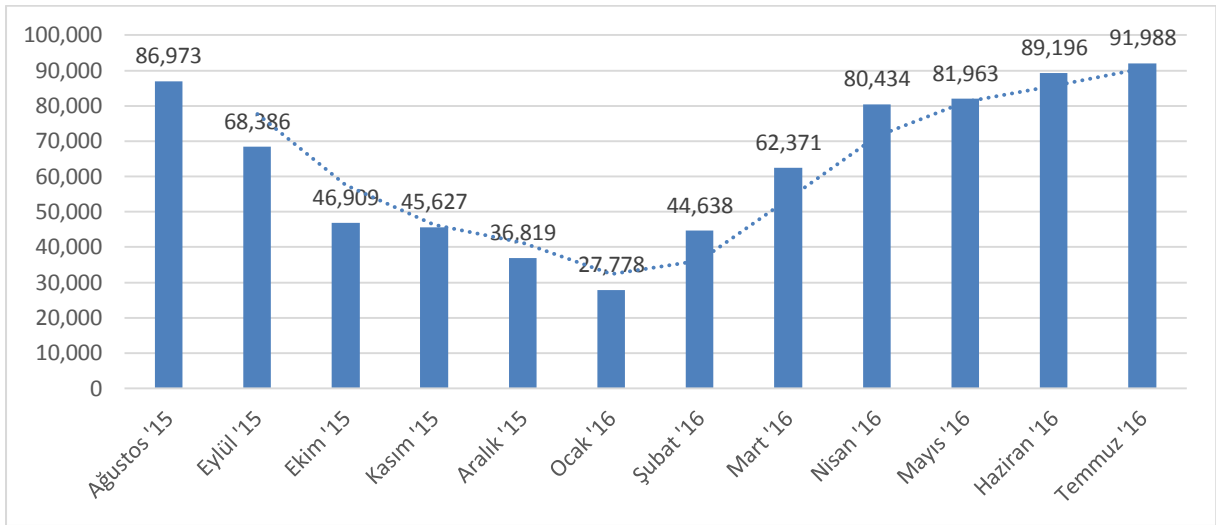
Tablo 4. Bitlis İli Elektrik Enerji Üretim Santralleri (2016)

Santral	Kurulu Gücü (kW)	Yıllık Üretim (MWh)	Verim (%)
Adilcevaz HES	244 + 244	427	10
Ahlat HES	110 + 120	455	22
Adilcevaz Belediyesi GES	502,25	763	14,9
Mahmutoğulları GES	260,10	360	13,4
Yükseller Pazarlama GES	260,10	354	13,1

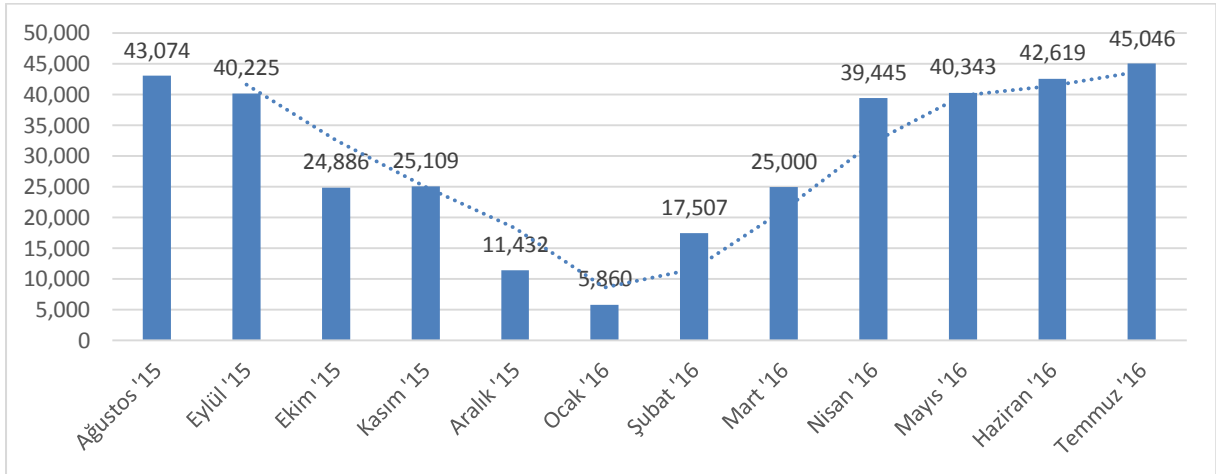
Adilcevaz HES, Adilcevaz Belediyesi GES, Mahmutoğulları GES ve Yükseller Pazarlama GES’ e ait aylık üretim değerleri kWh olarak sırasıyla Şekil 2,3,4 ve 5’te verilmiştir.



Şekil 2. Adilcevaz HES Aylara göre Üretim (kWh)

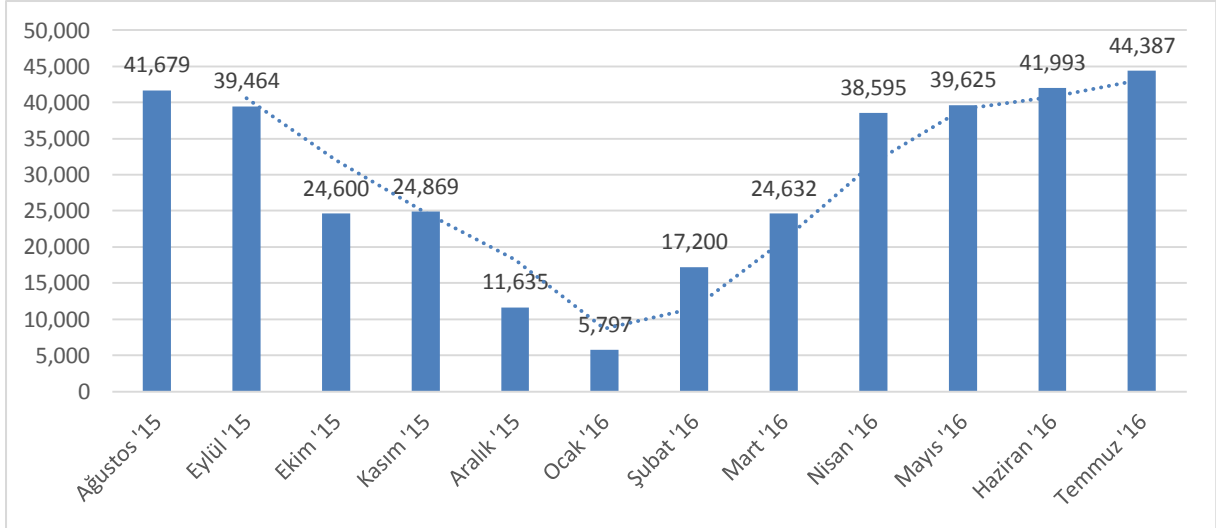


Şekil 3. Adilcevaz Belediyesi GES Aylara göre Üretim (kWh)[†]



Şekil 4. Mahmutoğulları GES Aylara göre Üretim (kWh)

[†] Ağustos 2015 te santral 18 gün çalışmadığı için ortalama için ortalama değer alınmıştır.

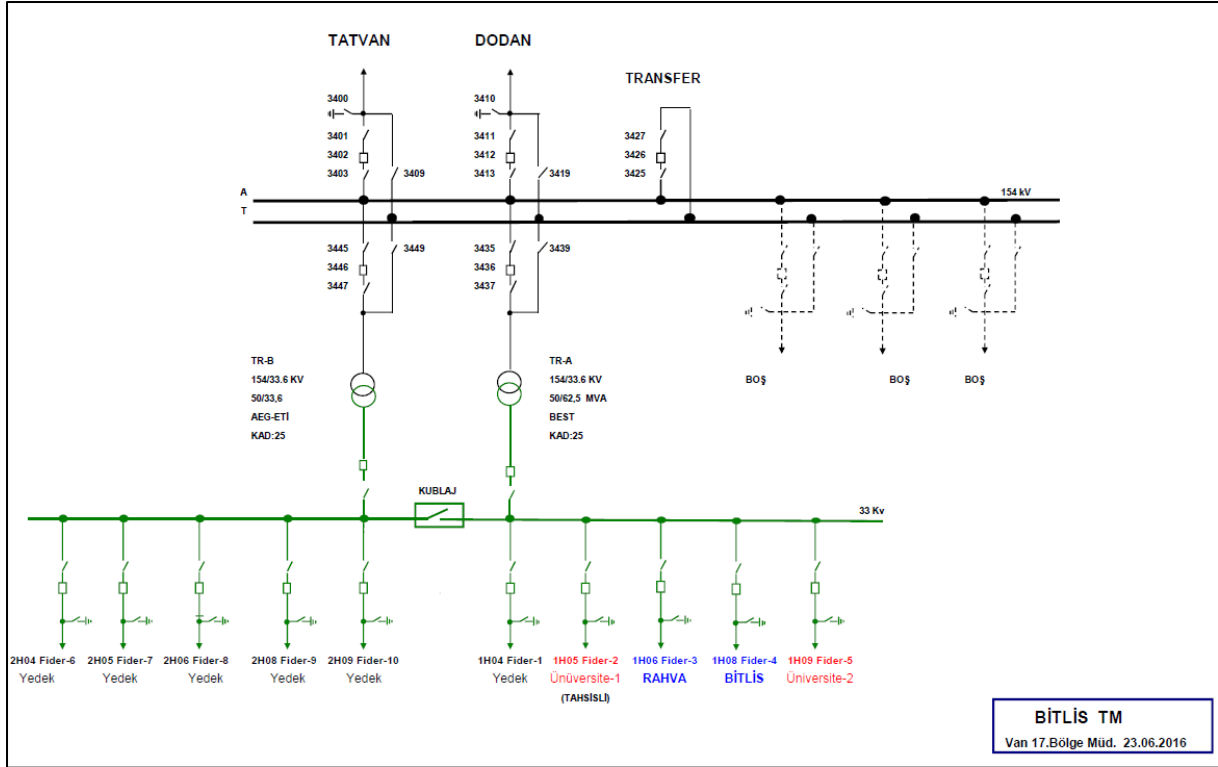


Şekil 5. Yükseller GES Aylara göre Üretim (kWh)

Yükseller pazarlama GES ve Mahmutoğulları GES aynı alana kurulmuş ve kurulu güçleri aynıdır. GEPA PV (Photovoltaic) Tipi-Alan-Üretilebilecek Enerji verileri hesaplandığında bu santrallerin PV panel malzemesinin (polikristalin silikon) elektrik enerjisi üretim kapasitesi Adilcevaz Belediyesi GES'den farklıdır [7]. PV panel malzemesi aynı olmasına rağmen, Adilcevaz GES PV panel kapasitesi bakımından %95 verimle diğer iki santral %90 verimle çalışmaktadır. Bu farkın PV panel kalitelerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Ayrıca Adilcevaz GES %14,9 genel verimle çalışmakta, diğer iki santral % 13,1-13,4 verimle çalışmaktadır. Bu da panellerin eğim açılarının farklı olmasına, güneş radyasyonu ve güneşlenme sürelerinin farklı olmasına ve panellerin temizleme biçimlerinin farklı olmasına bağlanabilir. İldeki GES'lerde güneş takip sistemi mevcut değildir.

3.2. İletim

2015 yılının sonunda Bitlis TM'nin yapımı tamamlanmış ve işletmeye alınmıştır. Daha önce Tatvan TM'den beslenen Bitlis, Güroymak ve Mutki fiderleri; Bitlis TM'deki Bitlis ve Rahva fiderlerinden beslenmeye başlamıştır. Böylece Tatvan TM'deki güç trafoları %15 daha az yüklenmiştir. Bitlis ve Tatvan TM'lerinin Mayıs 2015 ve Mayıs 2016 verileri karşılaştırıldığında bu durumu görebiliriz. Tablo 6'da Bitlis ve Tatvan TM'lerindeki güç trafolarının Mayıs 2015 ve Mayıs 2016'daki yüklenme yüzdeleri verilmiştir. Şekil 6'da Bitlis TM tek hat diyagramı verilmiştir.



Şekil 6. Bitlis TM Tek Hat Diyagramı

Tablo 5. Bitlis Trafo Merkezleri ve Yükleme Yüzdeleri

TM	Trafo Sayısı	Kurulu Güç Max. (MVA)	Mayıs 2015		Mayıs 2016	
			Max. (Puant) Güç (MVA)	Yüklenme (%)	Max. (Puant) Güç (MVA)	Yüklenme (%)
Tatvan TM	2	62,5+62,5	67,94	54,35	48,61	38,89
Bitlis TM	1	62,5	0	0	31,14 [‡]	49,83

Kış aylarında Elektrik enerjisi kullanımı daha çok olduğundan trafo merkezlerindeki güç trafolarının en yüksek (puant) yüklenmeleri kış aylarında gerçekleşmiştir. Bitlis TM 62,5 MVA'lık tek güç trafosu ile hizmet vermektedir. Yakın tarihte ikinci bir 62,5 MVA'lık trafonun devreye alınması söz konusudur. Böylece yedekli çalışma durumu oluşur ve trafo arızalarından dolayı kesinti yaşanmaz. Tablo 6'da Bitlis ilindeki trafo merkezlerine ait güç trafolarının kurulu güçleri, puant yüklenmeleri ve yüklenme yüzdeleri yıllara göre verilmiştir.

Tablo 6. Bitlis Trafo Merkezleri ve Yükleme Yüzdeleri (2013-2016)

TM	Trafo Sayısı	Kurulu Güç Max. (MVA)	2013		2014		2015		2016	
			Max. (Puant) Güç (MVA)	Yüklenme (%)	Max. (Puant) Güç (MVA)	Yüklenme (%)	Max. (Puant) Güç (MVA)	Yüklenme (%)	Max. (Puant) Güç (MVA)	Yüklenme (%)
Tatvan TM	2	62,5+62,5	101,46	81,17	84,43	67,55	85,85	68,68	78,06	62,45
Adilcevaz TM	2	31,25+31,25	55,03	87,34	46,39	73,63	46	73	36,50	58,39
Bitlis TM	1	62,5	0	0	0	0	0	0	31,14 [§]	49,83

[‡] Mayıs 2016 verisidir, Puant daha yüksek olabilir.

[§] Mayıs 2016 verisidir, Puant daha yüksek olabilir.

Tablodan anlaşılacağı üzere bölgedeki güç trafoları genele olarak %80 in üzerinde yüklenebiliyorlar. Bu durum arızayı ve dolayısıyla uzun süren elektrik kesintisini beraberinde getirir. Ayrıca bu yüklenme güç trafosu ve diğer teçhizatın ömrünü kısaltmaktadır.

3.3. Dağıtım

Bitlis İli elektrik enerjisi dağıtım şebekesinin günümüzdeki mevcut durumu VEDAŞ 2015 faaliyet raporları ve VEDAŞ Bitlis İl Müdürlüğü verileri baz alınarak Tablo 7’te verilmiştir. Tablo 7 incelendiğinde şirketin bölgeye yatırımının arttığı görülmektedir. Satın alınan enerjinin artan abone sayısına karşın azaldığı görülmektedir. Bu da OG hatlarındaki teknik kayıpların kompanzasyon ve 34,5-15 kV’luk indirici trafolar şebekeden çıkarılmasıyla azaltıldığı düşünülebilir. Ayrıca trafo sayısında düşüş gözlenmektedir. VEDAŞ 2015 faaliyet raporlarında bunun bir optimizasyon çalışması olduğu belirtilmiştir. Öyle ki atıl ve kullanılmaz durumdaki trafoların kurulu gücü yüksek trafolarla değişimi sayesinde toplam kurulu güç 2013 yılına göre artmıştır. Kayıp-kaçak oranı %50 den %42 ye gerilemiştir [5].

Tablo 7. Bitlis İli Elektrik Enerjisi Dağıtım Şebekesi Genel Durumu (2015)

Bitlis İli Dağıtım Şebekesi Hakkında	2015
Yatırım (TL)	10.991.769,53
Abone Sayısı (Adet)	99.554
Satın Alınan Enerji (kWh)	531.700.602,90
Satılan Enerji (kWh)	312.306.955,90
Transformatör Sayısı	1810
Kurulu Güç (MVA)	336,465
Kayıp Kaçak (kWh)	219.393.647

2013-2016 yılları arasında Bitlis İli Elektrik Enerjisi Dağıtım Şebekesi ait yıllara göre abone sayısı, satın alınan enerji, satılan enerji, kayıp enerji ve yatırım harcamaları değişimi Tablo 8’te verilmiştir.

Tablo 8. Bitlis İli Elektrik Enerjisi Dağıtım Şebekesi 2013-2016 Verileri

	2013	2014	2015	2016**
Abone sayıları (Adet)	85.844	92.325	99.554	100.931
Satın Alınan Enerji (MWh)	535.252	515.496	531.700	262.363
Satılan Enerji (MWh)	265.978	302.698	312.307	139.293
Kayıp Enerji (MWh)	269.273	212.797	219.393	123.174
Yatırım Harcamaları (tl)	3.076.016	8.184.578	10.991.796	8.000.000††

4. Bitlis İli Elektrik Enerjisinin Yarım

4.1. Üretim

Bitlis İl sınırları içerisinde yapımı devam eden enerji üretim santralleri; Bitlis HES, Akşar Nazar HES ve Aşağı Süphan Mevkii GES’dir. Bitlis HES kurulu gücü 53 MW olarak planlanmış ve yıllık 233 GWh enerji üretmesi beklenmektedir. Akşar Nazar HES kurulu gücü 30 MW olarak planlanmıştır. Aşağı Süphan Mevkii GES ise kurulu gücü 6 MW olarak planlanmıştır. Ayrıca Kor HES için Mutki ilçesinde üretim lisansı alınmış ve 26 MW kurulu gücünde planlanmıştır. Deliklitaş HES yine üretim lisansı almış ve 5,34 MW gücünde olacaktır.

** 2016 ilk 6 aylık veriler

†† 2016 tahmini toplam yatırım

4.2. İletim

Bitlis İlindeki enerji iletim hatları ve trafo merkezleri TEİAŞ Van Bölge Müdürlüğü'nün sorumluluğundadır. Bölge Müdürlüğü'nden alınan verilere göre Bitlis ve bölgesinde planlanan yatırımlar ve durumları Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Enerji İletim Sistemi Projeleri ve Durumları

Proje Adı	Proje Bedeli (TL)	Durumu
Tatvan 380 kV TM	30.000.000	İhalesi yapılmış olup, sözleşme aşamasındadır.
Ahlat 154 kV TM	1.000.000	Yer Teslimi yapılmış olup, tesis çalışmaları devam etmektedir.
Bitlis HES TM Tevsiat	600.000	Yeni Proje
(Adilcecaz-Alparslan) – Ahlat EİH	600.000	İhale aşamasında
Yukarıkaleköy(Muş)-Tatvan EİH	35.000.0000	Projelendirme aşamasında
Tatvan 380 kV TM İrtibat Hatları	10.000.000	Projelendirme aşamasında
KOR HES TM – BİTLİS HES TM EİH	2.500.000	Yeni Proje

4.3. Dağıtım

VEDAŞ kayıp-kaçak ile mücadele kapsamında çalışmalar yapmaktadır ve bilinen yöntemlerin haricinde farklı çözüm yolları denemektedir. Bu bağlamda Güroymak ilçesindeki tüm abonelerin sayaçları, uzaktan açma-kesme ve okuma yapılabilen ve elektrik hatları üzerinden haberleşen PLC projesi en kısa zamanda hayata geçirilmesi düşünülmektedir. Bu proje ile alçak gerilim tarafında abone bazında uzaktan okuma, açma-kesme yapılabilmesi için elektrik hattı üzerinden haberleşebilen sistemler yapılacaktır. Ayrıca teknik kayıplarla ilgili olarak mevcut şebekedeki trafoların primer ve sekonder ölçü sistemi konularak trafoların ve hatların reel teknik kayıpları ölçülecektir. Bu ölçümler sonucunda teknik kayıpların yüksek olduğu yerlere yatırım önceliği verilmesi planlanmaktadır. Ayrıca çok yüksek kayıptaki trafoların da değişimi yapılmaktadır. Bu kapsamda yapılan bakımlar sonrası ölçümlerde nominal kayıpları üç-dört kat daha fazla olan trafoların bir kısmı hurdaya ayrılmıştır. Elektrik kesintilerinin mevzuatlarda belirlenen süreler içerisinde kalması ve dağıtım kalitesinin sağlanması, izlenmesi, yatırım ve bakım planlamalarının yapılması için uzaktan kumanda edilebilir bir dağıtım şebekesi kurmak amacıyla CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) ve SCADA projesi çalışmalarına başlanmıştır. Bu kapsamda projenin ön aşaması olan elektromekanik rölelerin çoğu dijital elektronik rölelerle değiştirilmiştir. Bu projenin hayata geçirilmesi ile işletmenin gerçek zamanlı olarak izlenmesi ve kontrol edilmesi, EPDK (Enerji piyasası Düzenleme Kurulu)'nın belirlediği hedeflere ulaşılması, teknik kayıpların azaltılması, şebekenin verimli bir şekilde işletilmesi hedeflenmektedir. CRM (Customer Relationship Management-Müşteri İlişkileri Yönetimi) gibi uygulamalarının yakın zamanda hayata geçirilmesi planlanmaktadır. Böylece teknik kayıpların azaltılması, şebekenin verimli bir şekilde işletilmesi hedeflenmektedir. Aynı zamanda bu uygulamalar ve iş emri yönetimini mobil cihazlara uyarlanması, çözüm merkezinden açılan tüm iş emirleri, işi sahada yapacak olan ilgili ekibe ait mobil cihaza yönlendirilecektir. İş emirlerinin çok daha hızlı, gerçek zamanlı olarak ekibe ulaşması, adres ve iş emri detayı gibi hususların yazılı iletimi ile anlaşılabilirliğinin artırılması, iş emrinin görülmesi, üstlenilmesi, gerçekleştiği anda sisteme girilmesi ile veri tutarlılığının ve gerçek zamanlılığının sağlanması, başlanması, tamamlanması adımlarının kullanılan malzemenin kullanım anında anlık stok kayıtlarından düşümünün gerçekleşmesi, sahada online müşteri verisinin sorgulanması, mobil izleme ile talep noktasına en yakın ekibe iş emrinin atanması, navigasyon uygulaması ile optimum güzergahın seçilmesi gibi konularda etkin çözümler üretilecektir.

5. Sonuç ve Öneriler

Bitlis ili elektrik enerjisi dağıtım şebekesi gerek hatlar gerekse trafo ve diğer teçhizatlar yönünden ciddi bir revizyona ihtiyacı vardır. Bölgenin hava koşulları göz önünde bulundurulduğunda hatların çoğunluğunun bakım ve onarımına ihtiyacı vardır. VEDAŞ bu revizyonu önceliği haline getirmiş ve şirketi devraldığından beri çalışmalara devam etmektedir. Sürekli ve temiz bir enerji için PLC (Power Line Communication) sisteminin biran önce uygulamaya geçirilmesi gerekmektedir. Uzaktan sayaç okuma (SCADA vs.) sistemleri gibi gelişen teknolojilerin uygulanması ile kayıp-kaçağın önüne geçilmesi gereklidir. Çünkü kayıp-kaçak hem ülke ekonomisine hem de çevreye ciddi zararlar vermektedir.

İldeki enerji iletim hatları ve trafo merkezi projeleri hızlandırılmalıdır. Bu sayede ilde ağır sanayi işletmelerine fırsat verilebilir. Çoğu teçhizatıyla ömrünün tamamlamış olan Tatvan ve Adilcevaz trafo merkezlerinin modern ve teknolojik yeniliklere ihtiyacı vardır. Kayıp-kaçakla mücadele enerji iletim sisteminin yükünü hafifletip ömrünü uzatabilir. Bu sistemlerin ömrünün uzaması yine ülkemiz ekonomisi ciddi katkılar sağlayabilir. Çünkü Tablo 9'da görüldüğü üzere en yüksek yatırımlar enerji iletim sistemleri yatırımlarıdır.

İlde, yenilenebilir enerji kaynaklarının, elektrik enerjisi üretimde değerlendirilmesi gerekmektedir. Tablo 8'de görüleceği üzere enerji üretim santralleri azdır. Güneş enerjisi temiz ve sürekli bir enerji kaynağıdır [7]. Güneş Enerjisi santralleri ile çevre ve hava kirliliği azaltılabilir ve ülkemiz enerji üretiminde dışa bağımlılık azaltılabilir. Yapılan çalışmalar, ilde rüzgâr enerjisi potansiyelinin ekonomik olarak değerlendirilebileceğinin mümkün olduğunu göstermiştir [8]. Buna karşın bölgede rüzgâr enerji santrali bulunmamakta, yakın zamanda planlanan bir projenin olmadığı görülmektedir. Hâlbuki rüzgâr enerjisi santralleri için de devlet teşvikleri olduğu bilinmektedir.

Bitlis'in genel olarak dağlık olması ve aynı zamanda yeraltı suları bakımından zengin olması HES için Bitlis'i çok uygun bir hale getirmektedir. Güroymak ilçesindeki çok sayıda su kaynağı bunun bir göstergesidir. Bu nedenle devam eden HES projelerine yenilerinin eklenmesi gerekmektedir.

Teşekkür

Katkılarından dolayı Adilcevaz HES'te Mesut Bey'e (Mostar Elektrik), Ahlat HES'te Savaş Yıldız'a (Mostar Elektrik) Adilcevaz Belediyesi GES'te Suat Göksoy'a, Mahmutoğulları ve Yükseller Pazarlama GES adına Mesut Turan'a, VEDAŞ'ta Volkan Gültaç'a ve TEİAŞ Tatvan İşletme Bakım Grup Başmühendisliğinde Yahya Hasanoğlu'na teşekkür ederiz.

Kaynaklar

1. Rüstemli S., Cengiz M. S., Dinçer F., 2011. Van İli Elektrik Enerjisinin Dünü, Bugünü ve Yarını, Kaynak Elektrik Enerji, Elektrik, Aydınlatma, Elektronik ve Otomasyon Mühendisliği Dergisi, 260 (1), 108-115.
2. Nasibov V., 2016. Clustering of States of Azerbaijan Electric Power Industry's Security for Medium-Term and Long-Term Periods, European Journal of Engineering Research and Science (EJERS), 1(2), 14-17.
3. Rüstemli S., Dinçer F., 2011. Van İli Elektrik ., Van İli Elektrik Enerjisi Üretiminde Güneş Enerjisinin Mevcut Durumu ve Geleceği, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Kaynak Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 16 (1), 22-33.
4. VEDAŞ, 2013. Faaliyet Raporu, <http://www.vedas.com.tr/kurumsal/faaliyet-raporu>, (Erişim Tarihi: 20.08.2016).
5. VEDAŞ, 2015. Faaliyet Raporu, <http://www.vedas.com.tr/kurumsal/faaliyet-raporu>, (Erişim Tarihi: 20.08.2016).

6. GEPA, 2016. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası, <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/pages/13.aspx>, (Erişim Tarihi: 22.08.2016).
7. Rüstemli S., Çelik M., Almalı M. N., Gümüş B., İlcihan Z., Bitlis İli Elektrik Enerjisi Üretiminde Güneş Enerjisinin Önemi, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 4-6 Ekim 2013, sayfa:1-5, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti/Girne.
8. Rüstemli S., Oral F., Akdağ M., Bitlis İli Elektrik Enerjisi Üretiminde Rüzgar Enerjisinin Önemi, 9. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES' 13, Bildiriler Kitabı, sayfa:752-761, 2013, Konya, Türkiye.

Araştırma Makalesi / Research Article

Farklı Kat Adetlerine Sahip Betonarme Binaların Performans Değerlendirilmesi

Mesut ÖZDEMİR^{1*}, Ercan IŞIK², Mustafa ÜLKER³

¹Bitlis Eren Üniversitesi, TBMYO İnşaat Bölümü, Bitlis

²Bitlis Eren Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bitlis

³Bitlis Eren Üniversitesi, TBMYO İnşaat Bölümü, Bitlis

Özet

Bu çalışmada, betonarme bir yapı için aynı kat planlı farklı kat adetlerine sahip bir binanın performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Seçilen betonarme bina salt çerçeve olarak seçilmiştir. Kat adedi olarak 3,4,5,6,7,8,9,10 ve 11 kat değişken parametre olarak seçilmiştir. Bu çalışmada yapıda bulunan kat adedinin farklılaşmasının, yapı performansına etkisi ortaya konmaya çalışılmıştır. Her farklı kat adedi için yapı taban kesme kuvveti, tepe yer değiştirme değerleri elde edilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Kat adedi, Performans, Betonarme.

Performance Evaluation of Reinforced Concrete Buildings with Different Story Numbers

Abstract

This study was conducted to evaluate performance of the same floor plan with different floor numbers of a building for a reinforced concrete structure. Selected reinforced concrete building was chosen as the only frame. As the number of floors, 3,4,5,6,7,8,9,10 and 11 was chosen as variable parameters. This study attempts to demonstrate the effect of structure performance within the structure floor number. Structure based shear force and peak displacement values were obtained for each different floor numbers, and the results were compared.

Keywords: Story number, Performance, Reinforced-concrete.

1. Giriş

Özellikle son yıllarda dünyamızda ve ülkemizde yaşanan şiddetli depremler ve bu depremlerin neden olduğu can ve mal kayıpları deprem konusunda yapılan araştırmalar ve gelişmelerin önemini bir kez daha gündeme getirmiştir. Deprem riski altındaki bir bölgede bulunan kusurlu bir yapı meydana gelebilecek bir depremde tehlikenin boyutunu arttıracaktır. Ayrıca, yapıların deprem karşısındaki savunmasızlığı arttıkça meydana gelebilecek hasar miktarı da artacaktır. Şiddetli depremlerde, yeterli düzeyde güvenliği sağlanmamış ve yönetmeliklerde belirtilen şartlara uygun yapılmayan yapılar oluşabilecek zararı doğrudan etkileyecektir. Türkiye genelinde mevcut binaların çok azı yönetmelik şartlarına uygun durumdadır bu nedenle geriye kalan yapılar gerekli emniyete sahip değildir [1]. Yapı hasarları yapıların özelliklerine göre değişmektedir ancak bu özelliklerin ortaya konması yapıların sınıflandırılması sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesine bağlıdır. Yapıların bir takım özellikleri meydana gelen hasarı yakından etkilemektedir [2].

Yapısal hasarlara sebep olan faktörlerden biri de yapının toplam kat adedidir. Daha önce yapılmış gözlem ve çalışmalarda betonarme binalarda kat adedi ile yapı hasarı arasında neredeyse doğrusal bir ilişki olduğu ortaya konmaktadır. Yapılarda kat adedinin artması ile kütle ve kütle etki kolunun artması sonucu deprem kuvvetleri artmaktadır. Eğer bu artış dikkate alınmadan yapıda yeter miktarda bir dayanım sağlanmamış ise yapı doğal olarak bir deprem anında hasar görecektir. Maalesef

* Sorumlu yazar: mozdemir@beu.edu.tr

Geliş Tarihi: 27.06.2016, Kabul Tarihi:25.11.2016.

ülkemizde yapılmış yapıların birçoğu deprem tasarımına uygun olmadığından kat adedi artıkça hasar oranı da artmaktadır.

Eğer tüm binalar deprem yönetmeliklerine uygun olarak yapılmış olsaydı böyle bir ilişki ortaya çıkmayacak, tüm binaların hasar düzeyleri kat sayısından bağımsız olarak yaklaşık bir benzerlik içinde olacaktır. Kat adedi Türkiye’de hasar derecesini belirleyen en önemli faktörlerden biridir [3].

Kat adedi ile deprem hasarları arasında doğrudan bir ilişki bulunduğu açıktır. Literatürde kat adedinin yapı performansının hesaplanması ile ilgili doğrudan bir kaynağa rastlanmamıştır. Bu çalışmada kat adedi değişiminin yapısal performansı nasıl etkilediği ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu amaçla aynı kat planlı olmak üzere değişik kat adetlerine sahip betonarme bir yapının statik itme eğrileri elde edilmiştir. Yapılan analizler sonucu elde edilen taban kesme kuvvetleri ile tepe yer değiştirmeler karşılaştırılarak öneriler getirilmiştir.

2. Materyal ve Metot

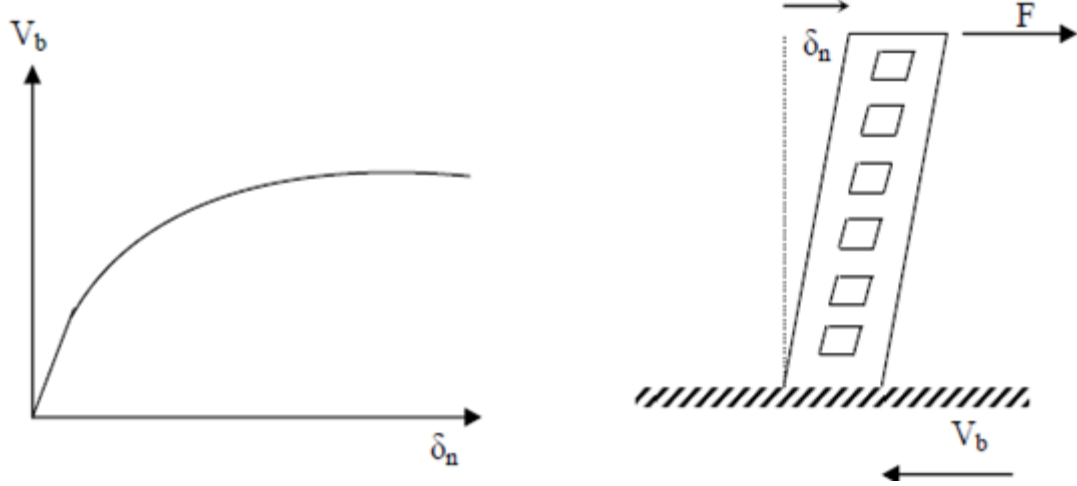
Betonarme binalarda yapısal hasar meydana getiren başlıca neden depremdir. Meydana gelen yapısal hasarlar orta ve şiddetli deprem sonrasında birçok nedene bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Deprem büyüklüğüne bağlı olarak binaların hasar görme olasılığı yapıların tasarım ve yapım sırasındaki gösterilen özene göre değişmektedir [4].

Performansa dayalı tasarım metodunda taşıyıcı sistem elemanlarında meydana gelebilecek hasar seviyeleri belirlenebilmektedir. Oluşan hasarların kabul edilebilir hasar limitleri altında kalıp kalmadığı kontrol edilebileceği gibi hasar limitleri çeşitli deprem düzeylerinde yapı için öngörülen performans hedefleri ile uyumlu olacak şekilde tanımlanabilir [5,6,7].

Talep spektrumları bir yapının performansının belirlenmesinde kullanılırlar. Bu eğriler yapının, deprem hareketine, deprem süresince verdiği maksimum karşılığı göstermektedir [8]. Deprem istemi ve kapasitesi Performansa dayalı tasarımın iki temel parametresini oluşturmaktadır [9, 10]. Deprem istemi yapıya etkileyen deprem yer hareketini, kapasite ise yapının bu deprem etkisi altındaki davranışını temsil etmektedir. Yapısal kapasite, statik itme veya kapasite eğrisi ile temsil edilirken bu eğri genellikle taban kesme kuvveti ile yapının tepe noktasının yatay yer değiştirmesi arasındaki bağıntı çizilerek elde edilmektedir. Yapı sistemi, sabit düşey yükler ve orantılı olarak artan yatay kuvvetler altında, taşıma kapasitesinin sona erdiği limit duruma kadar hesaplanarak kapasite eğrisin elde edilir. Doğrusal olmayan statik yöntemin temel amacı, deprem etkisi altında sistemde oluşan maksimum yer değiştirmelere ve özellikle maksimum plastik şekil değiştirmelere ilişkin deprem isteminin belirlenmesidir. Ayrıca, bu yöntem elde edilen istem değerlerinin, seçilen performans düzeyleri için tanımlanan şekil değiştirme kapasiteleri ile karşılaştırılması ve böylece yapısal performansın değerlendirilmesini amaçlamaktadır [11,12,13,14].

Modal kapasite diyagramının elde edilmesinde yapılacak ilk işlem, sabit yük dağılımına göre yapılan itme analizi ile koordinatları “tepe yer değiştirmesi – taban kesme kuvveti” olan statik itme eğrisi (pushover eğrisi) elde edilecektir.

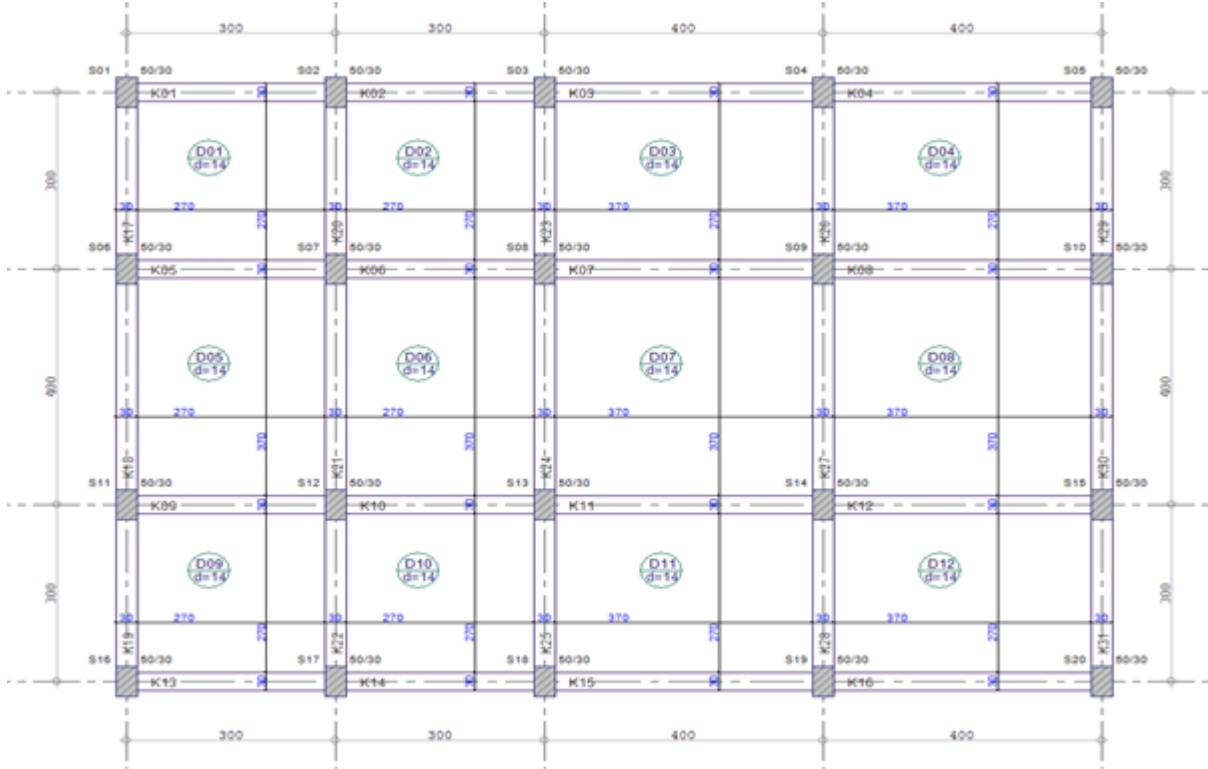
Statik itme eğrisi, bir yapının sıfır konumundan kararsız hale gelinceye kadar geçen süre içerisinde yapıya arttırılarak uygulanan yük etkisi altında taban kesme kuvvetlerine karşılık gelen çatı deplasman değerlerinin bir etkileşim diyagramı üzerinde kesişen noktaların geometrik olarak birleştirilmesi ile elde edilen diyagramdır (Şekil 1). Modal kapasite diyagramlarına dönüştürülmesi ve yapının maksimum elastik ötesi yerdeğiştirme kapasitesinin hesaplanması ile statik itme eğrileri anlam kazanır.



Şekil 1. Statik itme eğrisi [15]

3. Bina Özellikleri

Bu çalışmada örnek olarak farklı kat adetlerine sahip betonarme bir yapı seçilmiştir. Kat adedinin değişken olarak seçildiği yapıya ait kalıp planı Şekil 2’de gösterilmiştir.



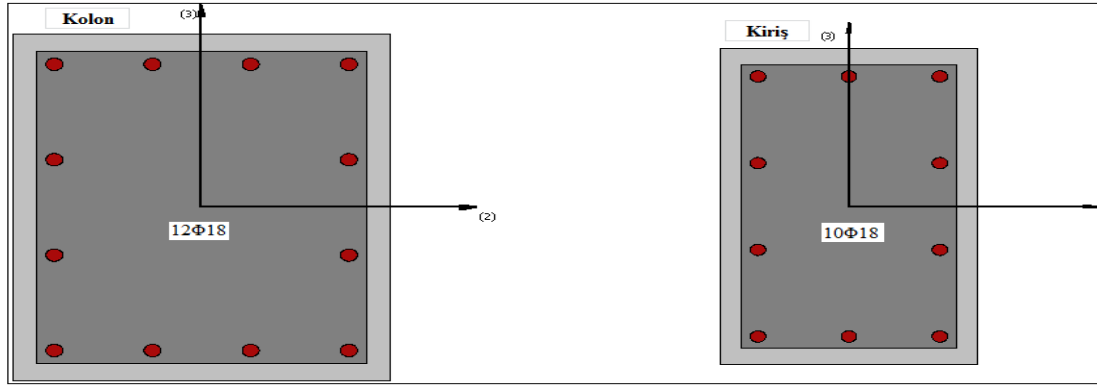
Şekil 2. Seçilen örnek yapı için kat kalıp planı

Betonarme çerçeveyi oluşturan kolon ve kirişler kat adetine göre değişken olarak seçilmiştir. Seçim yapılan kolon ve kiriş boyutlarının kat konumlarına göre değişimi Tablo 1’de verilmiştir. Kolon ve kiriş elemanları donatı malzemesi S420 ve donatılar $\Phi 18$ olarak seçilmiştir. Enine donatı olarak $\Phi 10/10$ seçilmiştir.

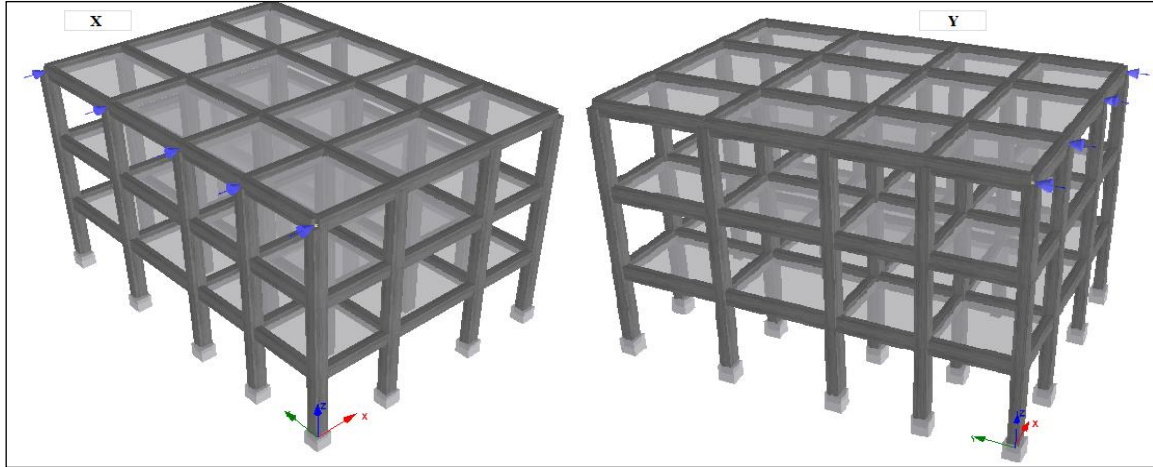
Tablo 1. Çalışmada seçilen kolon ve kiriş boyutları

Kat konumu	Kolon (cmxcm)	Kiriş (cmxcm)
3, 4 ve 5. katlar	40x50	30x50
6, 7 ve 8. katlar	50x60	30x55
9,10 ve 11. katlar	60x70	30x60

Yapıda kullanılan kolon ve kiriş en kesitleri Şekil 3’te verilmiştir.

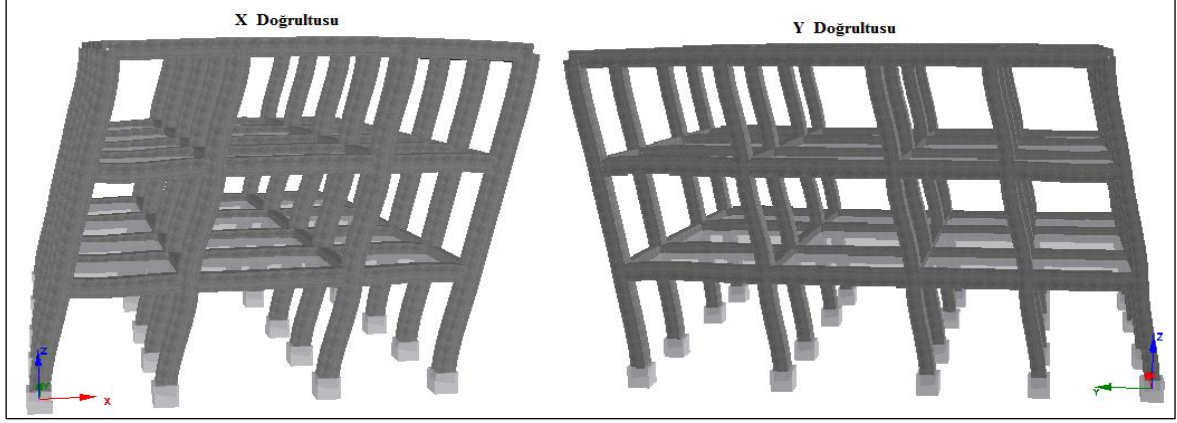
**Şekil 3.** Çalışmada kullanılan kolon ve kiriş en kesitleri

Seçilen betonarme yapıda tüm kat yükseklikleri eşit ve 3m olarak seçilmiştir. İncelenecek her yapının analizi Seismostruct yazılım programında yapılmıştır [16].Yazılım programından elde edilen üç boyutlu model ve uygulanan yükler Şekil 4’te gösterilmiştir.

**Şekil 4.** Yapının üç boyutlu modeli ve uygulanan yükler

4. Bulgular ve Tartışma

X ve Y doğrultuları için maksimum tepe yer değiştirme değerleri ve deformasyon durumları her bir farklı kat adedi için ayrı ayrı hesaplanmış ve bu değerler için örnek olarak 3 katlı örnek yapı için elde edilen sonuçlar Şekil 5’te gösterilmiştir.



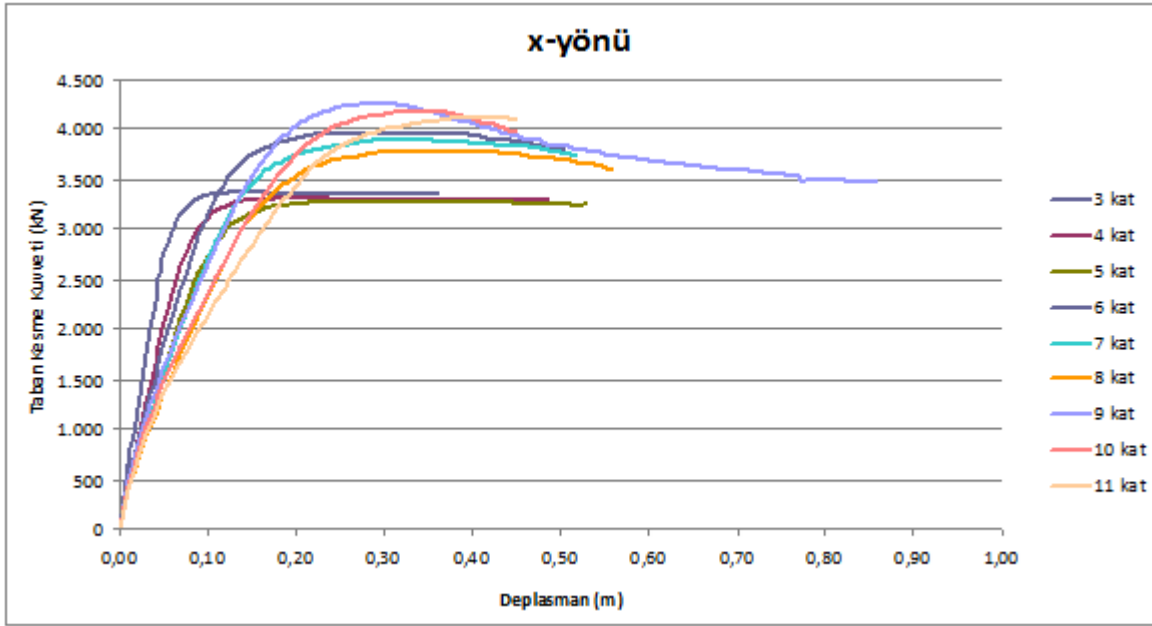
Şekil 5. 3 katlı örnek yapı için deformasyon durumu

Çalışmada seçilen her bir kat adedi için yazılım programından elde edilen sonuçlar Tablo 2’de gösterilmiştir.

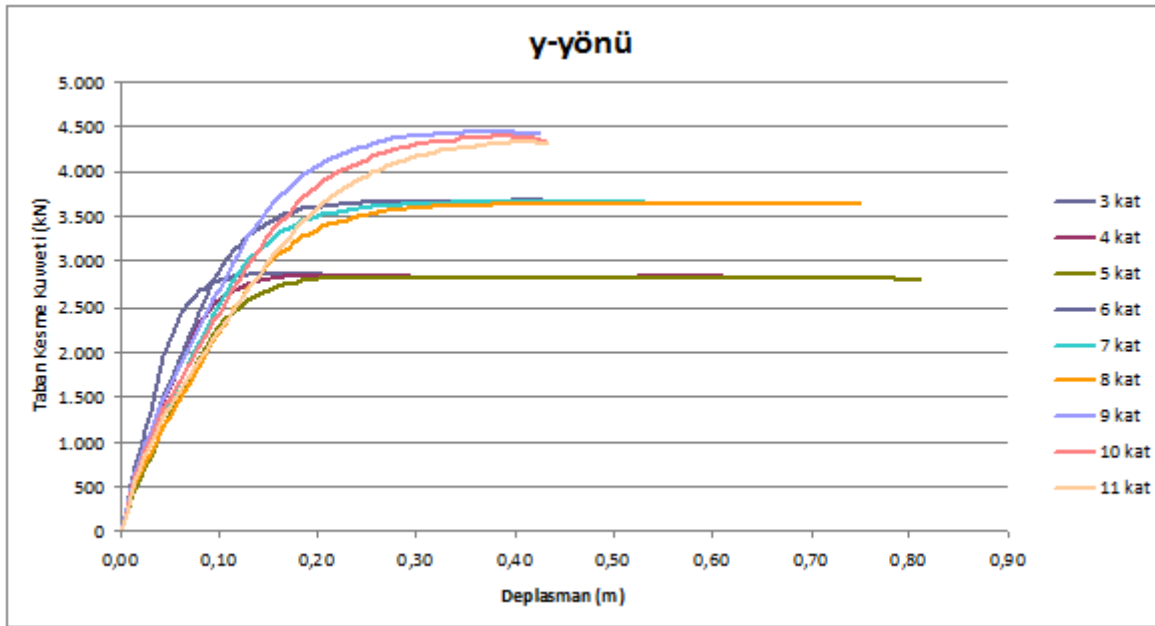
Tablo 2. Analiz sonuçlarından elde edilen değerler

Kat Adedi	X Doğrultusu		Y Doğrultusu	
	Taban Kesme Kuvveti (kN)	Tepe Yerdeğiştirme (m)	Taban Kesme Kuvveti (kN)	Tepe Yerdeğiştirme (m)
3	3347	0.36	2840	0.28
4	3290	0.48	2837	0.61
5	5253	0.53	2786	0.81
6	3606	0.50	3683	0.43
7	3737	0.52	3659	0.53
8	3800	0.56	3638	0.75
9	3471	0.44	4414	0.42
10	3970	0.45	4343	0.43
11	4101	0.45	4297	0.44

Kat adedinin değişiminden dolayı elde edilen statik itme eğrileri her iki doğrultu için ayrı elde edilmiştir. X yönünde elde edilen eğriler Şekil 6’da; Y yönünde elde edilen eğriler ise Şekil 7 ‘de gösterilmiştir.



Şekil 6. Farklı kat adetleri için X yönü statik itme eğrileri



Şekil 7. Farklı kat adetleri için Y yönü statik itme eğrileri

4. Sonuç ve Öneriler

Yapıların yüksekliği, yapıların depreme karşı dayanıklılıklarının belirlenmesinde dikkate alınması gereken unsurlardan biridir. Yapı yüksekliği yapıyı meydana getiren katların toplam yüksekliğidir. Bu çalışmada kat adedi değişken olarak seçilmiştir.

Çalışmada betonarme binalar için kat adedi değişiminin yapısal performansı nasıl etkilediği ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu amaçla, salt çerçeve olan örnek bir betonarme yapı seçilmiştir. Kolon boyutları kat adetlerinin değişimine göre değişken olarak seçilmiştir. Bu amaçla 3,4,5,6,7,8,9,10 ve 11 katlı değerler değişken olarak seçilmiştir. Çalışmada ayrıca performansa dayalı değerlendirme ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Çalışmada kullanılan değişkenler yardımı ile yazılım programından analiz sonuçları elde edilmiş olup sonuçlar karşılaştırılmıştır. Kolon boyutlarının değiştiği katlarda, kat adedinin artması ile X doğrultusunda taban kesme kuvveti ile yer değiştirme miktarları artmıştır. Y doğrultusunda ise kat

adedinin artması ile kolon boyutlarının değiştiği katlarda taban kesme kuvveti azalırken tepe yer değiştirme değerleri artmıştır. Her iki doğrultuda farklı sonuçların elde edilmesi seçilen kolonların doğrultuları ile alakalıdır.

Yapı hasarlarının en önemli nedenlerinden biri kat adedidir. Özellikle depremlerden dolayı yapı hasarları bunun en güzel belirtisidir. Herhangi bir betonarme yapı tasarımı yapılırken kat adedi gelişigüzel seçilmemelidir. Seçilen kat adetleri için hesaplamalar hassasiyetle yapılmalıdır. Kat sayısı attıkça daha az kat yüksekliği ve kat sayısı olan yapılara göre daha az taban kesme kuvvetine karşı koyabilmektedir. Kat yüksekliği ve kat sayısı az olan yapılara karşın fazladan yapmış olduğu deplasman miktarı ise toplam bina yüksekliğindeki değişimle orantılıdır.

X yönünde en büyük taban kesme kuvveti değeri 5 katlı betonarme bina için elde edilmiş iken Y yönünde en büyük taban kesme kuvveti değerine 9. katlı yapıda ulaşılmıştır. Taban kesme kuvveti ile tepe yer değiştirme arasındaki ilişki kolon ve kiriş boyutlarının değiştiği katlarda değişiklik göstermektedir. Kolon ve kiriş boyutlarının aynı olduğu yapılarda kat adedinin artması ile birlikte taban kesme kuvveti ve tepe yer değiştirme değerleri artmıştır. Kat adedi seçimi yapılırken taşıyıcı sistemi meydan getiren eleman boyutlarının da hassasiyetle seçilmesi gerekmektedir.

Yapı kütlesi sabit tutularak, rijitlik arttıkça periyot azalmaktadır. Tasarımı yapılan yapının zemin hakim periyodunu dikkate alarak, yapı rezonansa getirecek periyot oluşturacak rijitlik değerinden kaçınmak gerekmektedir. Taşıyıcı sistemin rijitliğine bağlı olarak, yapı periyodu azaltılabilir ve ya artırılabilir. Bu durum göz önüne alındığında periyodu büyük olan zeminler üzerinde rijit yapıların, küçük olan zeminler üzerinde ise esnek yapıların inşa edilmesi rezonans oluşmaması açısından uygun olacaktır.

Kat sayısının artması durumlarında yapının rijitliğini artıracak önlemler alınması gerekmektedir. Rijitliğin artması ile yapı periyodu aşağı seviyelere çekilmiş olacaktır. Bunun sonucu olarak yapılardan beklenen yeterli rijitlik sağlanmış olacaktır. Bunu sağlamanın yollarından biri betonarme perde duvarların her iki doğrultuda yeterli seviyede kullanılmalısı ile gerçekleşir. Ancak gereğinden fazla perde kullanımının burulma düzensizliği oluşturacağı unutulmamalıdır.

Kaynaklar

1. Işık E. Özlük M.H. Demir E. Bilici H. 2012. 23.10.2011 Van Depreminin Adilcevaz İlçesindeki Etkilerinin Gözleme Dayalı İncelenmesi, Bitlis, Eren Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1(1), 1-10.
2. Şengezer B. 1999. 13 Mart 1992 Erzincan Depremi Hasar Analizi ve Türkiye’de Deprem Sorunu. Y.T.Ü. Basın Yayın Merkezi.
3. Sucuoğlu H. 2007. Kentsel Yapı Stoklarında Deprem Risklerinin Sokaktan Tarama Yöntemi İle Belirlenmesi, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, 267-284.
4. Celep Z.. Kumbasar N. 2007. Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Beta Dağıtım, İstanbul.
5. Aydınoglu M. N. 2007. A Response Spectrum-Based Nonlinear Assessment Tool for Practice: Incremental Response Spectrum Analysis (IRSA), ISET Journal of Earthquake Technology, 44(1), 169-192.
6. Doran B. Akbaş B. Sayım İ. Fahjan Y. Alacalı S.N. 2011.Uzun Periyotlu Bir Yapıda Yapısal Sağlık İzlemesi ve Deprem Performansının Belirlenmesi, 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 11-14 Ekim, ODTÜ.
7. Kutanis M. Boru O.E. 2014. The Need for Upgrading the Seismic Performance Objectives, Earthquakes and Structures, 7(4), 401-414.
8. İlki A. Celep, Z. 2011. Betonarme Yapıların Deprem Güvenliği, 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Ankara, Turkey, October.
9. Özer E. 2007. Performansa Dayalı Tasarım ve Değerlendirme, ITU, Lectures Notes.

10. Fajfar P. 1999. Capacity Spectrum Method Based on Inelastic Demand Spectra. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 28(9), 979-993.
11. Chopra A.K. Goel R.K. 2002. A Modal Pushover Analysis Procedure For Estimating Seismic Demands For Buildings, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 31(3), 561–582.
12. Freeman S.A. 1998. The Capacity Spectrum Method As a Tool for Seismic Design. In *Proceedings of the 11th European Conference On Earthquake Engineering* (6-11).
13. Arısoy B. 2010. Yapısal Özellikleri Farklı BA Binaların Performansa Dayalı Analizi, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 25(3), 431-439.
14. Işık E. Kutanis M. 2015. Performance Based Assessment for Existing Residential Buildings in Lake Van Basin and Seismicity of the Region. *Earthquakes and Structures*, 9(4), 893-910
15. Çağlar N. Öztürk H. Demir A. Akkaya A, 2014. TDY2007'ye Göre Tasarlanmış Betonarme Bir Yapının Doğrusal Elastik Olmayan Analiz Yöntemleri ile İncelenmesi. *ISITES2014*, Karabük.
16. SeismoStruct v6.5 2016. –A Computer Program for Static and Dynamic Nonlinear Analysis of Framed Structures. Seismosoft,

Araştırma Makalesi / Research Article

Mermer Tozu Atığı ve Silis Dumanının Betonun Karbonatlaşma Özelliğine Etkisi

Cuma KARA^{1*}, Salih YAZICIOĞLU²

¹Artvin Çoruh Üniversitesi, Borçka Acarlar Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, Artvin

²Gazın Üniversitesi, Teknolojisi Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara

Özet

Bu çalışmanın amacı; farklı oranlarda mermer tozu (MT) atığı ve %10 Silis dumanı (SD) ikame edilerek üretilmiş betonlarda karbonatlaşma sonucu meydana gelen fiziksel ve mekanik değişimi belirlemektir. Çalışma sürecinde % 5, % 10, % 15 MT ikameli, % 10 SD ikameli, % 5 MT + % 10 SD, % 10 MT + % 10 SD, % 15 MT + % 10 SD ikameli ve referans (katkısız) olmak üzere aynı çökme değerine sahip sekiz tip C30 sınıfı beton üretilmiştir. Beton numunelere 28 gün standart kür uygulanmıştır. Kür sonunda örneklerin yarısı kontrol numuneleri olarak laboratuvar şartlarında, diğerleri ise 56 gün süresince karbonatlaşma tankında bekletilmiştir. Beton türleri üzerinde eğilme dayanımı, karbonatlaşma derinliği, kapiler su emme, ultrases geçiş hızı, aşınma ve basınç dayanımı deneyleri gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, farklı oranlarda MT, SD ve MT + SD içeren beton örneklerinde karbonatlaşma derinliği arttıkça; ultrases hızı değerlerinin arttığı, kapilarite katsayılarının azaldığı, aşınma miktarının düştüğü ve basınç dayanımının arttığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Beton, mermer tozu, silis dumanı, karbonatlaşma, dayanım

Effects of Marble Duster Waste and Silica Fume to Carbonation of Concrete

Abstract

This study aims is to determine the physical and mechanical variations which from occurring as a result of carbonation in concrete that produced by substituting marble dust waste and silica fume (10%) at different rates. During the study period, 5 %, 10 %, 15 % marble dust (MD), 10 % silica fume (SF) 5 % MS + 10 % SF 10 % MD + 10 % SF 15 % MD + 10 % SF admixtures (without additives) to C30 class concrete with a value of eight types of the same slump, are produced. Concrete were applied standart curing for 28 days. End of curing, half of the concretes samples were incubated in the carbonation tank during 56 days. The other half of concrete were maintained in laboratory conditions. On the concretes were performed flexural strength, depth of carbonation measuring, capillary water absorption, ultrasonic pulse velocity, compressive strength and abrasion strenght tests. As a result, when the depth of carbonation in concrete samples which with different proportions MD, SF, and MD + SF increases, the speed of pulse velocity was increased; capillarity coefficient was decreased; abrasion strenght was decrease and compressive strenght was increased.

Keywords: Concrete, marble dust, silica fume, carbonation, strenght.

* Sorumlu yazar: cumakara@artvin.edu.tr

Geliş Tarihi: 29.03.2016, Kabul Tarihi: 09.08.2016

1. Giriş

Betonun dayanıklı olması öncelikle karışıma giren malzemelerin doğru seçimine, beton karışım, döküm, sıkıştırma ve kür yöntemlerinin doğru uygulamasına bağlıdır. Ancak sadece bu standartları sağlamak betonun hizmet ömrü için yeterli olmayacaktır. Beton dış etkenlere karşı da korunmalıdır [1]. Bazı zararlı kimyasal maddeler içeren atmosfer ve su hem normal beton hem de betonarme için zararlı etkileri olan bir ortam oluşturmaktadır. Betonun geçirgenliği ile beraber karbondioksit, yumuşak ve asitlik oranı yüksek sular, klorürlü sular, sülfatlı sular ve deniz suları tehlike oluşturmaktadır [2]. Atmosferde serbest durumda bulunan karbondioksitin nemli ortamlarda, hidrate olmuş çimento ile reaksiyona girmesi sonucu beton içerisinde karbonatlaşma adı verilen olay meydana gelmektedir [3]. Karbonatlaşmanın beton üzerine en önemli zararlı etkisi, pH derecesinin azalmasıdır. Bu durum betonarme demirlerinin korozyonu üzerinde olumsuz etki yapar. Bu amaçla, paspayı bırakılarak demirlerin karbonatlaşma tabası altında kalması sağlanır [4]. Beton karbonatlaşması, betonun geçirgenliği ve ortamdaki nem durumuna bağlıdır. Yapılan araştırmalarla karbonatlaşma oluşumuna etki eden faktörler; boşluk suyu, bağıl nem, beton sınıfı, beton geçirgenliği, betonun yalıtımlı olup olmadığı, paspayı kalınlığı ve zaman olarak belirlenmiştir [5,6]. Günümüzde fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkilere karşı dayanıklı, kaliteli ve yüksek performanslı beton üretimi, gerek kimyasal gerekse mineral katkıların kullanımı ile mümkün olmaktadır [7].

Mermer fabrikalarından üretim atığı olarak çıkan toz atıklar genellikle değerlendirilememekte, üstelik çevre kirliliği açısından da sorunlar yaratmaktadır. Mermer toz (MT) atıklarının değerlendirilmesine yönelik olarak uygulamaya sokulabilecek alternatifler, mermer fabrika işletmecilerine ve ülke ekonomisine kazançlar sağlayabileceği gibi, bu fabrikaların çevre kirletici özelliğini de önemli ölçüde azaltacaktır. Geçmişten günümüze mermer ocaklarında ve mermer işleme tesislerinde ortaya çıkan tozların değerlendirilmesi ile ilgili yapılan çalışmalar devam etmektedir [8].

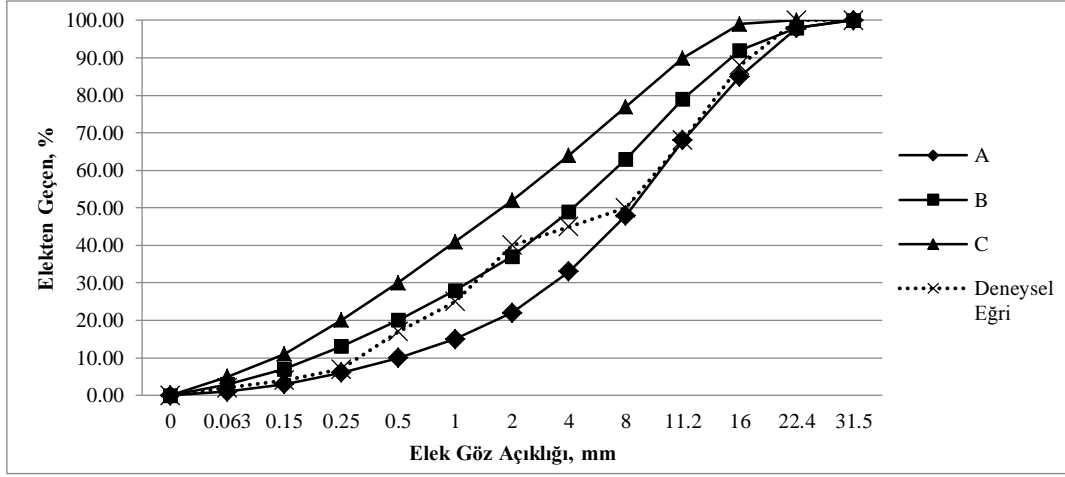
Yapılan araştırmalarda, silis dumanının (SD) betonda yüksek basınç dayanımı sağladığı, taze betonda terlemeyi ve ayrışmayı azalttığı, betonun hidrasyon ısını etkilediği, priz süresini geciktirdiği, sertleşmiş betonun su geçirimsizliğini, alkali silika reaksiyonunu azalttığı ve sülfatlara arşı dayanıklılık sağladığı bilinmektedir [9,10]. Ayrıca, SD nispeten daha koyu renkli beton elde edilmesine neden olmaktadır.

Betondaki karbonatlaşmanın daha az olabilmesini sağlayabilmek amacıyla yapılması gereken en önemli işlem, betonun mümkün olduğunca kadar geçirimsiz bir beton olarak üretilmesidir [9]. Geçirimsiz beton üretimi için kullanılan yöntemlerden birisi de filler malzeme kullanmaktır. Bu çalışmada mineral katkı maddeleri ile beton üretimi gerçekleştirilmiştir. Puzolanik özellik gösteren malzeme olarak silis dumanı tercih edilirken, atık malzeme olarak mermer tozu kullanılmıştır. Mermer tozunun tercih edilme nedeni ülkemizde mermer rezervinin yüksek olmasıdır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Malzeme

Beton örneklerinin üretilmesi amacıyla Ankara'da bulunan Limak çimento fabrikası ürünü CEM I 42,5 R çimentosu, Kırşehir yöresine ait 0-4, 4-11, 11-22 mm gruplarında kırmataş agrega, Polikarboksilik Eter Esaslı süper akışkanlaştırıcı (SA), Kırşehir şebeke suyu kullanılmıştır. Agrega granülometrisi şekil 1 de verilmiştir [11,12].



Şekil 1. Agrega granülometrisi

Karışımında kullanılan atık MT Kırşehir Kaman'da bulunan ARP granit ve mermer işletmesine ait çökelti havuzundan alınmıştır. Mermerin kesimi esnasında su kullanıldığı için MT, çamur halinde temin edilmiştir. Toplama havuzundan çıkarılan çamur halindeki MT etüvde 110+5 °C'de kurutulmuştur. Tane yoğunluğu 2,73 g/cm³ olan MT 0,125 mm'lik elekten elenmiş ve elekten geçen malzeme kullanılmıştır.

Karışımında kullanılan SD Antalya Etibank Elektrometalürji İşletmesi'nden temin edilmiştir. SD'ye ait tane yoğunluğu 2,32 g/cm³'tür. MT'ye ait XRF (X Ray Flouresan) analiz sonuçları ve SD'ye ait kimyasal özellikler Çizelge 1'de verilmiştir

Çizelge 1. MT XRF analiz sonuçları ve SD'ye ait kimyasal özellikler

Oksit	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃
MT	39,40	15,20	7,65	34,20	0,65	-
SD	81,40	4,47	1,40	0,82	1,48	1,30

2.2 Yöntem

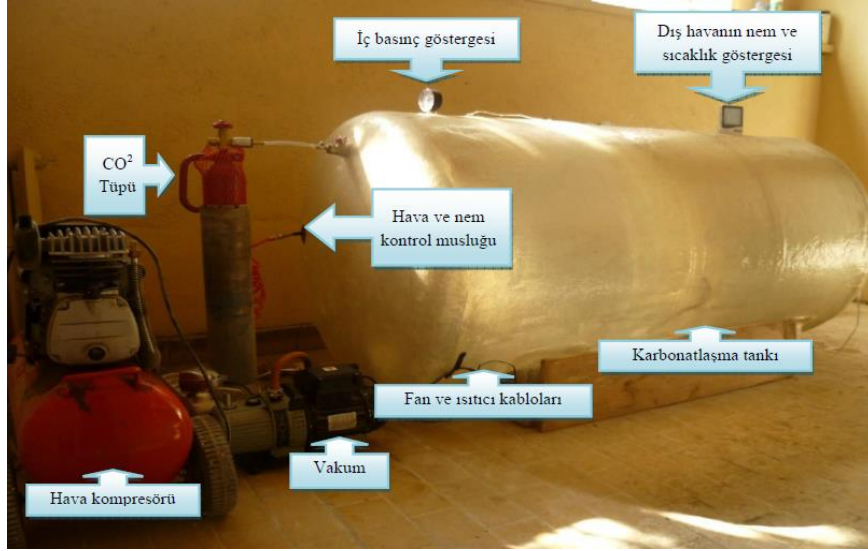
Karışımların beton sınıfı C30 olup, SA bağlayıcı miktarının % 1'i kadar kullanılmıştır. Farklı oranlarda MT, SD ve MT+SD çimento ile ikame edilmiştir. Referans, % 5 MT, % 10 SD, % 5 MT + % 10 SD, % 10 MT, % 10 MT + % 10 SD, % 15 MT, % 15 MT + % 10 SD olmak üzere toplam 8 farklı beton karışımı hazırlanmıştır [13, 14]. Silis dumanı ve silis alaşımlı katkıların birlikte kullanılması ile edilen yüksek dayanımlı betonlarda silis dumanı katkısı çimentonun ağırlıkça % 10'u civarındadır [10]. Bu nedenle silis dumanı ikame oranı % 10 tercih edilmiştir. Karışımlar hazırlanırken çökme değerleri S2 kıvam sınıfı olacak şekilde sabit tutulmuştur [15]. Her bir tür için beton karışımına giren 1 m³'lük malzeme miktarları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. 1 m³ beton karışımına giren malzeme miktarları

Malzemeler	Referans	% 10 SD	% 5 MT	% 5 MT + % 10 SD
Çimento (kg)	340	306	323	289
MT (kg)	-	-	17	17
SD (kg)	-	34	-	34
Su (lt)	195	202	196	193.75

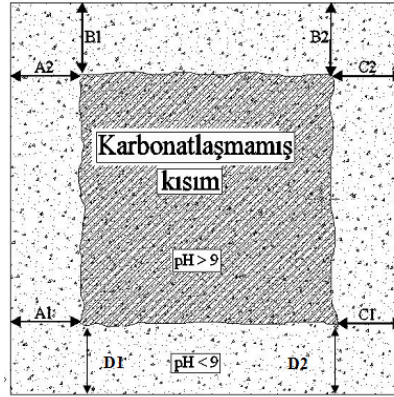
SA (kg)		3,4	3,4	3,4	3,4
Agrega (kg)	0-4	750	750	750	750
	4-11	825	825	825	825
	11-22	300	300	300	300
Slump		8	8,5	8,5	8
Malzemeler		% 10 MT	% 15 MT	% 10 MT + % 10 SD	% 15 MT + % 10 SD
Çimento (kg)		306	289	272	280
MT (kg)		34	51	34	51
SD (kg)		-	-	34	34
Su (lt)		175	182,5	212,5	225
SA (kg)		3,4	3,4	3,4	3,4
Agrega (kg)	0-4	750	750	750	750
	4-11	825	825	825	825
	11-22	300	300	300	300
Slump		8,3	8,5	8	8,5

Taze beton karışımı 100x100x400 mm boyutlarında prizmatik ve 100x100x100 mm boyutlarındaki küp kalıplara dökülmüştür. Her bir beton serisine ait 3 adet prizmatik örnek ve 6 adet küp örnek 28. Güne kadar standart kür havuzunda bekletilmiştir. Prizmatik örnekler karbonatlaşma testine tabi tutulmuştur [16]. Çalışmada karbonatlaşmanın gerçekleşebilmesi için 20 °C sıcaklıkta % 55 nem için sodyum dikromat seçilmiştir. Sodyum dikromatın doymuş çözeltisi tank içerisindeki kaba bırakılmış ve deney süresince suyun sıcaklığı 20°C'de tutulmuştur. Tankın içindeki CO₂ miktarını % 1 olarak ayarlanmıştır. Tank görünümü şekil 2'de verilmiştir. Betonlar 56 gün kadar karbonatlaşmaya maruz bırakılmıştır. Tanktan çıkarılan betonlar eğilme dayanımı testine tabi tutulmuştur. Bölünen parçalara baz indikatörü olan fenolftalein çözeltisi püskürtülmüş ve numunedeki renk farklılığı gözlenmiştir. Fenolftalein hidratasyon ürünü olan Ca(OH)₂ ile tepkimeye girerek ortamın pembe bir renk almasına neden olur. Numunelerin karbonatlaşma meydana gelen kısımlarında renk değişimi gözlenmez. Çünkü Ca(OH)₂, CO₂ ile tepkimeye girmiş olduğundan ortamın pH değeri 11-12,5 değerinden 8-9 gibi değerlere düşmüştür. Böylece ortamda fenolftalein'in tepkimeye girerek pembe renge dönüştüreceği Ca(OH)₂ bulunmaz [17].



Şekil 2. Karbonatlaşma tank düzeni

Her bir prizmatik örnekte fenolftalein püskürtülecek iki yüzey oluşmuştur. Böylelikle her bir beton karışım türü için 3 adet prizmatik örneğin kırılmasıyla oluşan toplam altı yüzeye fenolftalein çözeltisi sıkılarak, karbonatlaşma derinliği ölçülmüştür. Beton numuneleri üzerinde renk değiştirmeyen kısımların derinlikleri ölçülerek ortalama karbonatlaşma derinliği (KD) hesaplanmıştır (Şekil 3) [17].



Şekil 3. Karbonatlaşma derinliğinin belirlenmesi

Karbonatlaşma derinliğinin hesaplanmasında Eş. (1) kullanılmıştır.

$$KD = \frac{A1+A2+B1+B2+C1+C2+D1+D2}{8} \quad (1)$$

Eğilme dayanımı sonrası iki parçaya ayrılan karbonatlaşma uygulanmış olan beton örnekler kesilerek 6 adet küp elde edilmiştir [18]. Küp örnekler ise karbonatlaşma uygulanmayan örnekler olarak değerlendirmeye alınmıştır. Karbonatlaşma uygulanmış ve uygulanmamış küpler üzerinde ultrases geçiş hızı ve kapiler su emme deneyi yapılmıştır. Tahribatsız yöntemlerin ardından 3'er adet örnek üzerinde basınç dayanımı, 3'er adet örnek üzerinde ise aşınma dayanımı testleri uygulanmıştır. Beton örnekleri üzerinde ASTM C 597'ye göre okunan ses geçiş süreleri Eşitlik (2) kullanılarak Ultrases geçiş hızına dönüştürülmüştür [19].

$$V = L / t \quad (2)$$

Eşitlik 2'de; V km/s cinsinden ses hızını, t saniye cinsinden ses geçiş süresini, L ise km cinsinden ölçü boyunu ifade etmektedir. Kapiler su emme katsayıları Eşitlik 3 kullanılarak hesaplanmıştır [20].

$$C_{w,s} = \frac{m_{so,s} - m_{dry,s}}{A_s \sqrt{t_{so}}} \quad (3)$$

Burada;

$m_{dry,s}$ = Deney numunesinin kurutma sonrasındaki kütlesi (g),

$m_{so,s}$ = Deney numunesinin (t) süreyle suya temas ettirildikten sonraki kütlesi (g),

A_s = Deney numunesinin suya temas ettirilen yüzeyinin brüt alanı (mm²),

t_{so} = Deney numunesinin suya temas ettirilme süresi (s),

$C_{w,s}$ = Beton doğal taş ve yapay taş kâgir birimlerin kapiler su emme katsayısı, [$g/(m^2xs^{0,5})$] ifade etmektedir.

Aşınma dayanımı deneyi ASTM C 944-99 standardında belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir [21]. Deney sonunda numunelerdeki kütlece ağırlık kayıpları ölçülerek sonuçlar ortalama “% ağırlık kaybı” olarak hesaplanmıştır.

Basınç dayanımı TS EN 12390-3 standartına uygun olarak, eşitlik 4 kullanılarak hesaplanmıştır [22].

$$f_{ck} = F/A \quad (4)$$

Eşitlikte;

f_{ck} = Basınç dayanımı, MPa (N/mm²)

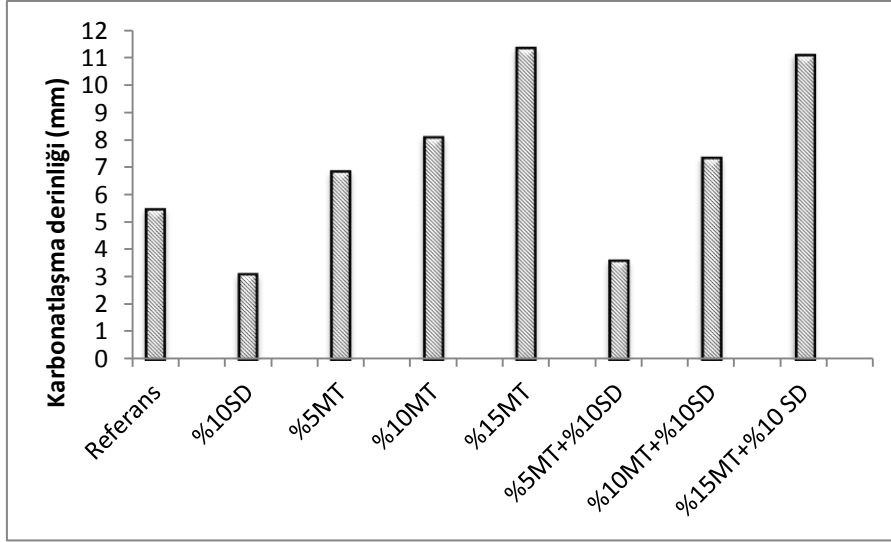
F = En büyük yük, (N)

A = Numunenin alanı, (mm²)

ifade etmektedir.

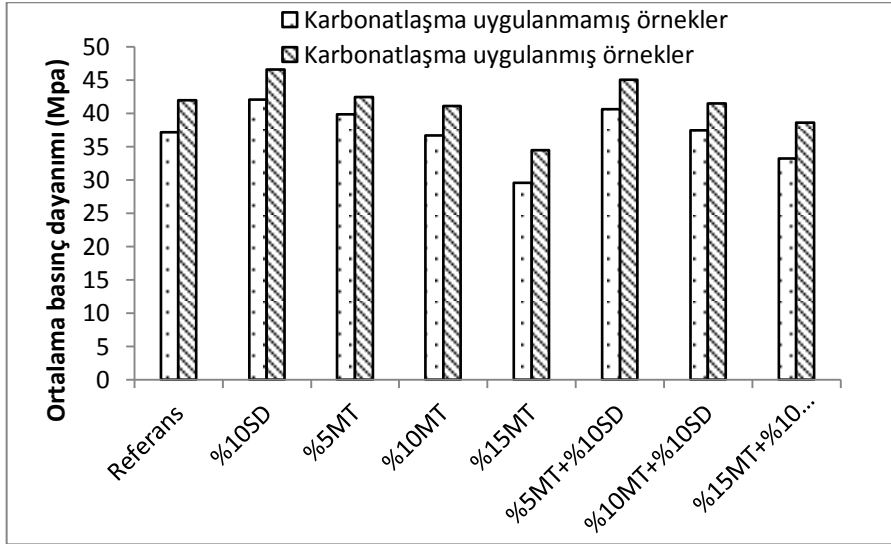
3. Bulgular

Farklı karışımlara ait betonların karbonatlaşma derinliklerine ilişkin sayısal veriler Şekil 4’de, görülmektedir. En yüksek karbonatlaşma derinliğinin % 15 MT karışımına ait beton örneklerinde olduğu, en düşük karbonatlaşma derinliğinin ise % 10 SD karışım örneklerinde olduğu belirlenmiştir. En düşük karbonatlaşma derinliğini % 10 SD, ardından % 5 MT + % 10 SD ve referans örnekler takip etmektedir. MT + SD karışımlarının karbonatlaşma derinlikleri incelendiğinde MT oranı arttıkça karbonatlaşma derinliğinin arttığı belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan MT inceliği çimentodan daha azdır. MT ikamesi ile beton kompasitesi azalmaktadır, bu durum karbonatlaşma derinliğinin artmasına neden olmuştur. En az karbonatlaşma derinliğinin % 10 SD karışımına ait olması, literatür ile uyumludur. Silis dumanı betonun boşluklarını doldurarak geçirimsizliği azaltmaktadır. Bu nedenle betonda karbonatlaşma hareketi azalma gösterir [10].



Şekil 4. Karbonatlaşma derinlikleri

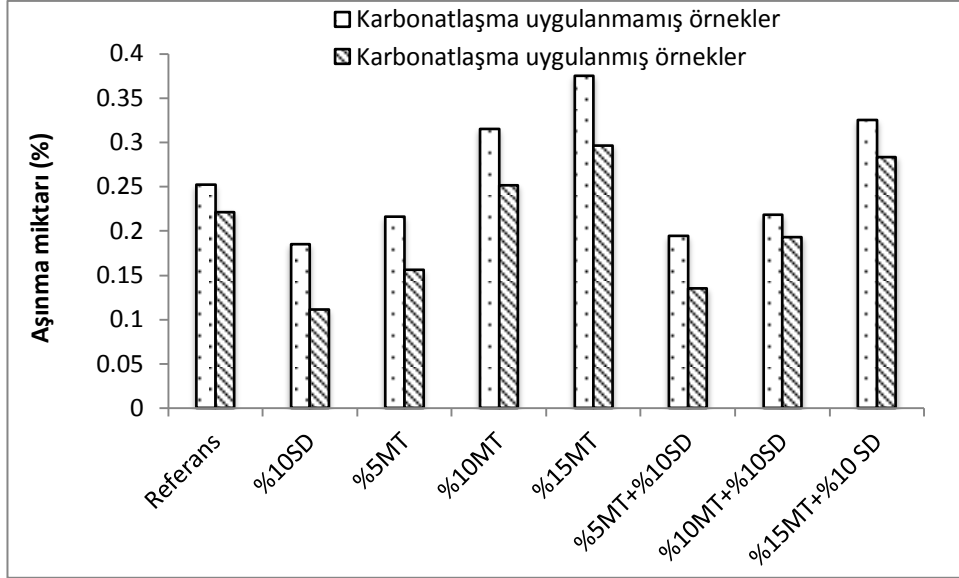
Beton türlerine ait ortalama basınç dayanımları incelendiğinde, MT + SD karışımlarının % 10 SD karışımına göre basınç dayanımlarının daha az olduğu görülmektedir. MT + SD karışımları incelendiğinde ise MT miktarının artmasıyla basınç dayanımlarının düştüğü belirlenmiştir. Silis dumanı diğer puzolanlarda olduğu gibi beton hamuru içerisinde yeni kalsiyum silika hidrat jelleri oluşmasını sağlamaları yanı sıra ince silis dumanı taneleri çimento hamurunu ve iri agrega hamuru ara yüzey geçiş bölgesini sıkılayıp kuvvetlendirerek beton dayanımını arttırmaktadır [10]. Bu nedenle, % 10 SD katkılı karbonatlaşma uygulanmamış ve uygulanmış betonlarda en yüksek basınç dayanımının elde edilmesi beklenen bir sonuç olmuştur.



Şekil 5. Ortalama basınç dayanımları

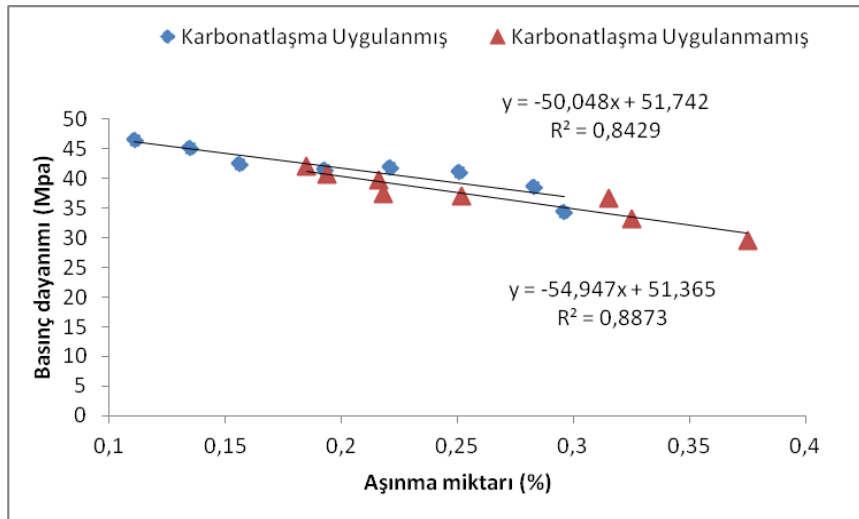
Karbonatlaşma öncesi ve sonrası basınç dayanımlarının değişimlerine bakıldığında (Şekil 5), karbonatlaşma sonrası dayanımlarının bir miktar arttığı görülmektedir. Betonda karbonatlaşma reaksiyonunun ürünü olan CaCO_3 'ün ortaya çıkmasıyla karbonatlaşan kısımlarda yoğunluk artışı gerçekleşmiş ve yüzeydeki bu yoğunluk artışı dayanımda az da olsa artış ile kendini hissettirmiştir. Bu durum literatür ile de uyumludur. Erdoğan [9], karbonatlaşma olayı sonucunda serbest kalan suyun, çimentonun hidratasyonuna yardımcı olarak dayanımda bir miktar artış meydana getirebileceğini belirtmiştir. Karbonatlaşmaya maruz bırakılan örnekler arasında (Şekil 6), en yüksek aşınma miktarı % 15 MT ve % 15 MT + % 10 SD karışımına aitken, en düşük aşınma miktarı ise % 5 MT + % 10 SD

ve % 10 SD içeren karışımlara aittir. Silis dumanı katkısı gerek hamur gerekse hamur-agrega ara yüzey dayanımlarını arttırması nedeni ile betonun bu gibi yıpratıcı etkilere karşı direncini arttırdığı bilinmektedir. Böhme cihazı ile yapılan deneylerde çimentonun % 10'u kadar katılan silis dumanı ile aşınma kaybının % 40 mertebesinde azaltılabileceği bulunmuştur [23]. Basınç dayanımı diğer mekanik özellikler ile paralellik göstermektedir. Basınç dayanımı yüksek olan örneklerin aşınma dayanımları da diğer örnekler göre daha iyi sonuç vermiştir. Karbonatlaşma uygulaması yapılmamış ve yapılmış örneklerin aşınma miktarları karşılaştırmalı olarak incelendiğinde, tüm beton karışımlarında karbonatlaşma uygulamasının ortalama aşınma miktarı değerlerini düşürdüğü belirlenmiştir.



Şekil 6. Aşınma miktarları

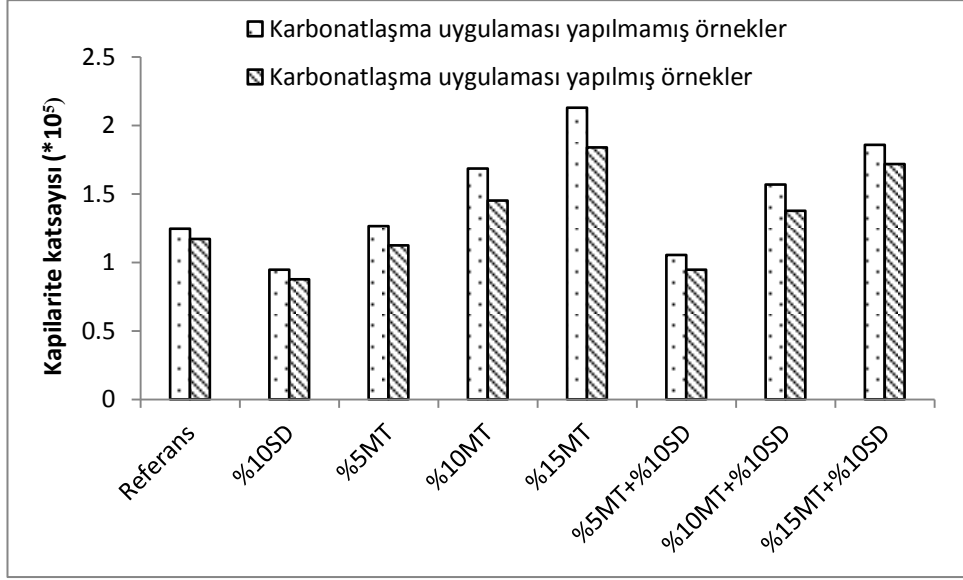
Karbonatlaşma uygulanmış ve uygulanmamış örneklerin basınç dayanımı testi sonuçları ile aşınma dayanımı testi sonuçlarından elde edilen veriler kullanılarak aralarındaki ilişkinin belirlenebilmesi amacıyla regresyon analizi yapılmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Karbonatlaşma uygulanmış ve uygulanmamış örneklerde basınç dayanımı ile % ağırlık kaybı ilişkisi

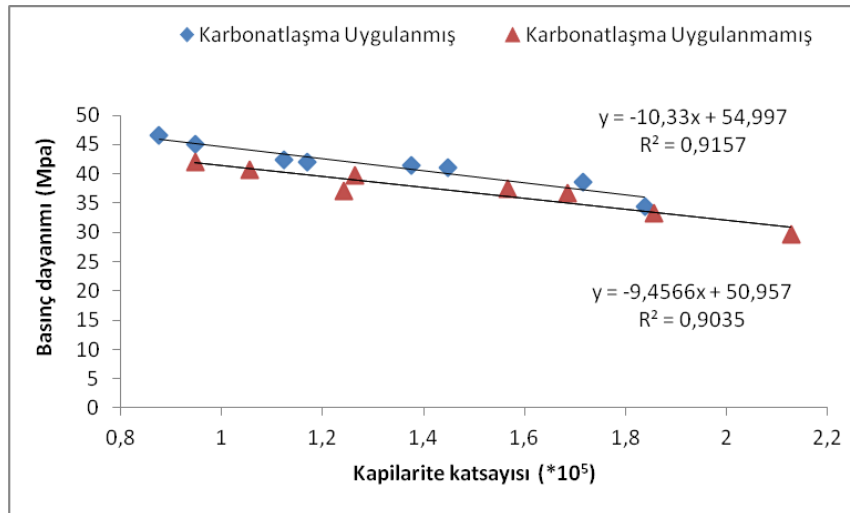
Genelde literatürde beton numuneler üzerinde yapılan çalışmalarda aşınma dayanımı ile basınç dayanımı arasındaki ilişki ve bu ilişkinin oldukça güçlü olduğundan bahsedilmektedir [24]. Karbonatlaşma uygulanmış ve uygulanmamış betonların basınç dayanımı ile aşınma miktarı arasındaki ilişki de korelasyon katsayıları sırasıyla 0,84 ve 0,88 olarak hesaplanmıştır. Bu durum karbonatlaşma

uygulanmayan örneklerin basınç dayanımı ile aşınma miktarı arasındaki ilişkinin daha kuvvetli olduğu bulgusunu ortaya koymuştur. Karbonatlaşma öncesi ve sonrası örneklerin kapilarite katsayılarının karşılaştırması Şekil 8’de görülmektedir. En yüksek kapilarite katsayısı % 15 MT karışımına aitken, en düşük değer % 10 SD karışımına aittir. SD’ye MT ilave edilen örnekler incelendiğinde, MT miktarı arttıkça kapilarite katsayısının arttığı görülmüştür. % 10 SD içeren örneğin kapilarite katsayısı referansa göre daha düşüktür. Tüm karışımlarda kapilarite katsayılarının karbonatlaşma sonrası düştüğü belirlenmişken, en büyük azalma miktarı % 15 MT karışımına aittir.



Şekil 8. Kapilarite katsayısı

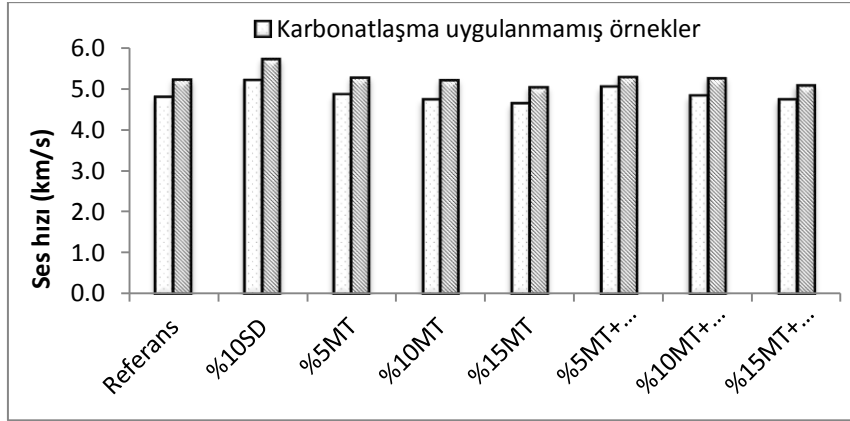
Kalsiyum karbonat bileşimi geçirgenliği azaltmakta, daha küçük kapiler bağlantılı gözenekler arasındaki bağlantıları tıkamaktadır [2]. Karbonatlaşmaya maruz bırakılmış örneklerin kapilarite katsayılarının karbonatlaşmamış örneklere göre daha düşük çıkması beklenen bir durumdur. Karbonatlaşma sonucu meydana gelen CaCO₃ kristalleri, çimento hamurundaki boşlukların içine yerleştiği için nispeten daha geçirimsiz bir beton meydana gelmiştir [8]. Düşük mukavemet değerlerinde kapiler su emme katsayısının yüksek olduğu daha önceden yapılan çalışmalardan bilinmektedir [24]. Şekil 9’da karbonatlaşma uygulaması yapılmış ve yapılmamış betonların basınç dayanımı ile kapilarite katsayıları arasındaki ilişki verilmiştir.



Şekil 9. Karbonatlaşma uygulanmış ve uygulanmamış örneklerde basınç dayanımı ile kapilarite katsayısı ilişkisi

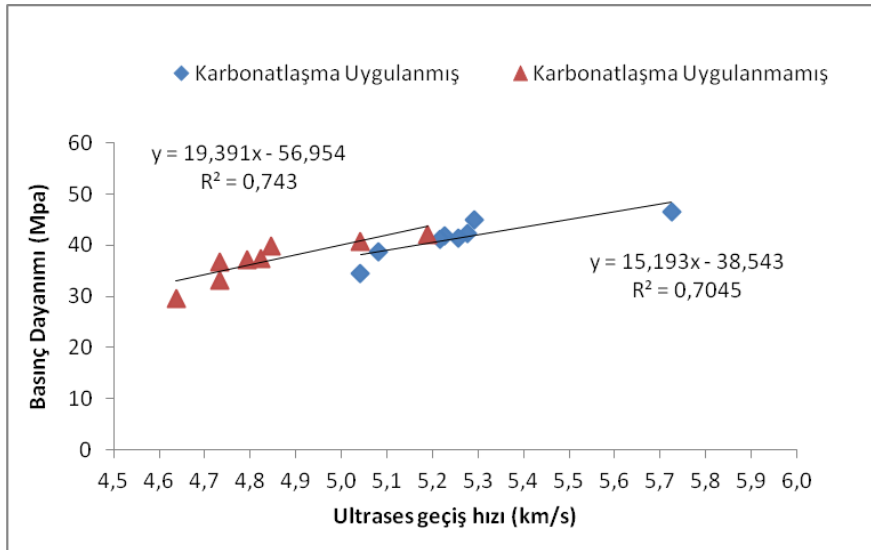
Şekil 9 incelendiğinde; karbonatlaşma uygulanmamış örneklerin basınç dayanımı-kapilarite katsayısı korelasyon değeri 0,91 iken, karbonatlaşma uygulaması yapılmayan örneklerde korelasyon değeri 0,90'dır. Bu durum, basınç dayanımı ile kapilarite katsayısı arasında oldukça kuvvetli bir ilişki olduğunu ve karbonatlaşma etkisinin bu ilişkiyi az miktarda değiştirdiğini göstermiştir. Ultrases geçiş hızı ölçülen karbonatlaşma uygulanmamış beton örnekleri incelendiğinde (Şekil 10), en yüksek ses hızının % 10 SD karışımına, en düşük ses hızının ise % 15 MT karışımına ait olduğu görülmüştür. Karbonatlaşma uygulaması yapılmış beton karışım örnekleri incelendiğinde (Şekil 7); en yüksek ses hızı değerinin % 10 SD beton karışımına, en düşük ses hızı değerinin ise % 15 MT ve % 15 MT + % 10 SD karışımlarına ait olduğu belirlenmiştir. Şekilde görüldüğü üzere, tüm beton karışımlarında ses hızı değerleri artmıştır.

Literatürde karbonatlaşma meydana gelen beton örnekleri üzerinde gerçekleştirmiş ultrases geçiş hızı deneyine ait herhangi bir bulguya rastlanmamıştır. Ancak ses hızı ve beton basınç dayanımının birbiriyle paralellik gösterdiği bilinmektedir. Karbonatlaşma uygulanmış örneklerin basınç dayanımlarında meydana gelen artış, ses hızı değerlerinde de kendini göstermiştir.



Şekil 10. Ultrases geçiş hızı

Betonların basınç dayanımı arttıkça beton kalitesi yani ses hızı değerleri artış göstermektedir. Şekil 11'de çalışmada kullanılan betonların basınç dayanımı ile ses hızı değerleri arasındaki ilişki verilmiştir.



Şekil 11. Karbonatlaşma uygulanmış ve uygulanmamış örneklerde basınç dayanımı ile ses hızı ilişkisi

Karbonatlaşma uygulanmamış örneklerin korelasyon katsayısı (0,74), karbonatlaşma uygulanmış örneklerin korelasyon katsayısından (0,70) büyüktür. Bu durum, karbonatlaşma etkisinin basınç dayanımı-ses hızı ilişkisini kuvvetlendirdiğini ifade etmektedir.

4. Sonuçlar

Farklı oranlarda MT, SD ve MT + SD kullanılarak üretilmiş beton karışımları ile yapılan çalışmada karbonatlaşma uygulanmamış örnekler incelendiğinde:

- En yüksek basınç ve eğilme dayanımının % 10 SD içeren örneklere ait olduğu, en düşük basınç ve eğilme dayanımının ise % 15 MT içeren örneklere ait olduğu görülmüştür.
- Aşınma miktarının en fazla olan örneklerin % 15 MT ve % 15 MT + % 10 SD içeren karışımlar olduğu, aşınma miktarının en az olduğu örneklerin ise % 10 SD, % 5 MT + % 10 SD ve % 5 MT içeren karışımlarda olduğu belirlenmiştir.
- MT miktarı arttıkça basınç ve eğilme dayanımlarının azaldığı, aşınma miktarının ise arttığı görülmüştür.
- MT ve SD'nin bir arada kullanımının, yalnız MT kullanımına göre daha olumlu basınç, eğilme ve aşınma dayanımı sonuçları verdiği elde edilmiştir.
- En yüksek ultrases hızı değerinin % 10 SD karışımında, en düşük ultrases hızı değerinin % 15 MT karışımına ait olduğu saptanmıştır.
- Kapiler su emme incelendiğinde, dayanım değerleriyle ilişkili olarak en düşük kapilarite katsayısının % 10 SD içeren örneklere ait olduğu, en yüksek kapilarite katsayısının diğer özelliklerle ilişkili olarak, % 15 MT içeren karışıma ait olduğu belirlenmiştir.

Karbonatlaşma uygulanmış örnekler incelendiğinde ise:

- Karışımlarda MT yüzdesi arttıkça karbonatlaşma derinliğinin arttığı görülmüştür.
- Basınç ve eğilme dayanımı düştükçe karbonatlaşma derinliğinin arttığı belirlenmiştir.
- Karbonatlaşma uygulanmış örneklerde ultrases hızı değerleri artış göstermiştir.
- Karbonatlaşma uygulanmış örneklerde aşınma miktarının azaldığı, basınç ve eğilme dayanımının ise arttığı saptanmıştır.
- Karbonatlaşma derinliğinin en çok % 15 MT içeren örneklerde olduğu, en az derinliğin ise % 10 SD içeren örneklerde meydana geldiği bulgusu elde edilmiştir.

Sonuç olarak farklı oranlarda MT, SD ve MT + SD içeren beton örneklerinde karbonatlaşma derinliği arttıkça; ultrases hızı değerlerinin arttığı, kapilarite katsayılarının ve aşınma miktarlarının düştüğü, basınç ve eğilme dayanımlarının arttığı görülmüştür. Beton üretiminde MT'nin çimentoya % 5 ikame edilmesine kadar kullanılabileceği, % 10 SD ikamesi ile beraber MT'nin % 10'a kadar çimentoya ikame malzemesi olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.

Kaynaklar

1. Bekem, İ., Gültekin, A. B., Dikmen, Ç. B. 2009. Yapı Ürünlerinin "Hizmet Ömrü" Açısından İncelenmesi: Betonarme Örneği, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, 2155-2160 s.
2. Massazza, F. 2005. Betonun Dayanımı ve Yapıların Hizmet Ömrü: İki, Çözülebilir Sorun, Hazır Beton Dergisi, 42-56 s.
3. Gönen, T., Yazıcıoğlu, S. 2004. Farklı Nem Ortamlarındaki Betonlarda Karbonatlaşma Gelişimi, Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(2): 367-373.
4. Yalçın, H., Gürü, M. 2006. Çimento ve Beton, Palme Yayıncılık, 216s. ISBN: 9944-341-16-9, Ankara.
5. Newman, J., Choo, B. S. 2003. Advanced Concrete Technology Concrete Properties, Butterworth-Heinemann Press, ISBN: 07506-5104-0, 8-17 s.

6. Betonda Karbonatlaşma 2011. <http://www.theconstructioncivil.com/2010/02/concrete-carbonation.html> (Erişim tarihi: 02.06.2012).
7. Ramyar, K. 2007. Portland Çimentosu – Süperakışkanlaştırıcı Katkı Uyumunu Etkileyen Faktörler, 2. Yapılarda Kimyasal Katkılar Sempozyumu ve Sergisi, Ankara
8. Erdem, R. T., Öztürk, A. U. 2012. Mermer Tozu Katkısının Çimento Harcı Donma-Çözünme Özellikleri Üzerine Etkisi, BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 1(2): 85-91.
9. Erdoğan, T.Y. 2003. Beton, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayını, 191-502-518s. Ankara.
10. Şimşek, O. 2009. Beton ve Beton Teknolojisi, Seçkin yayıncılık, 113-119,153 s. Ankara.
11. TS 3530 EN 933-1. 1999. Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 1: Tane Büyüklüğü Dağılımı Tayini - Eleme Metodu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
12. TS 706 EN 12620+A1. 2009. “Beton agregaları”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
13. TS 802. 1985. Beton Karışımı Hesap Esasları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
14. TS 1247. 1984. Beton Yapım, Döküm Ve Bakım Kuralları (Normal Hava Koşullarında), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
15. TS EN 12350-2. 2002. Beton- Taze Beton Deneyleri- Bölüm 2: Çökme (Slamp) Deneyi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
16. BS EN 13293. 2004. Products And Systems For The Protectgion And Repair Of Concrete Structures-Test Methods-Determination Of Resistance To Carbonation.
17. Yazıcıoğlu, S., Demirel, B., Gönen, T., Özer, Ş. 2012. Farklı Tip Çimentoların Betonun Karbonatlaşmasına Etkisi, SDU International Technologic Science, 4(3): 112-120.
18. TS EN 12390-5. 2002. Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleri Bölüm 5: Deney Numunelerinin Eğilme Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
19. ASTM C 597. 2002. “Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete, American Society For Testing And Materials, USA.
20. TS EN 772-11. 2002. Kâgir Birimler - Deney Metotları - Bölüm 11: Betondan, Yapay Ve Doğal Taştan Yapılmış Kâgir Birimlerde Kapiler Su Emme Ve Kil Kâgir Birimlerde İlk Su Emme Hızının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
21. ASTM C 944. 1999. Standard test methot for abrasion resistance of concrete or mortar surfaces by the rotating-cutter method, American Society For Testing And Materials, USA.
22. TS EN 12390-3. 2003. Beton - Sertleşmiş Beton Deneyleri - Bölüm 3: Deney Numunelerinde Basınç Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
23. Yeğinobalı, A. 2009. Silis Dumanı ve Çimento ile Betonda Kullanımı, Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, 27-36 s. Ankara.
24. Özcan, F. 2005. Silis Dumanı İçeren Harç Ve Betonların Özellikleri Ve Hızlandırılmış Kür İle Dayanım Tahmini, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği ABD, Doktora tezi, Adana.

Araştırma Makalesi / Research Article

Doğru Akım Servo Motorun Device-Net Ağı Üzerinden Uzaktan Kontrolü

Mehmet Fatih IŞIK^{1*}

¹Hitit Üniversitesi, Elektrik –Elektronik Mühendisliği Bölümü, Çorum

Özet

Bu çalışmada bir doğru akım servo motorunun Device-Net ağı üzerinden uzaktan kontrolü gerçekleştirilmiştir. Motora ait yön ve hız bilgisi ağ üzerinden alınmış aynı zamanda istenilen çalışma verileri de aynı şekilde motora gönderilmiştir. Geliştirilen sistemde temel birimler: DC servo motor, sürücü, PLC (Programlanabilir Sayısal Denetleyici) ve SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) dir. Geliştirilen ara yüz üzerinden motora ait parametrelerin kontrolü ve izlenmesi işlemleri yürütülebilmektedir. Yapılan çalışma sonunda DC servo motora ait parametrelerin DeviceNet ağı üzerinden hızlı ve güvenilir bir şekilde kontrol edilebildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: : Servo motor, Device-Net, Plc, Scada.

Remote Controlling of DC Servo Motor by way of Device-Net Network

Abstract

In this study, the remote control of a DC servomotor is obtained via Device-Net web. The position and speed information is gathered from the motor and at the same time the working data is sent to the motor via the DeviceNet web. A DC servomotor, the driver, a PLC (Programmable Logic Controller) and a SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) are the main components of the developed system. The remote control and monitoring of the motor can be obtained by the developed system. As a result of the study, the control of the parameters that belong to the servomotor via the DeviceNet is fast and reliable.

Keywords:Servo motor, Device-Net, Plc, Scada

1. Giriş

Endüstriyel uygulamalarda pozisyon kontrolü adım yada servo motorlar kullanılarak yapılmaktadır. Step motorlar daha çok küçük güçlü sistemlerde tercih edilirken yüksek moment ve hassasiyet gerektiren uygulamalarda ise çoğunlukla servo motorlar kullanılmaktadır.

Bunu yanında endüstriyel uygulamalarda çok kullanılan bu motorların gerçek zamanlı olarak izlenmesini ve kontrol edilmesi bir gereksinim haline gelmiştir. Özellikle imalat sürecinde motorların izlenmesi ve kontrolü, sürecin verimli olması ve imalat süreci esnasında meydana gelebilecek hata ve arızaların önceden bilinmesine imkan sağlayacaktır. Elektromekanik sistemlerde kullanılan bu motorlar için son yıllarda farklı kontrol yöntemleri geliştirilmiştir. Bu farklı kontrol yöntemlerinin amacı imalat sürecinin hızlı, güvenli ve verimli bir şekilde yapılmasını amaçlamaktadır. Geleneksel kontrol yöntemlerinin yerini modern ve akıllı kontrol sistemleri almaya başlamıştır [1, 2].

DC Servo motorların kontrolü için birçok yöntem olmasına rağmen günümüzde bu motorlar hız sürücüleri kullanılarak daha kolay kontrol edilebilmektedir. Bunun yanı sıra klasik yöntemlerde izlenemeyen veya kontrol edilemeyen birçok parametre bu hız sürücüleri ile kontrol edilebilmekte ve izlenebilmektedir.

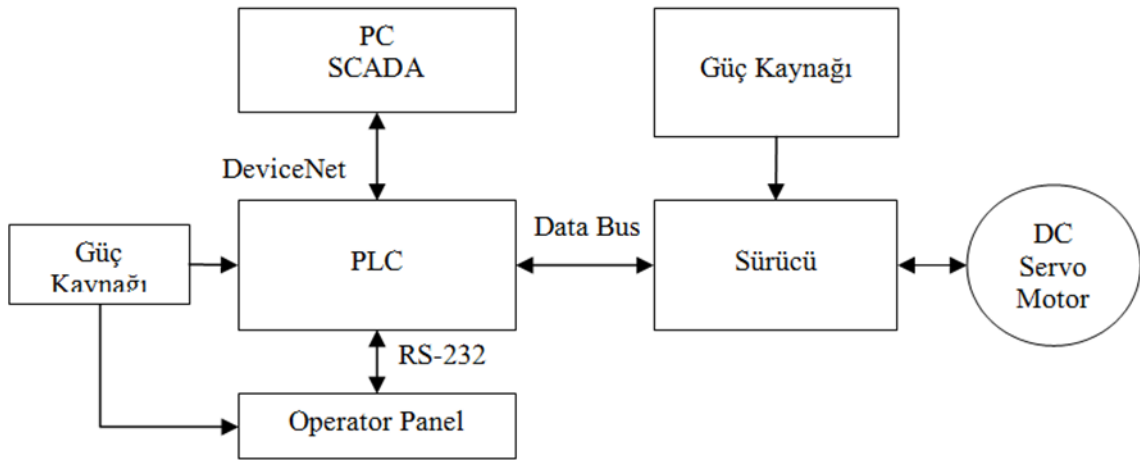
* Sorumlu Yazar: mehmetfatih@hitit.edu.tr

Geliş Tarihi: 06.04.2016, Kabul Tarihi: 22.11.2016

Endüstriyel uygulamalarda motor kontrolleri gerçek zamanlı olarak yapılırken farklı ağ topolojilerinden yararlanmaktadır. Bu topolojiler seçilirken ağ sisteminin verimi önemli bir unsur olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun yanında kullanılan ağ topolojisinin aygıtları tanınması da önemli bir etkidir. Ağ üzerinden kontrol kablolu yada kablosuz olarak değerlendirilmektedir. Kablolu kontrollerin birçoğu aynı mantıksal çerçeve üzerinden çalışmaktadır. Bunları birbirlerinden ayırt eden temel özellikler mesafeye bağlı veri iletim hızı, bant genişliği ve veri boyutu gibi faktörlerdir. Bu durumda Profibus, Profinet, EtherCat ve Device-Net gibi birçok ağ topolojileri bu öne çıkanlardır. Tabii bu durumda maliyet de önemli bir etken olarak görülmektedir. Özellikle kısa mesafelerde çalışan sistemler için yüksek fiyatlar ekonomik olamamaktadır. Kısa mesafeler için Device-Net çok iyi sonuçlar verebilmesinin yanında bakım maliyetini de düşürür, bunun nedeni kablonun az miktarda kullanılmasıdır. Ayrıca, Device-Net ile uyumlu olan birçok cihaz olup farklı üreticilerin sistemleri için uygun bir yapı önermektedir. Bu nedenle, en ekonomik sistem Device-Net ile kurulabilmektedir [3]. Bu çalışmada, DC servo motor için hız ve pozisyon verileri Device-Net ağı üzerinden izlenmekte ve kontrol edilebilmektedir. Sistem; servo motor, motor sürücüsü, PLC, haberleşme modülü ve SCADA yazılımından oluşmuştur.

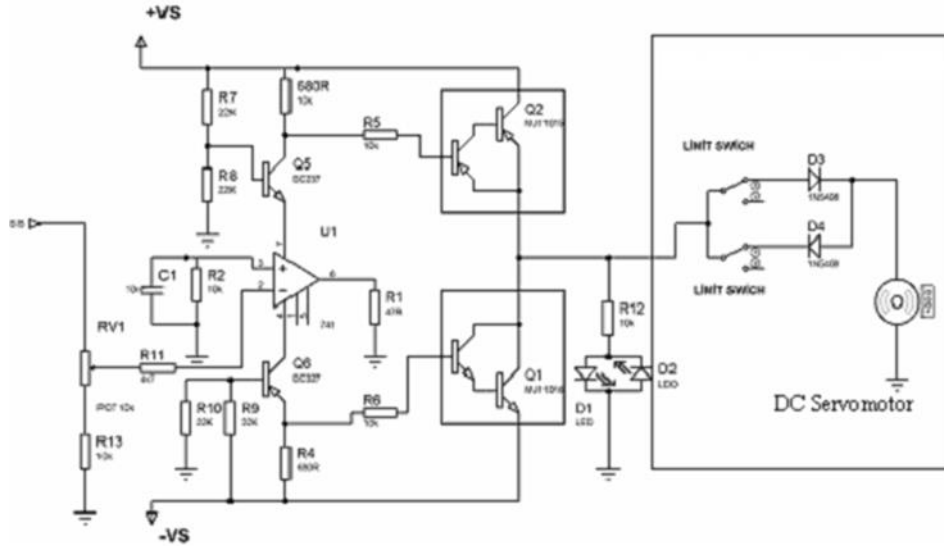
2. Materyal ve Metot

Geliştirilen kontrol ve izleme sisteminde PLC, sürücü ve servo motor, PC ve operatör panel kullanılmıştır. Bu bölümde, çalışmada kullanılan donanım birimleri ve sistemin genel olarak donanım alt yapısı hakkında ayrıntılı bilgiler verilecektir. Sistemin genel çalışma blok diyagramı Şekil 1’de sunulmuştur.

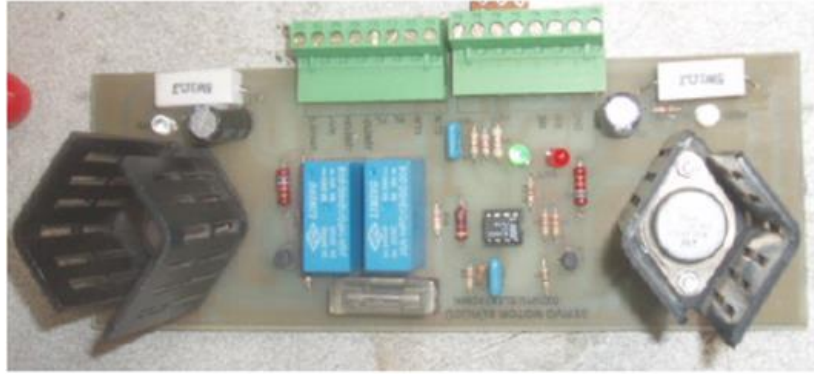


Şekil 1. Donanım kurulumu blok diyagramı

PLC, programlanabilir bir aygıt olup kullanıcı tarafından verilen algoritmaya göre giriş ve çıkışlarını kontrol edebilme özelliğine sahiptir [8,9]. Sistemde denetleyici olarak Omron firmasının ürettiği CJ2M-CPU31 model programlanabilir Sayısal Denetleyici (PLC) kullanılmıştır. Bu PLC modelleri endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Çalışmada kullanılan DC servo motor 12 V DC, 6,5A 80 W ve 3000 d/dk özelliklerine sahiptir. Bu motora ait geliştirilen sürücüye ait açık devre şeması Şekil 2’de sürücü ise Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 2. DC Servo motor sürücü devre açık şeması



Şekil 3. DC Servo motor sürücü devresi

Çalışmada Device-Net ağ topolojisi kullanılmıştır. Gerçekleştirilen sistemde donanım birimleri arasındaki haberleşme ile hız ve pozisyon kontrolü verilerinin izlenmesi için bilgisayar ara yüzünün oluşturulmasında kullanılan yazılım birimlerinin tercih edilmesinde özellikle hızlı ve güvenilir veri alışverişi yapabilme, esnek kayıt ve izleme, elde edilen verilerin grafiksel biçimlerde sunulabilmesi gibi birçok etken göz önüne alınmıştır.

2.1. Scada Yazılımı

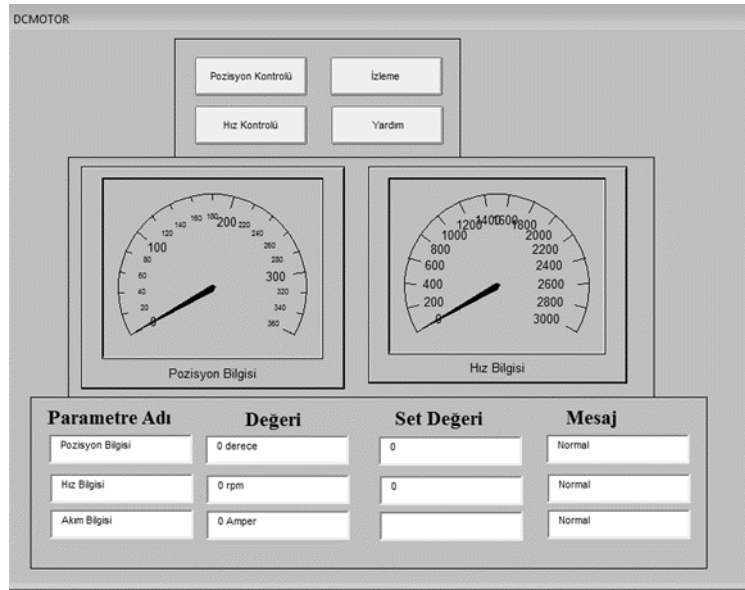
SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) veri toplama ve izleme sistemidir[4]. Son yıllarda yapılan akademik çalışmalarda farklı alanlar ve farklı uygulamalar için PLC tabanlı SCADA sistemleri başarılı bir şekilde uygulanmıştır [5-9]. Bunun yanı sıra; PC, Web ve mobil tabanlı SCADA sistemleri de birçok alanda farklı uygulamalar da yapılmıştır [10-14]. Gerçekleştirilen çalışmada, motorun gerçek zamanlı parametre verileri sürücü tarafından okunmaktadır. Bu bilgiler Device-Net haberleşme modülünden PLC'ye aktarılmaktadır. SCADA yazılım ile PLC arasındaki mevcut USB kanalını ve bu kanal üzerindeki DeviceNet haberleşme protokolünü kullanarak sürücüdenden alınan verileri bilgisayar ortamına aktarılmaktadır. CX-Süpervisor programı altında hazırlanmış olan ara yüz programında, bu veriler eş zamanlı (anlık) veri tabanına kayıt edilmektedir. Veri tabanına aktarılan parametreler izleme ve kontrol amacıyla filtrelenerek ekran üzerindeki belirtilen alanlara aktarılmaktadır. Uygulamanın yürütüldüğü ve sistemin temel olarak kontrolü için hazırlanan kullanıcı ara yüzü geliştirilmiştir. Kullanıcı ara yüzünde parametrelerin aktarılması için pointler (adresler) tanımlanmıştır. Point tanımlamaya ait ekran görüntüsü Şekil 4' te verilmiştir. Point tanımlaması

yapılırken giriş ve çıkış verilerinin tipleri ve adresleri belirtilmektedir. Ara yüz kullanılarak deneysel çalışmanın yürütülebilmesi için önce ağ üzerinden PLC ile haberleşme yapılmalıdır. PLC ile bağlantı kurulduğunda motorun çalışması için ilgili butonlar aktif olmaktadır. Burada PLC'ye ait çıkış (output) parametreleri 3200 nolu adresten okunurken, giriş (input) parametreleri 3300 nolu adresten okunmaktadır. Bu adres verilerinin aktif hale getirmek için yapılan tanımlamalar olup, bu atamalardan sonra sürücünden elde edilen parametreler kategoriler halinde veri tabanına aktarılmaktadır.

Point	Type	I/O Type	Address	Description
\$ShortWeekDayName	Text	System		Abbreviated Weekday n...
\$ShortYear	Integer	System		Abbreviated Year (e.g. 95)
\$SpoolCount	Integer	System		Number of alarm messa...
\$Time	Text	System		Time (e.g. 09:46)
\$UnacknowledgedAlar...	Integer	System		Number of unacknowle...
\$UserName	Text	System		User currently logged on
\$Version	Text	System		CX-Supervisor version
\$WeekDay	Integer	System		Day of the Week (0 - Su...
\$WeekDayName	Text	System		Weekday name (e.g. We...
\$WeekOfYear	Integer	System		Week number for the Year
\$Year	Integer	System		Year (e.g. 1995)
\$DATA	Integer	PLC Input	PLC0[D7000]*30	
\$DOG_RST	Boolean	PLC Output	PLC0[W100.0]	
\$ELEK_RST	Boolean	PLC Output	PLC0[W100.1]	
\$KA1	Boolean	PLC Input	PLC0[W200.0]	
\$KA2	Boolean	PLC Input	PLC0[W200.1]	
\$KA3	Boolean	PLC Input	PLC0[W200.2]	
\$KA4	Boolean	PLC Input	PLC0[W200.3]	
\$KA5	Boolean	PLC Input	PLC0[W200.4]	
\$KA6	Boolean	PLC Input	PLC0[W200.5]	
\$KUM_RST	Boolean	PLC Output	PLC0[W100.4]	
\$KUM_START	Boolean	PLC Input	PLC0[W0.1]	
\$LDATA	Integer	PLC Input	PLC0[D7100]*30	
\$MET_RST	Boolean	PLC Output	PLC0[W100.2]	
\$PRINT	Boolean	Memory		
\$RAM_RST	Boolean	PLC Output	PLC0[W100.3]	
\$RAM_START	Boolean	PLC Input	PLC0[W0.0]	

Şekil 4. Point tanımlama ekranı

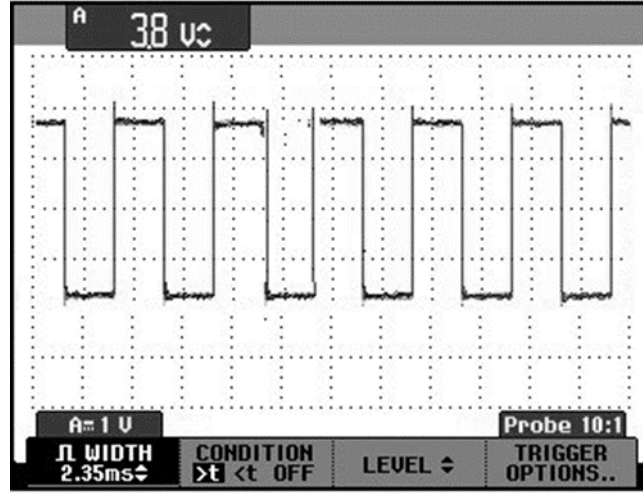
Şekil 5'de daha önceden alınan ve kategoriler halinde adreslere aktarılan veriler SCADA ekran üzerinden izlenebilmekte ve kontrol edilebilmektedir. anlamlı kabul edilmiştir.



Şekil 5. Parametre seçimi ve izleme ekranı

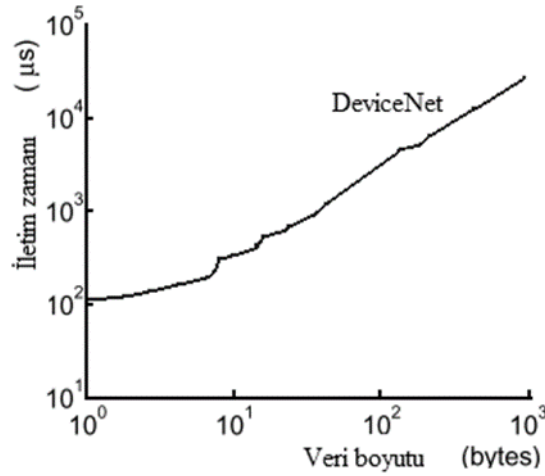
3. Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde DC servo motorun Device-Net ağı üzerinden hız ve pozisyon kontrolü için izleme ve kontrolüne ilişkin deneysel çalışmalar açıklanmıştır. Sistem DC servomotorun farklı pozisyon ve hız değerlerinde ki çalışma durumları incelenmiştir. Motora uygulanan PWM (Pulse Width Modulation) sinayli Şekil 6'da gösterilmiştir.



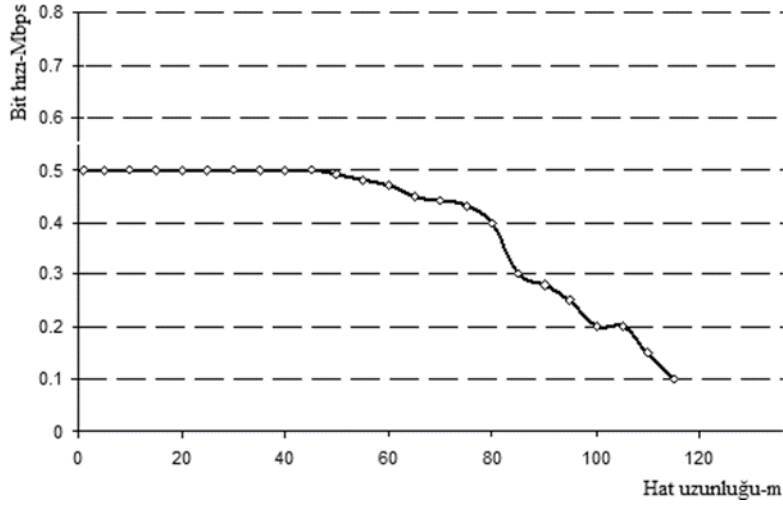
Şekil 6. Motora uygulanan PWM sinyali

Bu çalışmada darbe genişlik modülasyonu yöntemi (DGM) kullanılmıştır. Çünkü değişken frekanslı sistemlerde filtre etme güçlükleri söz konusudur. Tasarlanan sistemde kullanılan motor DC servo motorudur. Bu motora uygulanan gerilim, darbe genişlik modülasyonu tekniğine uygun olarak PLC tarafından üretilmiştir. PWM tekniği kullanılırken sinyalin frekansı 4Khz ya da periyodu 0,25 ms olarak sabit tutulurken darbenin iletim süresi harici bir denetim düzeneği ile ayarlanmaktadır. Şekil 7’ de veri büyüklüğüne bağlı olarak veri iletim değerlerine bakılmış olup Device-Net ağı üzerinden gönderilen veri boyutuna bağlı iletim zamanının düşük olduğu görülmektedir.



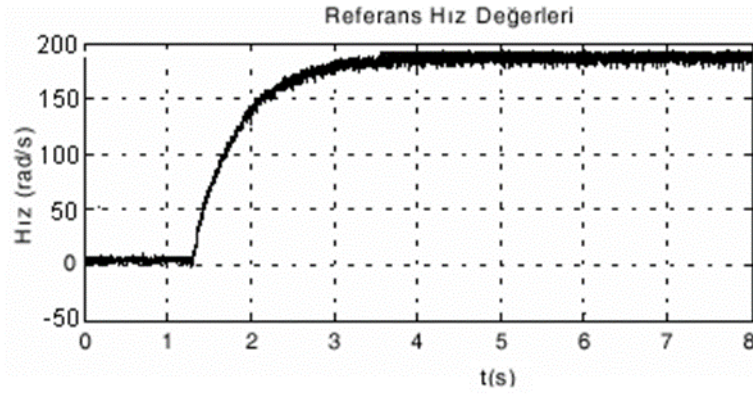
Şekil 7. Device Net ağı için veri boyutuna bağlı iletim zamanı karşılaştırması

Bu durumun ağ mesafesine bağlı olarak verdiği sonuçlar ise Şekil 8’de verilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı gibi ağ mesafesi attıkça DeviceNet’ in performansında düşme meydana gelmiştir. Bu durumda kısa mesafelerde DeviceNet ağının daha iyi olduğu görülmektedir.



Şekil 8. DeviceNet ağı için bit hız grafiği

Şekil 9'da referans hız değerine bağlı olarak gerçekleşen zaman gösterilmektedir.



Şekil 9. Referans hız değerine bağlı zaman grafiği

Şekil 9'da kullanıcı tarafından referans hız yâda set edilen değere bağlı olarak hız-zaman grafiği verilmiştir. Set edilen değer 180 rad/s olarak SCADA ekrandan girilmiştir. Buna bağlı olarak motor hızının değişimi gösterilmiştir. Burada motor yaklaşık 1.2 s sonra yükselmeye başlamış 3.4s' de ise istenilen hıza ulaşmıştır.

5. Sonuçlar

Bu makalede, DC servo motorun hız ve pozisyon parametrelerinin izlenmesi ve kontrolü için Device-Net ağ tabanlı bir ölçme ve kontrol sistemi başarıyla gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen uygulama özellikle endüstriyel uygulamalarda çok sık kullanılan bu motorların yapacağı bir hatayı da engellemesi açısından önemli bir yapı oluşturulmuştur. Bunun yanında klasik sistemlerle yapılan kontrollerde elde edilen verim ile kıyaslandığına PLC kontrollü sistemlerin verimlerinin kullanılacak olan ağ topolojisine bağlı olarak değişebileceği bu değişimin pozitif yönde olduğu ortaya çıkmıştır. Sistemden istenilen mil konumunu sisteme girebilmek SCADA tabanlı yazılım ile istenilen ve gerçekleşen mil konumunu görüntülenmesi sağlanmıştır. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda prototipi üretilen sistemin ağ performansı irdelenmiştir. Özellikle kısa mesafelerde ağ sisteminin üstünlükleri olduğu görülmüştür.

Kaynaklar

1. Işık M.F. Güvenç U. Yanmaz H. 2013. AC Chopper Application and Benefits of Auxiliary Windings for PSC Motors. *Elektronika ir Elektrotehnika* 19(10), 76-80.
2. Yıldız, C. Özçalık R.H. 2008. Genetik Algoritma Destekli Bulanık Denetim Kullanarak Vektör Esaslı Asenkron Motor Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
3. Omron DeviceNet Operation Manual Cat. No. W267-E1-11 Revised April 2008
4. Liu J. Yao L. An Y. Gua Y. Liang Z. 2010. Power and Energy Engineering Conference (APPEEC), 2010 Asia-Pacific Digital Object Identifier: 10.1109/APPEEC.2010.5448621 , 1 – 4.
5. Dieu B. 2001. Application of the SCADA system in Wastewater Treatment Plants. *ISA Transactions*, 40(3), 267-281.
6. Honda A. Okano F. Ooshima K. Akino N. Kikuchi K. Tanai Y. et al. 2008. Application of PLC to Dynamic Control System for Liquid He Cryogenic Pumping Facility on JT-60U NBI System. *Fusion Eng. Des.* 83(2), 276–279.
7. Urdaneta G. Colmenares J.A. Queipo N.V. Arape N. Arevalo C. Ruz M. et al. 2007. A Reference Software Architecture for the Development of Industrial Automation High-Level Applications in the Petroleum Industry. *Computers in Industry*, 58(1), 35–45.
8. Aydogmus Z. 2009. Implementation of a Fuzzy-Based Level Control Using SCADA. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 6593-6597.
9. Fadaei A. Salahshoor K. 2008. Design and Implementation of a New Fuzzy PID Controller for Networked Control Systems. *ISA transactions*, 47(4), 351-361.
10. Yao A.W.L. Ku C.H. 2003. Developing a PC-based Automated Monitoring and Control Platform for Electric Power Systems. *Electric Power Systems Research*, 64(2), 129-136.
11. Avlonitis S.A. Pappas M. Moutesidis K. Avlonitis D. Kouroumbas K. Vlachakis N. 2004. PC Based SCADA System and Additional Safety Measures for Small Desalination Plants. *Desalination*, 165, 165-176.
12. Patel M. Cole G.R. Pryor T.L. Wilmot N.A. 2004. Development of a Novel SCADA System for Laboratory Testing. *ISA transactions*, 43(3), 477-490.
13. Salihbegovic A. Marinkovic V. Cico Z. Karavdic E. Delic N. 2009. Web Based Multilayered Distributed SCADA/HMI System in Refinery Application. *Computer Standards & Interfaces*, 31(3), 599-612.
14. Ozdemir E. Karacor M. 2006. Mobile Phone Based SCADA for Industrial Automation. *ISA transactions*, 45(1), 67-75.

Araştırma Makalesi / Research Article

Bitlis İli'ndeki Obez Çocuğa Sahip Ebeveynlerin Obeziteye ve Çocuklarına Yaklaşımı

Aziz AKSOY¹, Seda OĞUR^{2*}, Esmâ AKSOY KENDİLCİ¹

¹Bitlis Eren Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Rahva Yerleşkesi, Bitlis

²Bitlis Eren Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Rahva Yerleşkesi, Bitlis

Özet

Bu çalışmada 2014 yılında, Bitlis İlinde ikamet eden, obez çocuğa sahip ebeveynlerin (s=50) çocukluk çağı obezitesine ve obez çocuklarına olan yaklaşımları ile ailenin yapısı ve sosyo-demografik özelliklerinin çocukluk çağı obezitesinin gelişimini nasıl etkilediği, obeziteyle ne kadar mücadele edebildikleri, bu mücadeleleri esnasında çocuklarına ne şekilde davrandıkları ve yaklaşımlarının hangi faktörlere göre değiştiğini incelemek amaçlanmıştır. Kesitsel araştırma olarak planlanan çalışmada veri toplama aracı olarak; 26 soruluk bilgi formu ve 13 soruluk bir anket formu kullanılmıştır. Elde edilen veriler IBM SPSS 20® programında, sıklık ve Pearson ki-kare testleriyle değerlendirilmiş, p<0.05 düzeyi istatistiki açıdan anlamlı kabul edilmiştir. Ebeveynlerin %68'i çocuklarının diğer çocuklara göre sağlıksız olduğunu ve %76'sı çocuklarının obezite sorunu olduğunu düşündüğünü ifade etmiştir. Ebeveynlerin %72'si yeme-içme konusunda obez çocuklarına baskı yapmadığını, %28'i ise fiziksel veya psikolojik baskı uyguladığını belirtmiştir. Ebeveynlerin %40'ı bu sorunu ortadan kaldırmak için herhangi bir yöntemle başvurmadığını dile getirmiştir. İl ve ilçede yaşayan ebeveynler çocuklarının obezitesini büyük bir sorun olarak gördüklerini ifade etmiştir (p<0.05). Köyde yaşayan ebeveynlerin %75'i ise çocuklarına obeziteyi nedeniyle alay eder şekilde tepki verdiğini belirtmiştir (p<0.05). Ebeveynlerin eğitim seviyeleri ile çocukları obez olduğu için kendini suçlama durumları arasındaki farkın anlamlı olduğu bulunmuştur (p<0.05). İncelenen bazı sosyo-demografik özelliklere (ebeveynlerin eğitim durumu, mesleği ve yaşadıkları yer) göre ebeveynlerin çocukluk çağı obezitesine ve obez çocuklarına olan yaklaşımlarının farklılık gösterdiği görülmüştür. Bu mücadelelerinde başarılı olabilmeleri için ebeveynlerin konuyla ilgili uzman kişilerden yardım almaları gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çocukluk çağı obezitesi, obeziteye yaklaşım, ebeveyn, aile yapısı, Bitlis.

The Approach of Parents Had Obese Children, Residing in Bitlis, to Obesity and Their Children

Abstract

In this study has been aimed to determine the approach of parents (n=50) had obese children, residing in Bitlis, to childhood obesity and obese children and to investigate how the family structure and socio-demographic characteristics affect the development of childhood obesity, what extent they could struggle with obesity, in what way behaved to their children during these struggles and their approaches varied according to which factors in 2014. In the study planned as cross-sectional study, as the data collection tool was used 26 questions information form and a 13-item questionnaire. Obtained data has been evaluated by the IBM SPSS 20® program with frequency and Pearson chi-square tests, p<0.05 level has been accepted significantly as statistical. Some parents (68%) have been stated that they thought that their children are unhealthy than other children and 76% of parents have been stated that they thought that their children have obesity problem. Some parents (72%) have been indicated that they don't restrict to children about eating-drinking, 28% of parents have been indicated that they restrict children physical or psychological. Some parents (40%) have been expressed that they contacted to any method for eliminate this problem. Some parents living in the city and in the town have been stated that they see obesity of their children as a big problem (p<0.05). Some parents (75%) living in the village have been indicated that reacted sarcastic to their children because obesity of their children (p<0.05). The difference between education level of parents and states of self-blame for being their children obese has been found significant (p<0.05). It has been seen that parents's approach has shown to vary to childhood obesity and to their obese children according to some examined socio-demographic characteristics (parental education level, occupation and place of residence). It will be much more accurate that parents getting help from experts about this issue to be successful in this struggle.

Keywords: Childhood obesity, approach to obesity, parent, family structure, Bitlis.

* Sorumlu Yazar: sdogur@beu.edu.tr

Geliş Tarihi: 05.02.2016, Kabul Tarihi: 22.11.2016

1. Giriş

Obezite, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından “Sağlığı bozacak ölçüde vücutta anormal veya aşırı yağ birikmesi” olarak tanımlanmaktadır. Fiziksel ve ruhsal sorunlara neden olan obezite iş gücünü azaltması, ülke ekonomisini etkilemesi ve kişiyi toplumdan soyutlaması nedeniyle sosyal bir sorundur [1]. Obezite etiolojisinde genetik, beslenme şekli ve çevresel faktörler rol oynamaktadır. Sedanter hayatın verdiği rahatlık ve fiziksel aktivitelerin azalması, hazır gıdalara yöneliş, besin tüketim şekli ve çabuk yeme alışkanlıkları, vücut ağırlığı artışlarına neden olmaktadır [2]. Obezite gelişmiş ülkelerde, özellikle de batı toplumunda en yaygın sağlık tehdididir ve genel sağlık üzerinde etkisi ve prevalansı hızla artmaktadır. İnsan ömrünün çok uzun olmadığı dönemlerde obezite; güç, refah ve sağlık göstergesi iken, günümüzde tedavi edilmesi gereken bir hastalık, bir halk sağlığı problemi olarak kabul edilmektedir [3].

Amerikan halkı arasında obezitenin nedenleri hakkında “aile içinde geçiş gösterir”, “oburluğun ve tembelliğin sonucudur” ve “şişmanların bünyesi onların şişman olmasına neden olmaktadır” gibi bazı inanışlar mevcuttur. Obezite konusunda yapılan çalışmalar obezite hakkındaki bu görüşlerin tam olarak doğru olmadığını göstermektedir [4].

Çocukluk çağı obezitesinin gelişimini etkileyen ilk ortam aile ortamıdır. Ailelerin obez olma durumu, sosyo-ekonomik durumu, ailenin eğitim seviyesi ve aile tipi çocukluk çağı obezitesini etkilemektedir [5]. Küçük çocuklarda düzenli yeme alışkanlığı aileler ve bakıcılar tarafından üstlenildiği için çocuğun yaşadığı ortamdaki kişiler önemli bir rol oynamaktadır. Ailenin yeme tercihleri, evdeki yemek çeşitleri, yeme şekli obezitenin oluşup oluşmamasında etkili bir role sahip olan sosyal ve duygusal çevre etkenlerindedir [6].

Hayatın ilk yılında yağ hücrelerinin büyüklükleri yaklaşık iki kat artar, ancak ileriki dönemlerde obezite gelişip gelişmeyeceğine karar vermede bu dönemdeki obezite iyi bir gösterge değildir. Çocukluk yaş grubunun ikinci dönemi 4-11 yaşları arasındadır. Bu dönemdeki obezite daha sonraki dönemde de devam etme bakımından önemlidir [7]. Bebeklik döneminde başlayan obezitenin yaşla birlikte kendiliğinden düzelmesi mümkün olmasına karşın çocukluk ve adölesan dönemde başlayan obezitenin erişkin dönemde devam etme riski yüksektir [8].

Fiziksel aktivite azalmasının obezite gelişiminde önemi büyüktür. Ekonomik olarak gelişmiş toplumlarda yaşayan insanlar, gelişmekte olan toplumlardakilere göre daha çok obez olma eğilimindedirler. Daha az enerji harcanması, televizyon karşısında daha fazla vakit geçirme vücudun kullanmadığı fazla enerjiyi yağ olarak biriktirmesine neden olmaktadır [9].

Yaşamın ilk yıllarındaki beslenme şekli ilerleyen yıllarda da beslenme alışkanlığını belirlemektedir. Kalori yönünden zengin besinlere erken başlamak ve bu besinlerden fazla miktarda vermek, çocuklarda obezitenin gelişimine neden olmaktadır. Ayrıca bireyler, adölesan dönemde obeziteye neden olabilecek sağlıksız beslenme alışkanlıkları da edinmektedirler [10-12].

Obezite ve psikolojik faktörler arasında ilişki olduğu kabul edilmektedir. Ev ortamının huzursuz olması, aile içi yaşanan olumsuz ilişkiler, çocuğun anne ya da babadan ayrı yaşaması çocuğun ruh sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durumda arkadaş edinememe, sosyal faaliyetlere katılamama gibi davranış bozuklukları gelişebilir. Bunlar ise bireyi pasif duruma getirerek aşırı yeme davranışının gelişimine ve obezitenin oluşumuna neden olmaktadır [13-16]. Ayrıca adölesan dönemde bulunan obez çocuklarda ortaya çıkan psikolojik bozukluklar da obezitenin artmasına neden olmaktadır [12].

Çocukluk çağı obezitesi özellikle gelişmiş ülkelerde olmakla birlikte, bütün dünyada artan bir prevalansa sahiptir [17]. Obezite sıklığındaki artış bir epidemi olarak tanımlanabilecek düzeyde ciddi bir artıştır. Obezite prevalansı ülkeden ülkeye değişmekle birlikte tüm dünyada son 20 yılda hızla artmaktadır. Uluslararası Obezite Komisyonunun 2003 yılı raporunda dünya çapında 5-17 yaş arası 10 çocuktan birinin obez olduğu bildirilmiştir [3].

Obezite küresel boyutta bir halk sorunu haline gelmiştir. DSÖ tarafından Asya, Afrika ve Avrupa'nın 6 ayrı bölgesinde yapılan ve 12 yıl süren MONICA (Multinational Monitoring of Trends and Determinants in Cardiovascular Disease-Kardiyovasküler Hastalıkta Trendlerin ve Belirleyicilerin Çokuluslu İzlenmesi) çalışmasında obezite prevalansında 1980-1990 yılları arasında %10-30 arasında bir artış saptandığı bildirilmiştir [18].

Fazla vücut ağırlığına sahip olma DSÖ Avrupa Bölgesi ülkelerindeki yetişkinlerin %30-80'ini etkilemektedir. Çocuk ve adölesanların %20'den fazlası fazla vücut ağırlığına sahip iken bunların üçte biri obezdir. Özellikle çocuk ve adölesanların %20'den fazlası fazla vücut ağırlığına sahip iken, bunların üçte biri obezdir. Çocukluk çağı obezitesi prevalansındaki yıllık artış oranı gittikçe yükselmektedir ve güncel oran 1970'lerdekinin 10 katı kadardır [19].

DSÖ tarafından 2007-2008 yılında yürütülen Okul Çağı Çocuklarında Sürveyans Girişimi'nin (The WHO European Childhood Obesity Surveillance Initiative-COSI) ilk turunda elde edilen ölçüme dayalı boy uzunluğu ve vücut ağırlığı sonuçlarına göre 6-9 yaş çocuklarda fazla vücut ağırlığına sahip olma ve obezite %24 olarak bulunmuştur [20]. Aynı çalışmanın 2. Turunda (2009/2010) 6-9 yaş her 3 çocuktan birinin fazla vücut ağırlığına sahip ya da obez olduğu, ayrıca erkek çocukların %9-31'inin, kız çocukların ise %6-21'inin obez olduğu kaydedilmiştir [21].

DSÖ Avrupa Bölgesi'nde 2009/2010 döneminde yapılan Okul Çağı Çocuklarında Sağlık Davranışı (Health Behaviour in School-aged Children-HBSC) çalışmasından elde edilen sonuçlar; 11 yaşındaki çocuklarda fazla vücut ağırlığına sahip olma ve obezite prevalansının %11-33, 13 yaşındaki çocuklarda %12-27 ve 15 yaşındaki çocuklarda %10-23 arasında olduğunu göstermiştir [22]. Küresel olarak, 2010 yılında 5 yaş altındaki fazla vücut ağırlığına sahip çocukların sayısının 42 milyondan fazla olduğu tahmin edilmektedir. Bu çocukların 35 milyona yakını gelişmekte olan ülkelere yaşamaktadır [23].

Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Sağlık ve Beslenme İncelemesi Araştırması (National Health and Nutrition Examination Survey-NHANES) 2009-2010 yılı sonuçlarına göre; yaklaşık 12.5 milyon çocuk ve adölesan (%16.9) obezdir. Bu çalışmada kızlarda obezite prevalansının %15, erkeklerde ise %18.6 olduğu saptanmıştır [24]. Yakın zamana kadar Türkiye'deki aileler tarafından çocuklardaki şişmanlık üzerinde durulmamış ve "şişman çocuk=sağlıklı çocuk" anlayışı yaygın bir biçimde kabul görmüştür. Fazla tartılı çocuklar için en fazla "boya gider" yorumu yapılmış, kaygı verici bir konu olarak görülmemiştir. Ancak son yıllarda dünya ile birlikte ülkemizde de artan obezite prevalansı ve çocukluk çağı obezitesiyle hipertansiyon, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar gibi birçok hastalık arasında yakın ilişki olduğunun anlaşılması toplumun çocukluk çağı obezitesine bakışını değiştirmiştir [25]. Türkiye Beslenme Sağlık Araştırması (TBSA) 2010 yılı sonuçlarında 6-18 yaş grubu 2248 çocuğun boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ölçümleri alınarak değerlendirilmiş ve bu yaş grubunun %8.2'sinin (Erkek:%9.1, Kız:%7.3) obez/şişman olduğu belirlenmiştir [26].

TBSA 2010 araştırmasında Beden Kütle İndeksi (BKİ) değerlerine göre obezitenin en fazla görüldüğü bölgeler Doğu Marmara (%12.5), Ege (%11.4), Akdeniz (%11.4) ve İstanbul'dur (%10.8). Obezitenin en az görüldüğü bölgeler ise sırasıyla Güneydoğu Anadolu (%3.4), Doğu Karadeniz (%3.6), Kuzeydoğu Anadolu (%4.1) bölgeleridir [26].

Konuyla ilgili araştırmalar incelendiğinde, çocukluk çağı obezitesinin oluşmasında ailede edinilen alışkanlıkların büyük rolünün olduğu ve yine çocukluk çağı obezitesiyle yapılacak mücadelede en etkin rolün aileye ait olduğu görülmektedir [5, 6].

Tüm bu nedenlerden dolayı ebeveynlerin çocukluk çağı obezitesine ve obez çocuklarına olan yaklaşımları ile ailenin yapısı ve sosyo-demografik özelliklerinin çocukluk çağı obezitesinin gelişimini nasıl etkilediği, obeziteyle ne kadar mücadele edebildikleri, bu mücadeleleri esnasında çocuklarına ne şekilde davrandıkları ve yaklaşımlarının hangi faktörlere göre değiştiği incelenmeye çalışılmıştır.

2. Gereç ve Yöntem

Kesitsel araştırma olarak planlanan çalışmada, 2014 yılında, çalışmanın evrenini oluşturan Bitlis İlinde ikamet eden ve araştırmaya katılmayı gönüllü olarak kabul eden, tesadüfi örneklem yöntemi ile seçilen, BKİ değerlerine göre daha önce obez olduğu belirlenen 50 obez çocuk ve ebeveynleri örneklem olarak alınmıştır. Veri toplama aracı olarak; çocukların cinsiyeti, çocukların ve ebeveynlerin antropometrik özellikleri (yaş, boy uzunluğu ve vücut ağırlığı), ebeveynlerin eğitim durumları ve meslekleri, ailenin bazı demografik özellikleri, annenin gebelik dönemindeki durumu, annenin çalışması durumunda çocuğa kimin baktığı gibi 26 soruyu içeren bilgi formu ve ebeveynlerin obeziteye ve obez çocuklarına olan yaklaşımlarını değerlendirmeyi sağlayacak 13 soruluk bir anket formu kullanılmıştır.

Dünya Sağlık Örgütü'nün obezite sınıflandırması esas alınarak [27]; katılımcıların öz bildirimleriyle elde edilen vücut ağırlığı ve boy uzunluğu bilgilerinden "Vücut Ağırlığı/(Boy

uzunluğu)² (kg/m²)” formülü ile öğrencilerin BKİ değeri hesaplanmıştır. BKİ değerleri ≤18.5 (zayıf), 18.5-24.9 (normal vücut ağırlığı), 25.0-29.9 (fazla vücut ağırlığı), 30.0-34.9 (1. derece obez), 35.0-39.9 (2. derece obez) ve ≥40.0 (morbid obez) şeklinde ifade edilmektedir. Elde edilen veriler IBM SPSS 20® programında, sıklık ve Pearson ki-kare testleriyle değerlendirilmiş, p<0.05 düzeyi istatistikî açıdan anlamlı kabul edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmamıza dahil edilen obez çocukların cinsiyet, yaş aralığı, boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve BKİ değerleri dağılımı Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Obez çocukların cinsiyet, yaş aralığı, boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve BKİ değerleri dağılımı

Cinsiyet	s	%	Yaş Aralığı	s	%
Kız	20	40	0-9.5	21	42
Erkek	30	60	10-14.5	22	44
			15-18	7	14
Boy Uzunluğu Aralığı			Vücut Ağırlığı Aralığı		
100-130 cm	15	30	20-45 kg	11	22
131-150 cm	15	30	46-70 kg	19	38
151-170 cm	16	32	71-90 kg	15	30
171-200 cm	4	8	91-110 kg	5	10
BKİ Değeri					
1. derece obez	49	98			
2. derece obez	1	2			

Obez çocukların %40’ının kız, %60’ının erkek olduğu tespit edilmiştir. Obez çocuklardan %42’sinin 0-9.5 yaş aralığında, %44’ünün 10-14.5 yaş aralığında, %14’ünün 15-18 yaş aralığında olduğu belirlenmiştir. Obez çocukların %30’unun 100-130 cm aralığında, %30’unun 131-150 cm aralığında, %32’sinin 151-170 cm aralığında, %8’inin 171-200 cm aralığında olduğu saptanmıştır. Obez çocukların %22’sinin 20-25 kg aralığında, %38’nin 46-70 kg aralığında, %30’unun 71-90 kg aralığında, %10’unun 91-110 kg aralığında olduğu tespit edilmiştir. Çocuklardan %98’inin 1. derece obez, %2’sinin 2. derece obez olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Obez çocukların ailelerinin bazı demografik özelliklerinin dağılımı Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Obez çocukların ailelerinin bazı demografik özelliklerinin dağılımı

Aile Tipi	s	%	Evde Yaşayan Birey Sayısı	s	%
Çekirdek Aile	37	74	3	9	18
Geniş Aile	8	16	4	9	18
Parçalanmış Aile	5	10	5	10	20
			6	3	6
			≥7	19	38
Ailedeki Çocuk Sayısı			Ailenin Aylık Geliri		
1	5	10	500-1000 TL	4	8
2	10	20	1001 -3000 TL	32	64
3	12	24	3001 -5000 TL	10	20
4	3	6	5001 -10000 TL	4	8
≥5	20	40			
Ailenin Sosyo-Ekonomik Durumu			Ailenin Yaşadığı Yer		
İyi	20	40	Köy	12	24
Orta	20	40	İlçe	12	24
Kötü	10	20	İl	26	52
Ailenin Yaşadığı Konut Tipi					
Müstakil Ev	29	58			
Apartman Dairesi	21	42			

Ailelerin %74'ünün çekirdek aile yapısında, %16'sının geniş aile yapısında, %10'unun parçalanmış aile yapısında olduğu tespit edilmiştir. Obez çocukların aynı evi paylaştıkları birey sayısı incelendiğinde; %18'inin 3 birey ile, %18'inin 4 birey ile, %20'sinin 5 birey ile, %6'sının 6 birey ile, %38'inin ≥ 7 birey ile aynı evi paylaştıkları belirlenmiştir. Ebeveynlerin %10'unun 1 çocuk, %20'sinin 2 çocuk, %24'ünün 3 çocuk, %6'sının 4 çocuk, %40'ının ≥ 5 çocuk sahibi olduğu saptanmıştır. Ailelerin aylık gelir dağılımları değerlendirildiğinde; %8'inin 500-1000 TL aralığında, %64'ünün 1001-3000 TL aralığında, %20'sinin 3001-5000 TL aralığında, %8'inin 5001-10000 TL aralığında aylık gelir sahibi olduğu görülmüştür. Ailelerin öz değerlendirmelerine göre %40'ı sosyo-ekonomik durumunun iyi, %40'ı orta, %20'si kötü olduğunu belirtmiştir. Ailelerin %24'ünün köyde, %24'ünün ilçede, %52'sinin ilde yaşadığı tespit edilmiştir. Ailelerin yaşadığı konut tipleri değerlendirildiğinde; %58'i müstakil evde, %42'si apartman dairesinde yaşadığını ifade etmiştir (Çizelge 2).

Obez çocukların BKİ değerleri ile ailenin aylık geliri arasındaki farkın önemli ($p < 0.05$, $X^2 = 872.096$) olduğu bulunmuştur.

Sonuçlardan anlaşılacağı üzere bu çalışmaya dahil edilen obez çocukların çoğunluğunun yaşadığı ailedeki birey sayısının ve çocuk sayısının fazla, ailelerin çoğunluğunun sosyo-ekonomik durumlarının orta veya iyi, aylık gelirlerinin orta düzeyde olduğu ve ilde, müstakil evde yaşadıkları görülmüştür.

Gibson vd. [28], tek ebeveynli aileye sahip olma olasılığının ve evde birkaç kişinin yaşaması olasılığının artmasının çocuğun BKİ değerini ve sosyal dezavantajı arttırdığını belirtmiştir. Pirinççi vd. [29] aynı evde yaşayan kardeş sayısı arttıkça aşırı vücut ağırlığında olma ve obezite oranının düştüğünü ifade etmiştir.

Çocukta obezite görülme sıklığı ile ailenin gelir düzeyi, yaş, ırk ve cinsiyet faktörleri arasındaki ilişkinin değişkenlik gösterdiğine dair farklı bulgular mevcuttur [14]. ABD'nin Ulusal Sağlık ve Beslenme İncelemesi Araştırması (National Health and Nutrition Examination Survey-NHANES)'na göre çocukta obezite görülme sıklığı ile ailenin gelir düzeyi, yaş, ırk ve cinsiyet faktörleri arasında bağlantı gösterilememiştir [24].

Obezite geliştirmekte olan ülkelerdeki düşük gelir gruplarında yaygın [30, 31] iken; gelişmiş ülkelerdeki yüksek gelir gruplarında daha yaygındır [32, 33]. Türkiye geliştirmekte olan bir ülke olduğu için, hem sosyo-ekonomik ve hem de sosyo-demografik olarak aşırı vücut ağırlığı ve obezite, gelir durumundan doğrusal şekilde etkilenmektedir. Daha yüksek aylık gelire sahip ailelerin çocuklarında aşırı vücut ağırlığı ve obezite yaygınlığı orta ve daha düşük aylık gelire sahip ailelerin çocuklarındakinden önemli derecede daha yüksektir. Çünkü ailenin gelir düzeyi arttıkça çocuklar tarafından tüketilen yiyeceklerin çeşitliliği de artmaktadır [29].

Diğer ülkelerde gerçekleştirilen çalışmalarda sosyo-ekonomik düzey ve obezite arasında değişken sonuçlar bulunmuştur. Bu sonuçların bazıları yüksek sosyo-ekonomik düzeyde ve bazıları da düşük sosyo-ekonomik düzeyde obezitenin prevalansının arttığı görüşündedir. Ancak geliştirmekte olan ülkelerde yapılan obezite prevalans araştırmalarında 50 ülkeden 32'sinde obezite prevalansının %2.3'ün altında olduğu ve bu ülkeler için obezitenin bir sorun teşkil etmediği ifade edilmiştir [34, 35].

DSÖ'nün 2009/2010 yılında gerçekleştirdiği Okul Çağı Çocuklarında Sağlık Davranışı (Health Behaviour in School-aged Children-HBSC) çalışması daha düşük sosyo ekonomik düzeyi olan bazı ülkelerde daha yüksek oranda fazla vücut ağırlığına sahip olma prevalansı olduğunu göstermiştir, bunun da obezitenin çevre (sağlıklı beslenmeye sınırlı erişim ve daha kısıtlı fiziksel aktivite imkanları) ile ilgili olduğu düşünülmektedir [22].

Türkiye'de yapılan bazı çalışmalarda, sosyo-ekonomik düzeyi yüksek ailelerin okul çağındaki çocuklarında obezite prevalansının daha yüksek olduğu bildirilmektedir [17, 36-38]. Sosyo-ekonomik olarak orta düzeydeki ailelerde görülmesi ülkemizdeki orta sosyo-ekonomik düzeydeki insanların gelişmiş ülkelerdeki yoksul kesim gibi beslendiğini düşündürmektedir [36].

Sosyo-ekonomik durumu iyi olan annelerin çocukları, aşırı beslenme nedeniyle şişmanlarken, iyi olmayan ailelerin çocukları dengesiz beslenme nedeniyle şişmanlamaktadır. Dengeli beslenme alışkanlığı kazanmamış okul çağı çocuklarında ve gençlerde, yağ ve şeker içeriği yüksek, hazır yemek türü gıdalarla beslenme eğilimi yüksektir [39].

Kentte çok katlı konutlarda yaşama, oyun alanlarının yetersizliği, okullarda artmış bilgi yükü ve ödevler, seçme sınavlarına hazırlanma, televizyon seyretme ve bilgisayar kullanımının çocukların hareketlerini kısıtlayarak obeziteye zemin hazırladığı gözlenmiştir [40]. Ebeveynlerin BKİ değerleri, eğitim ve meslek durumları dağılımı Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Ebeveynlerin BKİ değerleri, eğitim ve meslek durumları dağılımı

Annenin BKİ Değeri	s	%	Babanın BKİ Değeri	s	%
Zayıf	1	2	Normal	2	4
Normal	17	34	Pre-obez	41	82
Pre-obez	22	44	1. derece obez	5	10
1. derece obez	10	20			
Annenin Eğitim Durumu			Babanın Eğitim Durumu		
Eğitimi yok	11	22	Eğitimi yok	1	2
İlköğretim mezunu	27	54	İlköğretim mezunu	24	48
Lise mezunu	4	8	Lise mezunu	11	22
Üniversite mezunu	8	16	Üniversite mezunu	12	24
Annenin Mesleği			Babanın Mesleği		
Ev Hanımı	35	70	Devlet Memuru	11	22
Devlet Memuru	7	14	Serbest Meslek Sahibi	14	28
Serbest Meslek Sahibi	2	4	İşçi	7	14
İşçi	4	8	Özel Sektör Çalışanı	6	12
Özel Sektör Çalışanı	2	4	Çiftçi	10	20

Obez çocukların annelerinin özbildirimlerine dayalı olarak %2'sinin zayıf, %34'ünün normal vücut ağırlığında, %44'ünün fazla vücut ağırlığında (pre-obez), %20'sinin 1. derece obez olduğu tespit edilmiştir. Annelerin %54'ünün ilköğretim mezunu, %8'inin lise mezunu, %16'sının üniversite mezunu olduğu ve %22'sinin hiçbir eğitim almadığı belirlenmiştir. Annelerin meslek durumları ele alındığında; %14'ünün devlet memuru, %4'ünün serbest meslek sahibi, %8'inin işçi, %4'ünün özel sektör çalışanı ve %70'inin ev hanımı olduğu görülmüştür (Çizelge 3).

Obez çocukların babalarının özbildirimlerine dayalı olarak %4'ünün normal vücut ağırlığında, %82'sinin fazla vücut ağırlığında (pre-obez), %10'unun 1. derece obez olduğu tespit edilmiştir. Babaların %48'inin ilköğretim mezunu, %22'sinin lise mezunu, %24'ünün üniversite mezunu olduğu ve %2'sinin hiç eğitim almadığı belirlenmiştir. Babaların meslek durumları ele alındığında; %22'sinin devlet memuru, %28'inin serbest meslek sahibi, %14'ünün işçi, %12'sinin özel sektör çalışanı ve %20'sinin çiftçi olduğu görülmüştür (Çizelge 3).

Bu çalışmadaki obez çocukların anne ve babalarının çoğunluğunun fazla vücut ağırlığında ve ilköğretim mezunu olduğu, ayrıca annelerin çoğunluğunun ev hanımı olduğu görülmüştür.

Annenin mesleği, anne ve babanın öğrenim düzeyi ve ebeveyn obezitesi çocukluk çağı obezitesinin gelişimini etkilemektedir [29, 41-46].

Ebeveynlerden birinin ya da ikisinin obez olmasının çocukluk çağı obezitesini arttırdığı bildirilmektedir [38, 47, 48]. Her iki ebeveyn obez ise çocuğun obez olma şansı %80, yalnızca biri obez ise oran %50, ikisi de obez değilse çocuğun obez olma oranı %9 olarak bulunmuştur [13, 14, 49].

Pirinççi vd. [29] ebeveynlerin aşırı vücut ağırlığında veya obez olmalarının çocukların aşırı vücut ağırlığında veya obez olma oranını arttırdığını bulmuşlardır. Birçok çalışmada obez ailelerin çocuklarının obez olma riskinin yüksek olduğu belirtilmiştir [48, 50, 51]. Örneğin; Aktaş [52]'in çalışmasındaki obez öğrencilerin annelerinin %39.1'inin ve babalarının %31.6'sının 1. derecede obez olduğu belirlenmiştir.

Bazı çalışmalarda anne-baba eğitim düzeyi ile çocuğun obez olması arasında bağlantı kurulamazken, diğer bir kısım çalışmada da ters ilişki saptanmıştır [28, 53]. Sağlam ve Tarım [43] tarafından annesi veya babası obez ya da aşırı vücut ağırlığında, yüksek eğitim seviyesine sahip çocuklarda obezite riski daha fazla bulunmuştur.

Diğer ülkelerde yapılan bazı çalışmalarda da eğitim düzeyi yüksek ailelerin çocuklarında obezite prevalansının daha yüksek olduğu [54, 55], annenin eğitim düzeyi arttıkça aşırı vücut ağırlığında olma ve obezitenin oranının arttığı [56], Pirinççi vd. [29] tarafından da anne ve babanın öğrenim düzeyi azaldıkça, obezite riskinin azaldığını belirtilmiştir. Ancak diğer bazı çalışmalar

ebeveyn eğitim düzeyinin çocukluk çağı ağırlık durumunda artık önemli bir faktör olmadığını göstermiştir [48, 57].

Ebeveynin eğitim durumu ve meslek sahibi olmaları ile obezite arasındaki ilişki için de farklı iddalar olsa da, zor yaşam şartlarında ve kötü ortamlarda büyüyen çocukların obezite riskleri daha yüksektir [58, 59].

Pirinççi vd. [29] anne meslek durumu ve çocukların aşırı vücut ağırlığında ya da obez olması arasında ilişki bulamamışlardır.

Obez çocukların annelerinin gebelik dönemindeki beslenme, gestasyonel diyabet (GD) geçirme ve iştah durumu dağılımı Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Annelerin gebelik dönemindeki beslenme, gestasyonel diyabet (GD) geçirme ve iştah durumu dağılımı

Annenin Gebelik Dönemindeki Beslenme Durumu	s	%
İyi	21	42
Orta	28	56
Annenin Gebelik Döneminde GD Geçirme Durumu		
Evet	11	22
Hayır	38	76
Annenin Gebelik Dönemindeki İştah Durumu		
İyi	26	52
Orta	23	46

Annelerin gebelik dönemindeki beslenme durumları değerlendirildiğinde; %42'sinin beslenme durumunun iyi, %56'sının orta olduğu tespit edilirken; 1 anne (%2) gebelik dönemindeki beslenme durumu hakkında görüş bildirmemiştir. Annelerin gebelik döneminde gestasyonel diyabet (GD) geçirip geçirmeme durumları incelendiğinde; %22'sinin gestasyonel diyabet geçirdiği, %76'sının gestasyonel diyabet geçirmediği belirlenirken; 1 anneden (%2) gestasyonel diyabet geçirme durumu hakkında yanıt alınamamıştır. Annelerin gebelik dönemindeki iştah durumları ele alındığında; %52'sinin iştah durumunun iyi, %46'sının orta olduğu tespit edilmiş, ancak yine 1 anne (%2) iştah durumu hakkında görüş bildirmemiştir (Çizelge 4).

Obezite gestasyonel diyabet için güçlü bir risk faktörü olup [60], obez annelerin ve gebelikte aşırı vücut ağırlığında olan annelerin çocukları, çocukluk döneminden erken yetişkinliğe kadar daha fazla vücut ağırlığında olmaya eğilimlidirler [61]. Yapılan bir çalışmada 11.994 adölesanda "Growing Up Today" çalışmasının sonuçlarına yer verilmiş, gestasyonel vücut ağırlığı artışının BKİ ile doğrudan ilişkili olduğu ve adölesanda obezite için risk faktörü olduğu belirtilmiştir [62]. Gebelik döneminde görülen gestasyonel diyabetin de çocuklarda obezite ve tip 2 diyabet riskini arttırdığı belirtilmektedir [41, 63-65].

Anne karnındaki ortam insan yavrusunun gelişiminde karşılaştığı ilk çevredir. Annenin sağlık durumu, beslenme alışkanlıkları, yaşam tarzı, metabolik özellikleri fetusu etkiler. Fetusun bu dönemde annesinde hiperglisemi veya fetusta intauterin büyüme geriliği görülmesi durumunda obezite için risk etmeni oluşabilir. Obezite gelişimindeki başka bir faktör intrauterin dönemin ikinci yarısında başlayan yağ dokusu oluşumudur. Doğumda yağ dokusunun oluşumunu etkileyen etmenler, genetik yatkınlık, annenin obez olması, gebelikte aşırı vücut ağırlığında olması, gestasyonel veya pregestasyonel diyabetin varlığı, annenin malnütrisyon, sigara içme, plasental yetmezlik ve postmatüredir. Obezite gelişimini etkileyen diğer bir faktör de hipotalamik gelişimdir. Hipotalamusta açlık-tokluk merkezlerinin olgunlaşması fetal yaşamın son trimesterinde oluşur. İntrauterin enerji yetersizliği hipotalamik gelişimi etkilemekte ve iştah dengesini bozarak postnatal dönemde obeziteye neden olabileceği bildirilmektedir. Gebelikte fizyolojik olmayan yeme davranışları, aşırı yeme, diyabet varlığı daha sonra obezite için risk etmeni oluşturabilir. Gebelikte alınan ağırlık 16 kg'ın üzerinde ise, çocukların 17 yaşında beden kitle indekslerinin 90. persentilin üzerinde olma olasılığı artmaktadır [2].

Çizelge 4'teki verilere bakıldığında; gebelik dönemindeki beslenme durumunu "orta" olarak değerlendiren, gestasyonel diyabet geçirmeyen, orta derecede iştahı olan annelerin çocuklarının da obez olması, bu durumun oluşumunda diğer faktörlerin daha etken olduğunu göstermektedir.

Annelerin çalışma durumu ve obez çocukların bakımını üstlenen kişilerin dağılımı Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Annelerin çalışma durumu ve obez çocukların bakımını üstlenen kişilerin dağılımı

Annenin Çalışma Durumu	s	%
Çalışıyor	15	30
Çalışmıyor	35	70
Obez Çocuğun Bakımını Üstlenen Kişiler		
Bakıcı	4	8
Aile Büyüğü	7	14
Komşu	1	2
Akraba	2	4
Kendisi	1	2

Annelerin %30'unun çalıştığı, %70'inin çalışmadığı saptanmıştır. Annelerden çalışıyor durumda olanların mesai saatleri içerisinde çocuklarının bakım ve gereksinimlerini kimlerin üstlendiği değerlendirildiğinde; çocukların %8'ine çocuk bakıcısının, %14'üne aile büyüklerinin, %2'sine komşunun, %4'üne akrabasının, %2'sine annenin kendisinin baktığı belirlenmiştir (Çizelge 5).

Annenin dışarıda çalışmasının obezite riskini arttırdığı [29] belirtilmektedir. Arluk vd. [66] çocuklarda obezite görülmesi ve çalışan ebeveynlere sahip olunması arasında pozitif bir ilişki kurmuşlardır. Düşük eğitim düzeyine sahip annelerin çalışma eğilimde olmadıklarını, çalışan annelere göre daha çok yemek pişirme ve çocuklarını besleme eğilimde olduklarını, çalışmayan annelerin çocuklarına hem okulda hem de evde yiyebilecekleri yiyecekler hazırlamak için daha çok zaman bulduklarını gözlemlemişlerdir.

Ebeveynlerin obez çocuklarıyla ilgili bazı düşüncelerinin ve obeziteyle mücadele amacıyla yaptıkları bazı davranışların dağılımı Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Ebeveynlerin obez çocuklarıyla ilgili bazı düşüncelerinin ve obeziteyle mücadele amacıyla yaptıkları bazı davranışların dağılımı

	Evet		Hayır	
	s	%	s	%
Obez Çocuğun Sağlıklı Olduğu Düşüncesi	16	32	34	68
Çocuğun Obezite Sorunu Olduğu Düşüncesi	38	76	12	24
Obez Çocuğun Her İsteddiği Yiyecek ve İçeceği Temin Etme Durumu	25	50	25	50
Obez Çocuğun Yemesi-İçmesini Kısıtlama Durumu	21	42	29	58

Ebeveynlerin obez olan çocuklarının diğer çocuklara göre sağlıklı olup olmamaları konusundaki düşünceleri değerlendirildiğinde; %32'sinin obez çocuklarının diğer çocuklara göre sağlıklı olduğunu, %68'inin ise obez çocuklarının diğer çocuklara göre sağlıklı olmadığını düşündüğü tespit edilmiştir. Ebeveynlerin %76'sının obez çocuklarının obezite sorunu olduğunu, %24'ünün obezite sorunu olmadığını düşündüğü belirlenmiştir. Çocuklarının her istediği yiyecek ve içeceği temin edip etmeme durumları ele alındığında; ebeveynlerin %50'sinin obez çocuklarının her istediği yiyecek ve içeceği temin ettiği, %50'sinin ise obez çocuklarının her istediği yiyecek ve içeceği temin etmediği bulunmuştur. Ebeveynlerin %42'sinin obez çocuklarına yönelik yeme-içme konusunda kısıtlama yaptığı, %58'inin kısıtlama yapmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 6).

Aile, çocuğun sağlıklı ev şartlarını sağlayan en önemli göreve sahiptir. Çocuk ve gençler aileden model alarak yeme alışkanlıklarını geliştirmektedir [67]. Aşırı yeme olanakları ve evde bulunan yiyecekler bir çocuğun beslenmedeki seçiciliğini etkilemektedir. Evde bulunan ve ulaşılabilen besinlerden ebeveynler sorumludur. Anne ve babanın beslenme alışkanlıkları çocuğa örnek olacak beslenme modelidir [2].

Ebeveynlerin obez çocuklarına karşı gösterdikleri bazı davranışların dağılımı Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Ebeveynlerin obez çocuklarına karşı gösterdikleri bazı davranışların dağılımı

	Evet		Hayır	
	s	%	s	%
Obezite Durumundan Dolayı Çocuğu Suçlama Durumu	13	26	37	74
Obezite Durumundan Dolayı Kendisini Suçlama Durumu	14	28	36	72
Obez Çocuğa Baskıda Bulunma Durumu	14	28	36	72
Obez Çocuğu ile Alay Etme Durumu	18	36	32	64
Çocuğun Obez Olmasının Sorun Olması Durumu	29	58	21	42
Obez Çocuğu ile İletişimlerinin Tam Olduğu Düşüncesi	41	82	9	18

Ebeveynlerin obez çocuklarını obezite durumundan dolayı suçlayıp suçlamadığı sorusuna; %26'sının evet, %74'ünün ise hayır dediği tespit edilmiştir. Ebeveynlerin %28'i çocuklarının obezite durumundan dolayı kendilerini suçladığını, %72'si çocuklarının obezite durumundan dolayı kendilerini suçlamadığını ifade etmiştir. Ebeveynlerin obez çocuklarına karşı herhangi bir şekilde psikolojik veya fiziksel baskıda bulunup bulunmama durumları ele alındığında; %28'inin baskı yaptığı, %72'sininin baskı yapmadığı belirlenmiştir. Ebeveynlerin, çocuklarının obezite durumundan dolayı alay eder şekilde tepki verip vermeme durumları değerlendirildiğinde; %36'sının bu duruma alay eder şekilde tepki verdiği, buna karşın %64'ünün alay eder şekilde tepkide bulunmadığı tespit edilmiştir. Ebeveynlerin %58'i çocuğun obez olmasının kendileri için sorun olduğunu, %42'si sorun olmadığını belirtmiştir. Ebeveynlerin %82'sinin çocukları ile iletişimlerinin tam olduğunu, %18'inin çocukları ile iletişimlerinin tam olmadığını düşündüğü belirlenmiştir (Çizelge 7).

Aile içi yaşanan olumsuz ilişkiler, çocuğun ruh sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durumda çeşitli davranış bozuklukları, psikolojik bozukluklar gelişmekte; bunlar ise bireyi pasif duruma getirerek aşırı yeme davranışının gelişimine ve obezitenin oluşumuna neden olmaktadır [13-16].

Obezite ve psikolojik etmenler arasında bir ilişki olduğu kabul edilmektedir. Anne-baba-çocuk arasındaki olumsuz ilişkiler, okulda başarısızlık, arkadaş edinememe çocuğun ruhsal yapısını etkileyip aşırı yemeye neden olabilmektedir [13, 68].

Ailenin ilgisizliği, aile bakımının yetersiz olması yeme alışkanlıklarını belirlemektedir. Ailenin yoğun ve telaşlı yaşam tarzı çocuğu ile daha az zaman geçirmesine, yemek hazırlama fırsatının azalmasına, çocukların tv, bilgisayar başında daha çok zaman geçirmesine ve dolayısıyla obezitenin artışına neden olmaktadır [67].

Ebeveynlerin obez çocuklarının obezite durumunu ortadan kaldırabilmek için yaptıkları uygulamaları ile ilgili dağılım Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Ebeveynlerin obez çocuklarının obezite durumunu ortadan kaldırabilmek için yaptıkları uygulamaları ile ilgili dağılım

Herhangi Bir Yönteme Başvurma Durumu	s	%
Evet	30	60
Hayır	20	40
Başvurulan Yöntem		
Spor Salonu	4	13.3
Diyetisyen	10	33.3
Spor Salonu+Diyetisyen	6	20
Spor Salonu+Diyetisyen+Başka Yöntemler	2	6.7
Spor Salonu+Diyetisyen+Diğer Diyetler	1	3.3
Diyetisyen+Başka Yöntemler	4	13.3
Spor Salonu+Başka Yöntemler	2	6.7
Hepsi	1	3.3
Olumlu Sonuç Alma Durumu		
Evet	13	43.3
Hayır	16	53.3

Ebeveynlerin obez çocuklarının obezite durumunu ortadan kaldırabilmek için herhangi bir yönteme başvurup başvurmadıkları değerlendirildiğinde; %60'ının herhangi bir yönteme başvurduğu, %40'ının hiçbir yönteme başvurmadığı tespit edilmiştir. Herhangi bir yönteme başvuran ebeveynlerin

%13.3'ü spor salonuna, %33.3'ü diyetisyene, %20'si hem spor salonu hem de diyetisyene, %6.7'si spor salonu, diyetisyen ve başka yöntemlere, %3.3'ü spor salonu, diyetisyen ve internet ve televizyondan edindiği bilgilerle diyet uygulamaya, %13.3'ü diyetisyen ve diğer başka yöntemlere, %6.7'si spor salonu ve diğer başka yöntemlere, %3.3'ü ise bütün yöntemlere başvurduğunu ifade etmiştir. 30 ebeveynin başvurdukları yöntemlerden olumlu sonuçlar alıp almadıkları ele alındığında; %43.3'ünün olumlu sonuç aldığı, %53.3'ünün olumlu sonuç alamadığı tespit edilmiş olup, sonuçlar konusunda görüş bildirmeyen 1 ebeveyn olmuştur (Çizelge 8).

Araştırmada ayrıca obez çocukların aile tipi ve aynı evi paylaştıkları birey sayısı, ailedeki çocuk sayısı, ailenin aylık geliri, sosyo-ekonomik durumu ve yaşadığı konut tipi, ebeveynlerin eğitim durumları, meslekleri ve yaşadıkları yere göre obeziteye ve obez çocuklarına olan yaklaşımlarının değerlendirilmesini sağlayan sorulara verdikleri yanıtlar arasında fark olup olmadığını belirlemek için Pearson ki-kare testi uygulanmıştır.

Obez çocukların aile tipi ve aynı evi paylaştıkları birey sayısı, ailedeki çocuk sayısı, ailenin aylık geliri, sosyo-ekonomik durumu ve yaşadığı konut tipi ile ebeveynlerin sorulara verdikleri yanıtlar arasında anlamlı fark bulunamazken ($p>0.05$); ebeveynlerin eğitim durumları, meslekleri ve yaşadıkları yer ile aşağıda belirtilen bazı sorulara verdikleri yanıtlar arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$) görülmüştür.

Babanın mesleği ve eğitim durumu ile çocuklarının obezite sorununu ortadan kaldırmak için herhangi bir yöntemle başvurma sorusuna verdikleri cevap arasındaki ilişkinin anlamlı ($p<0.05$) olduğu bulunmuştur. Devlet memurlarının %81.8'i bu soruya evet yanıtını verirken; çiftçilerin %80'i hayır demiştir. Yine, çocukların obez olmasının aile içerisinde sorun olup olmadığı sorusuna devlet memurlarının %81.8'i evet yanıtını verirken; çiftçilerin %80'i hayır demiştir ($X^2=13.858$). Üniversite mezunu babalardan %91.7'si çocuklarının obezite sorununu ortadan kaldırmak için herhangi bir yöntemle başvurma sorusuna evet derken; lise mezunu babaların %95.8'si, ilköğretim mezunu babaların %58.3'ü hayır demiştir ($X^2=8.608$).

Babanın mesleği ve eğitim durumu ile çocukları obez olduğu için kendini suçlamaları sorusuna verdikleri cevap arasındaki farkın önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Çiftçilerin hiçbirisi, serbest meslek sahibi ve işçilerin %85.7'si kendini suçlamadığını belirtirken; devlet memurlarının %54.5'i bu konuda kendini suçladığını söylemiştir ($X^2=14.417$). Üniversite mezunu babaların %77.7'si çocukları obez olduğu için kendini suçladığını; ilköğretim mezunu babaların %95.8'i, lise mezunu babaların ise %63.6'sı kendini suçlamadığını belirtmiştir ($X^2=16.754$).

Annenin mesleği ile çocuklarının obezite sorununu ortadan kaldırmak için herhangi bir yöntemle başvurma sorusuna ve çocukları obez olduğu için kendini suçlamaları sorusuna verdikleri cevap arasındaki farkın anlamlı ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Devlet memuru, serbest meslek sahibi ve özel sektörde çalışan annelerin %100'ü bu sorunu ortadan kaldırmak için herhangi bir yöntemle başvurduğunu söylerken; ev hanımlarının %47.2'si, işçi annelerin ise %66.7'si evet yanıtını vermiştir ($X^2=9.838$). Ev hanımlarının %83.3'ü ve özel sektör çalışan annelerin %66.7'si çocukları obez olduğu için kendini suçlamadığını; devlet memuru annelerin ise %85.7'si bu konuda kendini suçladığını ifade etmiştir ($X^2=17.640$).

Annenin eğitim durumu ile çocukları obez olduğu için kendini suçlamaları ve gebelik döneminde beslenmeleri sorusuna verdikleri cevap arasındaki farkın önemli ($p<0.05$) olduğu görülmüştür. İlköğretim mezunu annelerin %77.8'i, eğitimsiz annelerin %90.9'u, lise mezunu annelerin %100'ü çocukları obez olduğu için kendini suçlamadığını; üniversite mezunu annelerin ise %87.5'i bu konuda kendini suçladığını belirtmiştir ($X^2=18.002$). Eğitimsiz annelerin %45.5'i, ilköğretim mezunu annelerin %26.9'u, lise mezunu annelerin %25'i, üniversite mezunu annelerin ise %100'ü gebelik döneminde iyi beslendiğini söylemiştir ($X^2=13.913$).

Ebeveynlerin yaşadığı yer ile çocuklarının obezite sorununu ortadan kaldırmak için herhangi bir yöntemle başvurma, çocuklarının obez olmasının kendileri için sorun olup olmadığı ve çocuklarına obezite konusunda alay eder şekilde tepki verip vermedikleri sorularına verdikleri cevaplar arasındaki farkın anlamlı ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Köyde yaşayan ebeveynlerin %75'i, ilçede yaşayan ebeveynlerin %33.3'ü, ilde yaşayan ebeveynlerin ise %26.9'u çocuklarının obezite sorununu ortadan kaldırmak için herhangi bir yöntemle başvurmadıklarını ifade etmiştir ($X^2=8.200$). Yine ilde yaşayan ebeveynlerin %63.4'ü, ilçede yaşayan ebeveynlerin %75'i, köyde yaşayan ebeveynlerin ise sadece %25'i çocuklarının obez olmasının kendileri için sorun olduğunu söylemiştir ($X^2=7.370$).

Ancak köyde yaşayan ebeveynlerin %75'i, ilçede yaşayan ebeveynlerin %25'i, ilde yaşayan ebeveynlerin ise %23.1'i çocuklarına obeziteyi konusunda alay eder şekilde tepki verdiklerini ifade etmiştir ($X^2=10.437$).

Aktaş [52]'in araştırmasında bizim çalışmamızdan farklı olarak; öğrencilerde, ebeveyn eğitim durumu ve mesleğinin yanısıra, ailedeki birey ve kardeş sayısı, öğün sayısı, sevinçli-heyecanlı olduğunda yemek yeme durumu, öğle yemeğinin yenildiği yer, ara öğünlerde tüketilen şeker, çikolata, kuruyemiş ve kolalı içeceklerin tüketim durumu, obeziteyi etkileyen faktörler olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

4. Sonuç ve Öneriler

İncelenen bazı sosyo-demografik özelliklere (ebeveynlerin eğitim durumu, mesleği ve yaşadıkları yer) göre ebeveynlerin çocukluk çağı obezitesine ve obez çocuklarına olan yaklaşımlarının farklılık gösterdiği görülmüştür. Bu mücadelelerinde başarılı olabilmeleri için, ebeveynlerin konuyla ilgili uzman kişilerden yardım almaları gerektiği düşünülmektedir. Çünkü obez çocuk sahibi olan ailelerin çocuklarına karşı yaklaşımları, davranışları, çocukların ve aile sağlığının olumlu veya olumsuz yönde devam etmesine neden olmaktadır.

Çocukların obezite sorunlarının ortadan kaldırılması için küçük adımlarla başlanarak ufak değişiklikler yapılmalı, ev içerisinde şekerli, yağlı ve yüksek kalorili yiyecekler bulundurulmamalı, çocukların yeterli posa alması için meyve-sebze tüketimini desteklenmeli, besin dışında yiyecekler, avutmak, ödül gibi nedenlerle kullanılmamalı, televizyon ve bilgisayar başında geçen süre için bir limit olmalı, hareketli oyunlar için çocuklar desteklenmeli, düzenli, birlikte yapılabilecek aktiviteler geliştirilmelidir. Obez olmasalar da bütün çocukların dengeli beslenmeye özen göstermeleri, ailelerinin de bu konuda onlara yeterince destek olmaları gerekmektedir.

Teşekkür

Araştırmanın verilerinin toplanmasında bizlere yardımcı olan, Bitlis Eren Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu Hemşirelik Bölümü öğrencilerinden Muhammed DURU ve Hasret MARAŞLI'ya çalışmamıza yaptıkları katkılarından dolayı çok teşekkür ederiz.

Kaynaklar

1. T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu 2013a. *Birinci Basamak Hekimler İçin Obezite İle Mücadele El Kitabı*, Sağlık Bakanlığı Yayın No: 904, 150s, Ankara.
2. T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Beslenme ve Fiziksel Aktiviteler Daire Başkanlığı 2008. *Okul Öncesi Dönemde Obezite*, Sağlık Bakanlığı Yayın No: 904, 32s, Ankara.
3. WHO 2007. Conference Report, in WHO European Ministerial Conference on Counteracting Obesity, 36p, 15-17 November 2006, İstanbul, Turkey.
4. Pietrobelli A., Faith M.S., Allison D.B., Gallagher D., Chiumello G., Heymsfield S.B. 1998. Body Mass Index as a Measure of Adiposity Among Children and Adolescents: A Validation Study, *The Journal of Pediatrics*, 132 (2): 204-210.
5. Dietz W.H., Robinson T.N. 1993. Assessment and Treatment of Childhood Obesity, *Pediatrics in Review*, 14 (9): 337-344.
6. Golan M., Weizman A., Apter A., Fainaru M. 1998. Parents as the Exclusive Agents of Change in the Treatment of Childhood Obesity, *the American Journal of Clinical Nutrition*, 67 (6): 1130-1135.
7. Dursun A. 2003. Obezite, *Katkı Pediatri Dergisi*, Sosyal Pediatri III-IV, 25 (3): 277-295.
8. Dietz W.H., Bandini L.G., Morelli J.A., Peers K.F., Ching P.L. 1994. Effect of Sedentary Activities on Resting Metabolic Rate, *the American Journal of Clinical Nutrition*, 59 (3): 556-559.

9. Kut A. 2009. Obezite ve Sağlıklı Yaşam Tarzı, Sağlıklı Yaşam Dergisi, Tanıtım Sayısı: 8-27.
10. Gürel F.S., İnan G. 2001. Çocukluk Çağı Obezitesi Tanı Yöntemleri, Prevalansı ve Etiyolojisi, Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 2 (3): 39-46.
11. Coşansu G., Demirezen E., Erdoğan S. 2005. Adölesanlarda Obezite Sıklığı ve İlişkili Faktörler: Bir Okul Sağlığı Çalışması, Hemşirelik Forumu Dergisi, Temmuz-Ağustos, 7 (4): 1-5.
12. Parlak A., Çetinkaya S. 2007. Çocuklarda Obezitenin Oluşumunu Etkileyen Faktörler, Fırat Sağlık Hizmetleri Dergisi, 2 (5): 27-33.
13. Babaoğlu K., Hatun Ş. 2002. Çocukluk Çağında Obezite. STED, 11 (1): 8-10.
14. Cinaz P., Bideci A. 2003. Obezite, in *Pediyatrik Endokrinoloji*, Ed. Günöz H., Öcal G., Yordam N., Kurtoğlu S., 1. Basım, Ankara, 487-512.
15. Gümüşler A. 2006. Rize İli Çayeli İlçesindeki Lise Öğrencilerinde Obezite Sıklığı ve Beslenme Alışkanlıkları. Karadeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Halk Sağlığı Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 83 s, Trabzon.
16. Öztora S., Hatipoğlu S., Barutçugil M.B., Salihoğlu B., Yıldırım R., Şevketoğlu E. 2006. İlköğretim Çağındaki Çocuklarda Obezite Prevalansının Belirlenmesi ve Risk Faktörlerinin Araştırılması, Bakırköy Tıp Dergisi, 2: 11-14.
17. Süzek H., Arı Z., Uyanık B.A. 2005. Muğla'da Yaşayan 6-15 Yaş Okul Çocuklarında Kilo Fazlalığı ve Obezite Prevalansı, Turkish Journal of Biochemistry, 30 (4): 290-295.
18. Molarius A., Seidell J.C., Sans S., Toumlehto J., Kuulasmaa K. 1999. Varying Sensitivity of Waist Action Levels to Identify Subjects with Overweight or Obesity in 19 Populations of the WHO Monica Project, The Journal of Clinical Epidemiology, 52 (12): 1213-1224.
19. T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu 2013b. Türkiye Sağlıklı Beslenme ve Hareketli Hayat Programı (2014-2017), 101s, Ankara.
20. Wijnhoven T.M.A., van Raaij J.M.A., Spinelli A., Rito A.I., Hovengen R., Kunesova M., Starc G., Rutter H., Sjöberg A., Petrauskiene A., O'Dwyer U., Petrova S., Farrugia Sant'Angelo V., Wauters M., Yngve A., Rubana I.-M., Breda J. 2013. WHO European Childhood Obesity Surveillance Initiative 2008: Weight, Height and Body Mass Index in 6–9-Year-old Children, Pediatric Obesity, 8 (2): 79-97.
21. Wijnhoven T.M.A., van Raaij J.M., Spinelli A., Starc G., Hassapidou M., Spiroski I., Rutter H., Martos E., Rito A.I., Hovengen R., Pérez-Farinós N., Petrauskiene A., Eldin N., Braeckvelt L., Pudule I., Kunešová M., Breda J. 2014. WHO European Childhood Obesity Surveillance Initiative: Body Mass Index and Level of Overweight among 6–9-Year-old Children from School Year 2007/2008 to School Year 2009/2010, BMC Public Health, 14: 806.
22. WHO 2012. Social Determinants of Health and Well-being among Young People. Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) Study: International Report from the 2009/2010 Survey. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0003/163857/Social-determinants-of-health-and-well-being-among-young-people.pdf?ua=1. (Erişim Tarihi: 12.10.2016).
23. WHO 2014. Childhood Overweight and Obesity, In Diet Health Topic: Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. <http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/en/>. (Erişim Tarihi: 12.10.2016).
24. Ogden C.L., Carroll M.D., Kit B.K., Flegal K.M. 2012. Prevalence of Obesity in the United States, 2009-2010, Data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 2009-2010, NCHS Data Brief, No: 82, January, 8p.
25. İnal S., Canbulat N., 2013. Çocukluk Çağı Obezitesine Genel Bakış, Güncel Pediatri, 11: 27-30.
26. Sağlık Bakanlığı Sağlık Araştırmaları Genel Müdürlüğü Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi 2014.

Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması 2010: Beslenme Durumu ve Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi Sonuç Raporu, Sağlık Bakanlığı Yayın No: 931, 636s, Ankara.

27. WHO 2006. BMI Classification. http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html (Erişim Tarihi: 15.03.2015).
28. Gibson L.Y., Byrne S.M., Davis E.A., Blair E., Jacoby P., Zubrick S.R. 2007. The Role of Family and Maternal Factors in Childhood Obesity, *Journal of the Australian Medical Association*, 186 (11): 591-595.
29. Pirinççi E., Durmuş B., Gündoğdu C., Açık Y. 2010. Prevalence and Risk Factors of Overweight and Obesity Among Urban School Children in Elazığ City, Eastern Turkey, 2007, *Annals of Human Biology*, 37 (1): 44-56.
30. Power C., Parsons T. 2000. Nutritional and Other Influences in Childhood as Predictors of Adult Obesity, *Proceedings of the Nutrition Society*, 59 (2): 267-272.
31. Hardly R., Watsworth Kuh D., 2000. The Influence of Childhood Weight and Socioeconomic Status on Change in Adult Body Mass Index in a British National Birth Cohort, *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 24 (6): 725-734.
32. Popkin B.M., Paeratakul S., Zhai F., Ge K. 1995. A Review of Dietary and Environmental Correlates of Obesity with Emphasis on Developing Countries, *Obesity Research*, 3 Suppl 2: 145S-153S.
33. Wang Y., Monterio C., Popkin B.M. 2002. Trends of Obesity and Underweight in Older Children and Adolescents in the United States, Brazil, China, and Russia, *the American Journal of Clinical Nutrition*, 75 (6): 971-977.
34. Klish W.J. 1995. Childhood Obesity: Pathophysiology and Treatment, *Acta Paediatrica Japonica*, 37 (1): 1-6.
35. Kromeyer K., Hauspie R.C., Susanne C. 1997. Socioeconomic Factors and Growth during Childhood and Early Adolescence in Jena Children, *Annals of Human Biology*, 24 (4): 343-353.
36. Tüzün M., Kabalak T., Yılmaz C., Yılmaz R., Hamulu F., Çoker M., Darcan Ş., Özgen G., Çetinkalp Ş., Aksakal E.Ç., Donduran S. 1999. *Obezite ve Tedavisi*, Ed. Yılmaz C., Mart Matbaacılık, İzmir.
37. DüNDAR Y., Evliyaoğlu O., Hatun Ş. 2000. Okul Çocuklarında Boy Kısalığı ve Obezite: İhmal Edilen Bir Sorun, *Türkiye Klinikleri Pediatri Dergisi*, 9 (1): 19-22.
38. Çalışır H., Karaçam Z. 2011. The Prevalence of Overweight and Obesity in Primary Schoolchildren and its Correlation with Sociodemographic Factors in Aydın, Turkey, *International Journal of Nursing Practice*, 17 (2): 166-173.
39. Çiftçi Doğu A. 2006. Obez Çocuklarda Erken Aterosklerotik Risk Faktörlerinin ve Hiperhomosisteineminin Değerlendirilmesi, Erken Aterosklerotik Bulguların Varlığının Araştırılması ve Mevcut Risk Faktörleri ile İlişkilerinin Değerlendirilmesi. T.C. Sağlık Bakanlığı, Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Kliniği, Uzmanlık Tezi, 86s, İstanbul.
40. Altay İ.S., 2000. Obezite Tedavisinde Diyetin Özellikleri, V. Ulusal Pediatrik Endokronoloji Kongre Kitabı, 64-7.
41. Lobstein T., Baur L., Uauy R. 2004. Obesity in Children and Young People: A Crisis in Public Health, *the International Association for the Study of Obesity, Reviews* 5 (Suppl. 1): 4-85.
42. Owen C.G., Martin R.M., Whincup P.H., Smith G.D., Cook D.G. 2005. Effect of Infant Feeding on the Risk of Obesity Across the Life Course: A Quantitative Review of Published Evidence, *Pediatrics*, 115 (5): 1367-1377.

43. Sağlam H., Tarım O. 2008. Prevalence and Correlates of Obesity in School Children from the City of Bursa, Turkey, *Journal of Clinical Research in Pediatric Endocrinology*, 1 (2): 80-88.
44. Garipağaoğlu M., Budak N., Süt N., Akdikmen O., Öner N., Bundak R. 2009. Obesity Risk Factors in Turkish Children, *International Pediatric Nursing*, 24 (4): 332-337.
45. Birch L.L., Ventura A.K. 2009. Preventing Childhood Obesity: What Works?, *International Journal of Obesity*, 33 Suppl 1: S74-81.
46. Biro F.M., Wien M. 2010. Childhood Obesity and Adult Morbidities, *the American Journal of Clinical Nutrition*, 91 (5): 1499S-1505S.
47. Takahashi E., Yoshida K., Sugimori H., Miyakawa M., Izuno T., Yamagani T., Kagamimori S. 1999. Influence Factors on the Development of Obesity in 3 Years-old Children Based on the Toyama Study, *Preventive Medicine*, 28 (3): 293-296.
48. Hui L.L., Nelson E.A., Yu L.M., Li A.M., Fok T.F. 2003. Risk Factors for Childhood Overweight in 6- to 7-y-old Hong Kong Children, *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 27 (11): 1411-1418.
49. Aydın A., Koca F., Fıçıcıoğlu C., Çam H., Mıkla Ş. 1995. Çocukluk Çağı Obezitesi, *İstanbul Çocuk Kliniği Dergisi*, 30: 66-72.
50. Stettler N., Bovet P., Shamlaye H., Zemel B., Stalling V.A., Paccaud F.M 2002. Prevalence and Risk Factors for Overweight and Obesity in Children from Seychelles, a Country in Rapid Transition: The Importance of Early Growth, *International Journal of Obesity*, 26 (2): 214-219.
51. Padez C., Mourao I., Moreira P., Rosado V. 2005. Prevalence and Risk Factors for Overweight and Obesity in Portuguese Children, *Acta Paediatrica*, 94 (11): 1550-1557.
52. Aktaş N. 2001. Konya İl Merkezinde Farklı Sosyo-Ekonomik Düzeydeki 9-11 Yaş Grubu Öğrencilerin Obezite Prevalansı ve Bunu Etkileyen Etmenler. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara.
53. Huerta M., Bibi H., Haviv J., Scharf S., Gdalevich M. 2006. Parental Smoking and Education as Determinants of Overweight in Israeli Children, *Preventing Chronic Disease*, 3 (2): 1-5.
54. Johnson C.A., Xie B., Liu C., Reynolds K.D., Chou C.P., Koprowski C., Gallagher P., Spruitj-Metz D., Guo Q., Sun P., Gong J., Palmer P. 2006. Socio-demographic and Cultural Comparison of Overweight and Obesity Risk and Prevalence in Adolescents in Southern California and Wuhan, China, *The Journal of Adolescent Health*, 39 (6): 925.e1-8.
55. Khader Y., Irshaidat O., Khasawneh A.Z., Amarin Z., Alomari M., Batiha A. 2009. Overweight and Obesity Among School Children in Jordan: Prevalence and Associated Factors, *Maternal and Child Health Journal*, 13 (3): 424-31.
56. Al-Saeed W.Y., Al-Dawood K.M., Bukhari I.A., Bahnassy A. 2007. Prevalence and Socioeconomic Risk Factors of Obesity among Urban Female Students in Al-Khobar City, Eastern Saudi Arabia, 2003, *Obesity Reviews*, 8 (2): 93-99.
57. He Q., Ding, Z.Y., Fong D.Y.T., Karlberg J. 2000. Risk Factors for Obesity in Preschool Children in China: A Population Based Case-Control Study, *International Journal of Obesity*, 24 (11): 1528-1536.
58. Patterson M.L., Stern S., Crawford P.B., McMahon R.P., Similo S.L., Schreiber G.B., Morrison J.A., Waclawiw M.A. 1997. Sociodemographic Factors and Obesity in Preadolescent Black and White Girls: NHLBI's Growth and Health Study, *Journal of the National Medical Association*, 89 (9): 594-600.
59. Gnavi R., Spagnoli T.D., Galotto C., Pugliese E., Carta A., Cesari L. 2000. Socioeconomic Status, Overweight and Obesity in Prepuberal Children: A Study in an Area of Northern Italy, *European Journal of Epidemiology*, 16 (9): 797-803.

60. Majumdar A., Saleh S., Candelier C.K. 2010. Failure to Recognise the Impact of ‘Moderate’ Obesity (BMI 30-40) on Adverse Obstetric Outcomes, *Journal of Obstetrics Gynaecology*, 30 (6): 567-570.
61. Walters M.R., Taylor J.S. 2009. Maternal Obesity: Consequences and Prevention Strategies, *Nursing for Womens Health* December, 13 (6): 486-494; quiz 495.
62. Lee C.Y., Koren G. 2010. Maternal Obesity: Effects on Pregnancy and the Role of Pre-conception Counselling, *Journal of Obstetrics Gynaecology*, 30 (2): 101-106.
63. Dubois L., Girard M. 2006. Early Determinants of Overweight at 4.5 Years in a Population-Based Longitudinal Study, *International Journal of Obesity*, 30 (4): 610-617.
64. Dabelea D. 2007. The Predisposition to Obesity and Diabetes in Offspring of Diabetic Mothers, *Diabetes Care*, 30 (2): S169-S175.
65. Sanigorski A.S., Prosser L., Carpenter L., Honisett S., Gibbs L., Moodie M., Sheppard L., Swinburn B., Waters E. 2010. Evaluation of the Childhood Obesity Prevention Program Kids-“Go for your life”, *BMC Public Health*, 10: 288-295.
66. Arluk S.L., Branch J.D., Swain D.P., Dowling E.A. 2003. Childhood Obesity’s Relationship to Time Spent in Sedentary Behavior, *Military Medicine*, 168 (7): 583-586.
67. Yaman Ö. 2013. Çocukluk Çağında Obezite ve Sağlıklı Beslenme, Bursa Halk Sağlığı Müdürlüğü, Bulaşıcı Olmayan Hastalıklar ve Programlar Şubesi. <http://slideplayer.biz.tr/slide/2864992/> (Erişim Tarihi: 15.03.2015).
68. Günöz H. 1993. Şişmanlık, in *Pediatric 1*, Ed. Neyzi O., Ertuğrul T., Nobel Tıp Kitabevi, 411-415.

Araştırma Makalesi / Research Article

Kolza (*Brassica napus* L.) Tohumlarında Çimlenme ve Anormal Çim Oranı Üzerine, *Chenopodium album* L. 'un Allelopatik Etkisi

Mahdi GHİYASİ¹, Reza Amirnia¹, Mehdi TAJBAKHSİ¹, Amir RAHİMİ¹,
Fethi Ahmet ÖZDEMİR^{*2}

¹Urmia Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Urmia, İran

²Bingöl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Bingöl

Özet

Bitkide üretilen ve ikincil metabolit olan allelokimyasalların neden olduğu “allelopati”; direkt ya da dolaylı olarak önemli bir yere sahiptir. Allelopati veya allelopatik etki, 1937 yılında Molisch tarafından bitkiler arasındaki kimyasal etkileşim olarak tanımlanmıştır. Allelopatide bir bitki üzerine diğer bir bitki direkt veya indirekt zararlı etkiye sahiptir. Sirken'in (*Chenopodium album* L.) allelopatik etkilerini araştırmak amacıyla bir laboratuvar denemesi kanola çimlenme ve anormal fide oranını belirlemek üzere, 2015 yılında Urmia Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Tohum Fizyolojisi Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre (CRD) dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede beş Sirken konsantrasyonu kullanılmıştır. Muameleler ise bitki özünün 0 (kontrol), 20, 40, 80 ve 100% şeklinde ele alınmıştır. Kolza çimlenmesinde tüm muamelelerde İSTA kuralları uygulanmıştır. Sonuçları değerlendirdiğimizde % 100 *Chenopodium album* L. özü kullanıldığında en düşük çimlenme ve maksimum anormal fide yüzdesi saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: : Allelopati, Anormal Fide, *Chenopodium album* L., Kolza.

Allelopathic Effect of *Chenopodium album* L. on Germination and Abnormal Seedling of Canola (*Brassica napus* L.)

Abstract

The allelopathy is concluded the production of biological active molecules by some plants. A laboratory trial to investigate the allelopathic effects of *Chenopodium album* L. on germination and abnormal seedling percentage of canola, was carried out in seed physiology laboratory, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University in 2015. The trial in completely randomized design (CRD) with four replications and five concentrations of *Chenopodium album* L. water extract such as 0 (control), 20, 40, 80 and 100%. The germination of canola seeds in all treatments was recorded according to ISTA's recipe. The results revealed that lowest germination and maximum abnormal seedling percentage recorded from 100% water extract of *Chenopodium album* L.

Keywords: Allelopathy, abnormal seedling, *Chenopodium album* L., canola.

1. Giriş

Temel besin maddelerinden olan ve insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan yağlar, insanların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmesi için gerekli olan ana besin maddelerinden birisidir. Bir yağ bitkisi olan kanola'nın (*Brassica napus* L.), Orijini Kuzey Avrupa'dır. Kanadalı bitki ıslahçıları 1970'li yıllarda kolza bitkisi üzerinde yaptıkları yoğun ıslah araştırmalarıyla elde ettikleri, yağında % 2'nin altında erusik asit ve küspesinin her gramında 30 mikromol'ün altında glukozinolat içeren, yeni

* Sorumlu Yazar: ozdemirfethiahmet23@yahoo.com

Geliş Tarihi: 27.10.2016, Kabul Tarihi: 13.12..2016

çeşitlere kanola adını vermişlerdir. Dünya yağlı tohum üretiminde soya ve palmiyeden den sonra üçüncü sırada yer almaktadır [1],[2]. Yazlık ve kışlık varyetelerinin bulunması, birim alandan yüksek verim sağlanması ve tohumlarında yağ oranının yüksek olması (% 38–48), ekiminden hasadına kadar bütün yetiştirme tekniğinin mekanizasyona uygun olması, üstün bir yağ bitkisi olduğunu göstermektedir [3].

Birleşmiş Milletler ve Dünya Bankasının son dönemdeki öngörülerine göre, 2040 yılına kadar dünya nüfusunun 10 milyara ulaşacağı öngörülmektedir [4]. Bu durumu göz önünde bulundurarak artan dünya nüfusu beslemek amacıyla tarımsal verimliliğin de artırılması gerekmektedir ki bu ise ancak amaca uygun genotip ve yetiştirme yöntemlerini seçmenin yanında; su, ışık, besin maddesi gibi çeşitli büyüme faktörlerine ortakçı olan “yabancı otların” da ortamdaki uzaklaştırılmasıyla imkan bulabilir [5]. Canlı stresler tarla ürünlerinin azalmasına neden olan önemli etmenlerden biri olarak sayılmaktadır. Bu konuda yabancı otların tarlada çoğalması ürün üzerinde allelopatik etki yaparak verim düşüşüne sebep olmaktadır [6]. Bu düşüş besin, ışık, su gibi çevresel imkanların alımında oluşan rakabetten kaynaklanmaktadır [7]. Etimolojik olarak “karşılıklı acı çekmek” anlamındaki Yunanca kökenli “Allelo” ve “Pathos” kelimelerinin birleşmesinden oluşan; karmaşık bir genetik, fizyolojiye ve mekanizmaya sahip Allelopati; bitkide çeşitli organlar aracılığıyla salgılanan sekonder biyokimyasal metabolitlerin, etkileşime girerek bitki büyümesini önlemesi, azalması ya da durdurmasına denilmektedir. Tarım ekosistemlerinde allelopati önemli bir konu olarak tanımlanmaktadır. Bu ilişkinin etkisi bitki biyolojik süreçlerinde doğrudan ve dolaylı görünmektedir. Bitkilerin başta kökleri olmak üzere, sap, yaprak gibi organların ya da bu organların çeşitli aşamalardan geçerek parçalanıp, ayrışmasıyla salgıladıkları bu kimyasalların, değişen oranlarda üretim kayıplarına yol açan allelopatik etkileri vardır [8], [9], [10].

Bu konu son 30 yıl içerisinde önem kazanmış olup, tarım ekosistemlerinde bitkiler arasındaki biyolojik ilişkileri araştırmıştır [11]. Allelopati süreçlerinde kullanılan etkili bileşiklere allelokimyasal denir. Bu bileşikler çoğunlukla sekonder metabolitlerden oluşmaktadır [12]. Bu maddelerin bitkide fizyolojik etkisi ile birlikte ekofizyolojik etkisi de önem taşımaktadır. Allelopatik maddeler iki şekilde ortama girerler. Birincisi, bitkilerin parçalanmasından kaynaklanır ki buna inaktif allelopati denir. İkinci ise kök veya gövde den ortama salgılanır. Bunada aktif allelopati denir. Allelopatik etkisi olan bitkilerden birisi Sirken (*Chenopodium album* L.) dir. Bu bitki bir yabancı ot olarak tarla alanlarının çok önemli bir sorunu olarak bilinmektedir [13]. Bu çalışmanın amacı Sirken (*Chenopodium album*) in kolza çimlenmesi ve anormal çim oluşturması üzerine allelopatik etkisinin belirlenmesidir.

2. Materyal ve Metot

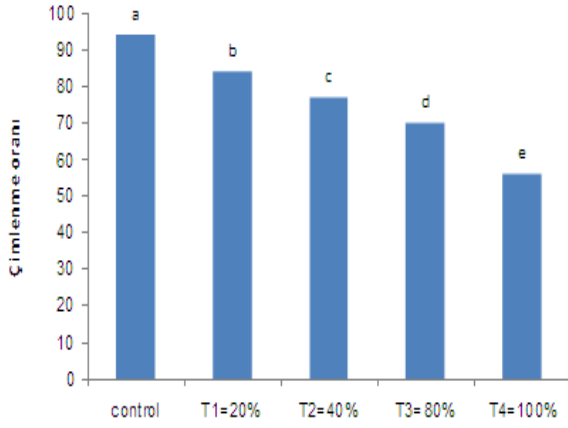
Bu çalışma Urmia Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarında 2010 yılında yapılmıştır. Denemede Sirken (*Chenopodium album* L.) bitkisi bölüm deneme tarlalarının civarından toplanıp bitki gövdesi gölgede 10 gün süresince kurutulmuştur. Daha sonra blender ile toz haline getirilmiştir. Elde edilen tozdan 6 gram tartılıp 100 ml saf su ilave edilip ve oda sıcaklığında 48 saat bekletilmiştir. Bitki özünü elde etmek için süzümüştür. Elde edilen bitki özü yüzde yüz olarak sayılıp onun %20, 40, 80 ni saf su kullanımı ile seyreltilmiştir. Daha sonra kolza tohumları Tesadüf Parselleri Deneme Deseni esasına dayalı 3 tekrarda ve her bir tekrarda 100'er tohum Petri kaplarına ekilmiştir. Çimlenme denemesi İSTA kurallarına göre yapılmıştır. Öyle ki tohumlar 7 gün süresince çimlenmeye bırakılmıştır. Bu süre içerisinde tohumlar önceden hazırlanan bitki özü ile sulanmıştır. Kontrol olarak ise saf su kullanılarak sulama yapılmıştır. Çimlenme süreci günde bir kere değerlendirilip kayıt altına alınmıştır. Deneme sonunda çimlenme parametreleri ölçülüp değerlendirilmiştir. Anormal çimler ise İSTA kurallarına göre her 3 tekrarda belirlenmiştir. Elde edilen veriler MSTAT-C paket proramı ile istatistiki analize alınmış olup, ortalamalar LSD(%5) ile kıyaslanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

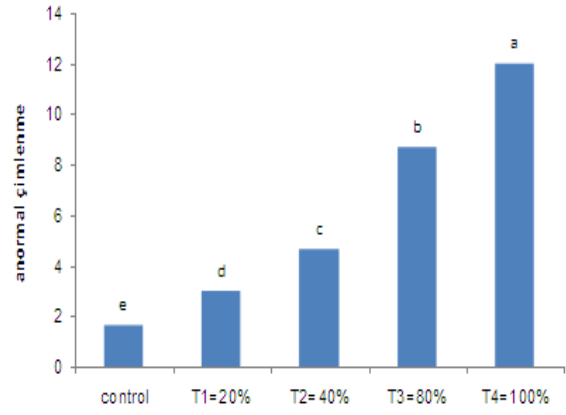
Varyans analizi sonuçlarını değerlendirdiğimizde kolzanın tüm çimlenme özelliklerinde değişik seviyelerde bitki özü çok anlamlı olarak istatistiki farklılıklar meydana getirmiştir. Ortalamaların incelenmesinde, çimlenme özelliklerinin en iyi sonucu kontrolde tespit edilmiştir. Bu sonuç allelopatik etki yapan bitki özünün en düşük konsantrasyonu bile kolzanın çimlenmesini olumsuz etkilediğini kanıtlamaktadır. Bu etki hücresel, moleküler ve sitogenetik yönlerini kolzada göstermektedir. Bu sonucun en önemli kanıtı bitki özü konsantrasyonu arttıkça anormal çimlenmenin artmasıdır. Aksi takdirde, anormal çimlerde artan yüzde allelopatik bitki özü konsantrasyon artması ile keskin yamaç göstermemekte olmuştur.

4. Sonuçlar

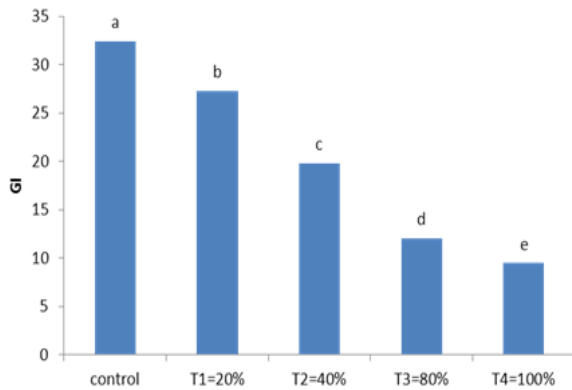
Çalışmadan elde edilen sonuçlar neticesinde % 100 *Chenopodium album* L. özü kullanıldığında Kolza (*Brassica napus* L.) tohumlarında en düşük çimlenme ve maksimum anormal fide yüzdesi saptanmıştır.



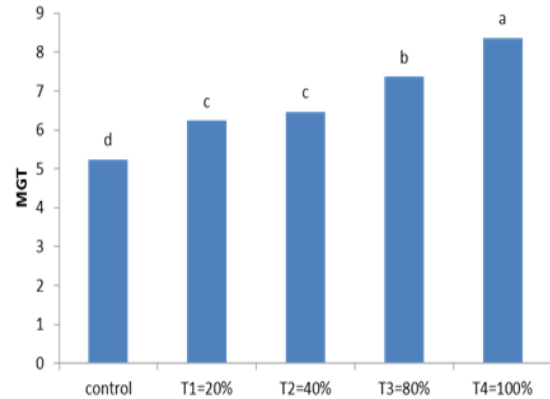
Şekil 1: Sirken otunun kolza tohumunun çimlenme oranına allelopatik etkisinin ortalama değerleri



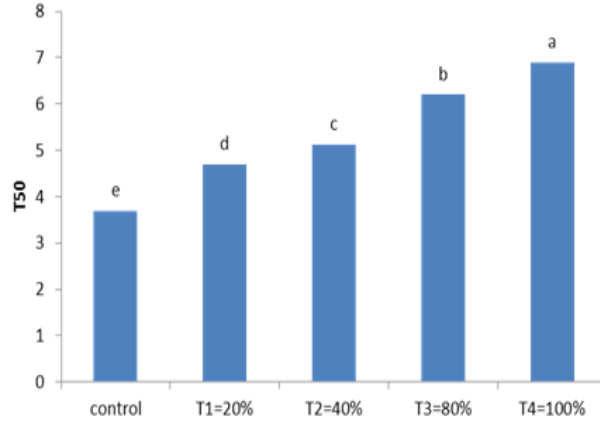
Şekil 2: Sirkenin kolza tohumunun anormal çimlenme üzerine allelopatik etkisinin ortalama değerleri



Şekil 3: Sirken otunun kolza tohumunun çimlenme indeksine allelopatik etkisinin ortalama değerleri



Şekil 4: Sirkenin kolza tohumunda çimlenme süresi üzerine allelopatik etkisinin ortalama değerleri



Şekil 5: Sirkenin kolza tohumunda T₅₀ üzerine allepatik etkisinin ortalama değerleri

Kaynaklar

1. Özgüven M. 2000. Kolza (*Brassica napus L.*, *Brassica campestris L.*) ve yetiştiriciliği. Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi Yayınları, Adana.
2. Angin N., Vurarak Y. 2012. Çukurova Bölgesine Uygun Kolza (*Brassica napus L.*) Çeşitlerinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 5(1): 90–92.
3. Fereidon S. 1990. *Canola and Rapeseed*. Van Nostrand Reinhold Publishers, New York.
4. Macias, A.F., Molinillo, J.M.G., Varela, R.M., J.C.G. Galindo, 2007. Allelopathy – A natural alternative for weed control. Pest Manag. Sci. 63: 327–348.
5. Ulukan, H. 2008. Agronomic adaptation of some field crops: A general approach. J. Agronomy & Crop Sci. 194: 169–179.
6. Jefferson L.V., Penacchio M. 2003. Allelopathic effects of foliage extracts from four chenopodiaceae species on seed germination, Journal of Arid Environment, 55(2):275-285.
7. Kruse M., Strandberg M., Strandberg B. 2000. *Ecological effect of allelopathic plants*. NERI
8. Gürsoy M., Balkan A., Ulukan H. 2013. Bitkisel Üretimde Allelopati, U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(2): 115-122.
9. Leslie A., Weston S., O Duke. 2003. Weed and Crop Allelopatty . 22(3-4): 367-389.
10. Kpoviessi D.S., Gdaguidi F., Gbenou J.D., Accrombessi G.C., Haddad M., Moudachirou. M., Quetin-Leclercq J. 2006. Allelopathic effects on cowpea (*Vigna unguiculata L.*) Walp plant and cytotoxic activities of sterols and triterpene isolated from *Justicia anselliana* (NEES) T. Anders. Electronic Journal of Natural Substance, 1, 12-19.
11. Turk M.A., Tawaha A.M. 2003 .Allelopathic effect of black mustard (*Brassica nigra L.*) on germination and growth of wild oat (*Avena fatua L.*). Journal of Crop Protection 22:673-677. Technical Report, No. 315.
12. Oudhia P. 2000. Allelopathic effects of *Parthenium hysterophorus* and *Ageratum conyzoides* on wheat var.Sujata. Crop Research, Hisar 20(3): 563-566.
13. Narwal S.S., Palaniraj R., Sati S.C. 2005. Role of allelopathy in crop production. erbologia. 6(2): 121-135.

Araştırma Makalesi / Research Article

Bitlis İlindeki Elektrik Enerjisi Dağıtım Kayıplarının İncelenmesi

Behçet KOCAMAN*, Rahşan KUTLU

Bitlis Eren Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Bitlis

Özet

Günümüzde enerji kaynaklarının kısıtlılığı ve talebin hızla artması, enerji ihtiyacını karşılayamama sorununu meydana getirmektedir. Bu nedenle uygulanan yeni teknolojiler ve politikalarla bu probleme çözüm aranmaktadır. Ekonomik ve sosyal kalkınmayı destekleyecek olan sürekli, güvenilir, kaliteli, temiz ve ekonomik enerji temini, enerji politikalarının başında gelmektedir. Elektrik enerjisinin yanlış ve etkin olmayan bir şekilde kullanılmasıyla üretimden tüketimine kadar olan aşamalarda teknik ve teknik olmayan kayıplar meydana gelmektedir. Meydana gelen bu kayıpları önlemek, mevcut enerji sistemlerinin verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Türkiye’de kayıp kaçak oranı % 14 civarında olup bu değer, gelişmiş ülkelerin kayıp kaçak oranlarının oldukça üzerinde bulunuyor. Avrupa ülkelerinde bu oranın, % 6 seviyesinde olması ülkemizde kayıp kaçak oranının yüksek olduğunu göstermektedir. 2015 yılı verilerine göre Bitlis ilinin kayıp kaçak oranı % 41 seviyelerindedir. Enerji kayıplarının azaltılması ve verimli kullanılması, ilin ve bölgenin kalkınmasına yardımcı olacaktır. Bu çalışmada, Bitlis ilinin elektrik enerji dağıtımındaki kayıplar incelenmiş ve bu kayıpların azaltılması için çözüm önerileri sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Enerji dağıtımı, Teknik kayıplar, Teknik olmayan kayıplar.

Investigation of Electrical Energy Distribution Losses in Bitlis Province

Abstract

Today, limitation of energy resources and the rapid increase in demand brings problems which can not meet energy requirement. Therefore, solutions to this problem are being sought with the application of new technologies and policies. Continuous, reliable, high quality, clean and economical energy supply which supports economic and social development is the most important energy policy. Because of incorrect and inactive use of electrical energy, technical and non-technical losses occur in stages from production to consumption. The preventing of these losses provides efficient use of the existing energy systems. The ratio of loss and leakage in Turkey is 14% and this value is quite high in regard to developed countries. This ratio in Europe which is 6% shows that this value is too much in our country, Turkey. According to data in 2015, the ratio of loss and leakage in Bitlis province is at a level of 41 %. Reduction and efficient use of energy losses will help the development of the province and the region. In this study, losses in electricity distribution for Bitlis province are examined and solutions for reducing these losses are presented.

Keywords: Energy distribution, technical losses, non-technical losses.

* Sorumlu yazar: bkocaman@beu.edu.tr

Geliş Tarihi: 05.10.2016, Kabul Tarihi: 12.19.2016

1. Giriş

Günümüzde enerji kaynaklarının kısıtlılığı ve talebin hızla artması, enerji ihtiyacını karşılayamama sorununu meydana getirmektedir. Bu nedenle uygulanan yeni teknolojiler ve politikalarla bu probleme çözüm aranmaktadır. Ekonomik ve sosyal kalkınmayı destekleyecek olan sürekli, güvenilir, kaliteli, temiz ve ekonomik enerji temini, enerji politikalarının başında gelmektedir. Elektrik enerjisinin yanlış ve etkin olmayan bir şekilde kullanılması sonucunda enerji üretiminden tüketime kadar olan aşamalarda teknik ve teknik olmayan kayıplar meydana gelmektedir. Elektrik enerji sistemlerinde meydana gelen bu kayıpları önlemek, mevcut enerji sistemlerinden daha etkin bir şekilde yani enerjinin verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır[1]. Bununla beraber enerji sistemlerinde meydana gelen güç kayıplarını azaltmakla enerji arzı ve talebi dengede tutulabilir.

Elektrik enerji sistemlerinde meydana gelen güç kayıpları, teknik ve teknik olmayan kayıplar olarak sınıflandırılır. Teknik kayıplar, elektrik enerji sisteminde kullanılan teknik malzeme ve teçhizatlar da meydana gelen kayıplardır. Bu kayıplar, enerji üretim santrallerinden başlayıp iletim ve dağıtım hatları boyunca tüketiciye ulaşana kadar devam etmektedir[2]. Meydana gelen kayıpların büyük oranı dağıtım sistemlerinde oluşur. Çünkü dağıtım sistemlerinde gerilim seviyesi düşük ve akım yüksektir. Bundan dolayı dağıtım sistemlerindeki enerjinin verimini iyileştirmek enerji kaybını azaltmada daha etkili olacaktır. Teknik olmayan kayıplar ise; tamamen tüketicinin enerjisiyi kullanma biçiminden kaynaklanan kayıplardır. Sayaçlara yapılan müdahalelerle kaçak enerji kullanımı, bilinçsiz enerji tüketimi ve dağıtım şirketlerinin enerjisiyi faturalandırmada yaptığı hatalar teknik olmayan kayıpların başlıca nedenleridir. Sürdürülebilir büyüme için gerekli olan, temiz, güvenilir ve ucuz enerji ihtiyacımızın karşılanabilmesi için öncelikli olarak kayıp kaçak oranının üzerine gidilmelidir.

Elektrik dağıtım şebekesine verilen enerji ile satılan enerji arasındaki fark kayıp kaçak olarak isimlendirilmektedir. Kayıp kaçak enerji tüketici tarafından kullanılan fakat ödemesi yapılmayan enerjidir. Kayıp kaçak enerjinin kullanımını sektörel olarak değerlendirdiğimizde mesken ve ticarethanelerde sanayiye göre çok daha fazla kullanıldığı görülmektedir. Bunun nedeni, mesken ve ticarethanelerin alçak gerilim şebekeleri ile beslenmelerinden kaynaklanmaktadır. Çünkü alçak gerilim şebekelerinde, kaçak imkanı ve kayıp ihtimali çok fazladır.

Türkiye’de kayıp kaçak oranı % 14 civarında olup bu değer, gelişmiş ülkelerin kayıp kaçak oranlarının oldukça üzerinde bulunuyor. Avrupa ülkelerinde bu oranın, % 6 seviyesinde olması ülkemizde kayıp kaçak oranının yüksek olduğunu göstermektedir. Doğu Anadolu bölgesinin on dört ilinden biri olan Bitlis, coğrafi yapısı, yerleşim şekli ve elektrik enerjisi tüketici biriminin çoğunluğunu mesken ve ticarethanelerin oluşturması, kayıp kaçak oranının yüksek olmasına sebep olmaktadır.

Vangölü Elektrik Dağıtım A.Ş. (VEDAŞ)’ın 2015 yılı verilerine göre Bitlis ilinin kayıp kaçak oranı % 41 seviyelerindedir. Bitlis ilinde elektrik enerji kayıplarının azaltılmasıyla, ilin ekonomik gelişiminin ve refah düzeyinin artması sağlanacak ve bölgenin kalkınmasına yardımcı olacaktır. Bu çalışmada, Bitlis ilinin elektrik enerji dağıtımındaki kayıplar incelenmiş ve bu kayıpların azaltılması için çözüm önerileri sunulmuştur.

2. Teknik Kayıplar

Teknik kayıplar, bir dağıtım sisteminde kullanılan donanım ve teçhizatların herhangi birisinde ortaya çıkabilir. Elektrik akımı bir elektrik hattı aracılığıyla yönlendirildiğinde ısı olarak elektrik kaybına sebep olur. Enerji dağıtım sistemlerinde meydana gelen teknik kayıplar elektrik devre elemanlarında akıma bağlı veya akımdan bağımsız meydana gelen kayıplar olarak ayrılabilir. Yük durumuna göre kayıplar ise yüke bağlı ve yüke bağlı olmayan kayıplar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır[3].

2.1. Akıma Bağlı Kayıplar

Akımın karesi ile doğru orantılı olarak değişen ve ısı şeklinde ortama yayılan kayıplardır. Dağıtım sistemindeki meydana gelen kayıpların arasında büyük bir paya sahiptirler. Bunlar; kablo ve bağlantı klemenslerinde meydana gelen kayıplar, kablo zırh ve kılıflarında meydana gelen kayıplar ve trafo

sargılarındaki bakır kayıplarıdır. Kablo ve bağlantı klemens kayıpları alçak ve orta gerilim sistemlerinde ihmal edilebilir. Fakat dağıtım trafolarında meydana gelen kayıplar göz ardı edilemez.

2.2. Akımdan Bağımsız Kayıplar

Şebeke gerilim altında olduğu müddetçe meydana gelen kayıplardır. Bu kayıplar, dağıtım sisteminde kullanılan güç ve dağıtım trafolarının boşa çalışmasında meydana gelen kayıplar, kaçak akım kayıpları ve kablo ve kondansatörlerin dielektrik kayıplarıdır.

2.3. Yüke Bağlı Kayıplar

Bir enerji iletim hattında yükten bağımsız kayıplar dışında yük akımının meydana getirdiği kayıplar vardır. Bu kayıplar, yük akımının karesiyle orantılı olarak değişerek ısı şeklinde yayılırlar. Trafoların bakır kayıpları, ölçü, koruma ve kumanda aletlerinin bobin uçlarında meydana gelen kayıplar, kablo ve klemens bağlantı noktalarında meydana gelen kayıplar, kablo zırh ve kılıflarında meydana gelen kayıplar, iletkenden akan yük akımının meydana getirdiği kayıplar ve arıza esnasında meydana gelen kayıplar yüke bağlı kayıplardır [4]. Fakat yük akımı sürekli değiştiği için bu kayıpların hesaplanması oldukça zordur. Bu hesabın yapılabilmesi için dengeli faz akım değeri baz alınarak ya da toplam verilen enerji ile tüketilen enerjinin farkının alınmasıyla bu kayıplar hesaplanabilir. Ayrıca yük akımının etkilediği harmonikler, güç katsayısı ve gerilim düşümü faktörleri de kayıplar üzerinde büyük bir etkiye sahiptir.

2.4. Yükten Bağımsız Kayıplar

Hiç yüklenmeyen fakat gerilim altında bulunan hatlarda meydana gelen kayıplardır. Bu kayıplar hat gerilim altında olduğu sürece meydana gelir [1]. Kullanılan malzemenin cinsine ve gerilim seviyesine göre değişiklik gösteren kayıplardır. Bunlar; trafoların boşa çalışma kayıpları, kondansatör ve iletkenlerin dielektrik kayıpları, izolatörlerin kaçak kayıpları, korona kayıpları, ölçü, koruma ve kumanda cihazlarında meydana gelen kayıplar ve kaçak akım kayıplarıdır [5]. Büyüklükleri hava koşullarına göre değişen korona, kaçak akım ve izolatör kaçak kayıpları hariç diğerleri sabittir. Bu kayıplar şebekeye yük bağlı olduğu zaman da meydana gelir [6].

3. Teknik Olmayan Kayıplar

Enerji dağıtımında teknik olmayan kayıplar, daha çok tüketicilerle alakalı olan bir kavram olup, kasıtlı veya kasıtsız olarak tüketicilerin kaçak veya bilinçsiz enerji kullanımları sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bugünkü ülke şartlarında kayıplarla ilgili çalışma yapıldığında teknik olmayan kayıpların toplam dağıtım kayıpları içindeki payı tam olarak kestirilememekle birlikte dağıtım kayıpları içerisindeki oranı yaklaşık %5 olarak öngörülmektedir. Teknik olmayan kayıplar, teknik kayıpların toplam kayıplardan çıkarılmasıyla belirlenir. Bu miktarlar teslim edilen ve tüketilen ama bazı sebeplerden dolayı satış olarak kaydedilmeyen değerleri de kapsamaktadır [7].

4. Bitlis İlindeki Elektrik Enerjisi Dağıtım Kayıpları

Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş (TEDAŞ) tarafından 21 farklı bölgeye ayrılarak özelleştirilen Türkiye elektrik dağıtım altyapısı günümüzde tamamen özel sektör tarafından işletilmektedir [8]. Türkiye’de 2. dağıtım bölgesi olan VEDAŞ; Van, Muş, Bitlis ve Hakkâri illerine hizmet vermektedir. VEDAŞ 2015 yılı verilerine göre elektrik dağıtım şirketleri arasında %59,70 kayıp kaçak oranına sahip olup Türkiye geneli kayıp kaçak oranında ikinci sırada yer almaktadır. Bu çalışmada, VEDAŞ Bölge Müdürlüğüne bağlı Bitlis il merkezi ve ilçelerinin 2015 yılı satılan ve tahakkuk edilen enerji verilerine göre kayıp kaçak oranları incelenmiştir. Bitlis merkez ve tüm ilçelerinin 2015 yılına ait olmak üzere aylar itibarıyla satılan enerji verileri Tablo 1’de verilmiştir [9]. Tablo 1’de görüldüğü gibi satılan enerji miktarının en fazlası, Ağustos ayında Ahlat ilçesine yılın diğer aylarında ise Tatvan ilçesine verilmiştir. Enerji tüketimi, nüfus ve gelişmişlik seviyesi ile doğru orantılıdır. Türkiye İstatistik

Kurumunun 2015 yılı verileri doğrultusunda Bitlis ilinin ilçelere göre nüfusu Tablo 2’de verilmiştir. Tablo 2’de görüldüğü gibi Tatvan ilçesinin nüfusu, %26,20 nüfus yüzdesi ile Bitlis il merkezi ve diğer ilçelere göre daha fazladır. Bu nedenle tükettiği enerjinin fazla olması normaldir. Ancak Ağustos ayında Ahlat ilçesine 18.068.195 kWh enerji satılarak en yüksek değere ulaşmasının sebebi, bu ilçede yaz aylarında tarımsal sulama alanlarının açılması etkili olmuştur.

Tablo 1. 2015 yılı için Bitlis ili ve ilçelerinde aylara göre satılan enerji (kWh)

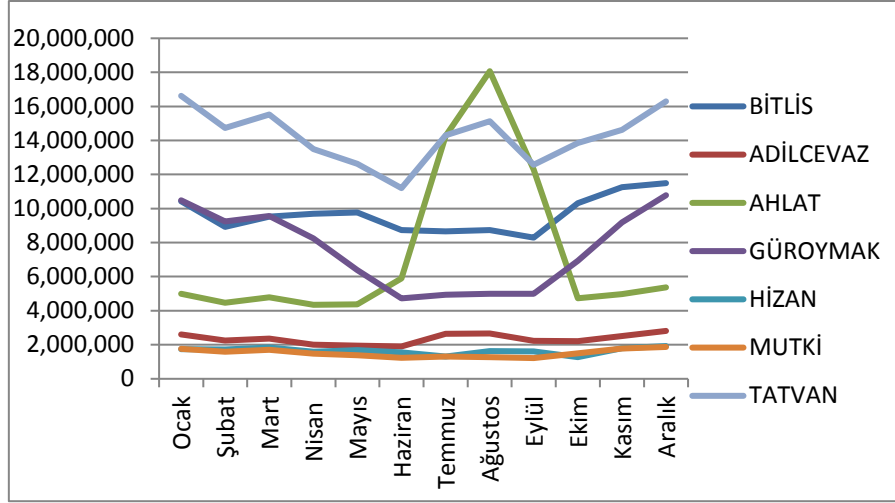
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Tem.	Ağust.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
BİTLİS	10.420.929	8.921.019	9.533.078	9.693.574	9.761.966	8.743.728	8.662.011	8.727.243	8.292.889	10.322.213	11.252.243	11.492.048
ADİLCEVAZ	2.600.985	2.252.320	2.363.575	2.005.661	1.957.119	1.901.689	2.636.306	2.670.377	2.237.297	2.220.515	2.506.428	2.812.267
AHLAT	4.988.493	4.464.217	4.793.709	4.346.778	4.366.869	5.898.784	14.257.561	18.068.195	12.292.389	4.732.401	4.970.346	5.360.978
GÜROYMAK	10.483.101	9.236.550	9.561.330	8.240.554	6.385.326	4.724.781	4.939.031	4.991.736	4.998.233	6.924.573	9.193.257	10.781.306
HIZAN	1.738.640	1.717.252	1.826.828	1.597.775	1.683.789	1.549.323	1.300.051	1.622.565	1.606.799	1.272.384	1.800.190	1.922.782
MUTKİ	1.768.208	1.583.007	1.708.000	1.472.176	1.384.839	1.225.810	1.313.751	1.271.254	1.217.110	1.490.166	1.783.134	1.871.849
TATVAN	16.620.453	14.728.403	15.528.727	13.499.027	12.623.002	11.200.445	14.301.101	15.134.504	12.575.942	13.848.490	14.625.160	16.299.689

Tablo 1’deki verilere göre, 2015 yılı boyunca enerjinin en az satıldığı merkez, Eylül ayında satılan 1.217.110 kWh elektrik enerjisi ile Mutki ilçesi olmuştur. Bu ilçeye satılan enerjinin az olmasında, ilçenin nüfusu ve gelişmişlik durumu etkili olmuştur.

Tablo 2. İlçelere göre Bitlis ilinin nüfusu (2015 yılı)

İlçe	İlçe Nüfusu	Erkek Nüfusu	Kadın Nüfusu	Nüfus Yüzdesi
Tatvan	89.185	46.908	42.277	% 26,20
Merkez	67.373	35.789	31.584	% 19,79
Güroymak	46.428	23.862	22.566	% 13,64
Ahlat	38.622	19.824	18.798	% 11,34
Hizan	35.765	18.209	17.556	% 10,51
Mutki	32.159	16.437	15.722	% 9,45
Adilcevaz	30.917	15.900	15.017	% 9,08

Bitlis merkez ve diğer ilçelere 2015 yılında satılan enerjilerin aylara göre değişimlerini gösteren grafik, Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. 2015 Yılı için Bitlis ili ve ilçelerinde aylara göre satılan enerji (kWh)

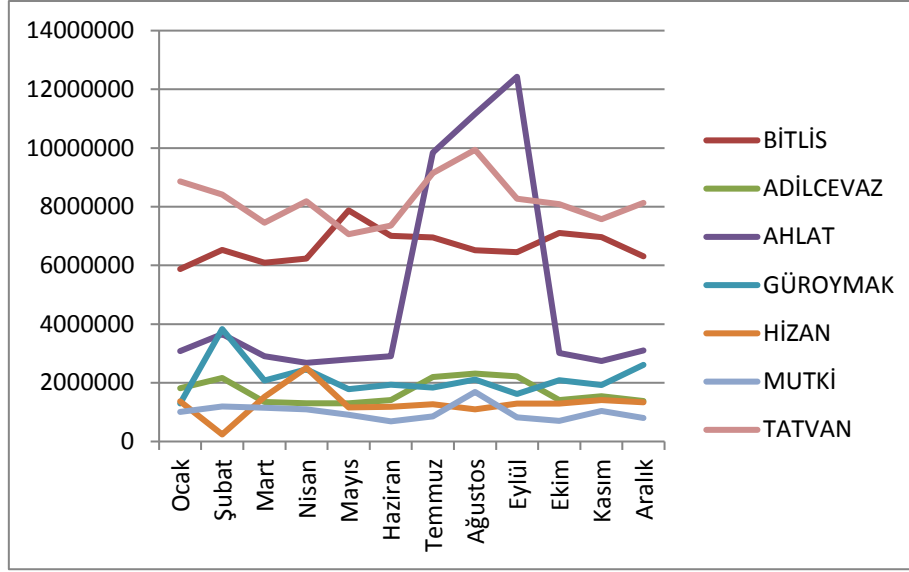
Şekil 1’de görüldüğü gibi, Ahlat ilçesine satılan enerji de Haziran ayından başlayarak bir yükselme görülmüş ve en yüksek seviye Ağustos ayında gerçekleşmiş ve Ekim ayında normal seviyeye ulaşmıştır. Bunun sebebi ise Ahlat ilçe merkezi ve köylerinde yaz aylarında tarımsal sulamada kullanılan motorların devrede olmasından kaynaklanmaktadır.

Bitlis il merkezi ve ilçelerinde 2015 yılında tahakkuk edilen elektrik enerjisinin verileri Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. 2015 Yılında Bitlis ili ve ilçelerinde aylara göre tahakkuk edilen enerji (kWh)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem	Ağus.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
BİTLİS	5.875.370	6.525.583	6.092.562	6.229.297	7.874.451	7.001.910	6.951.823	6.516.397	6.452.844	7.110.734	6.959.920	6.308.819
ADİLCEVAZ	1.816.281	2.166.102	1.349.469	1.307.773	1.300.732	1.406.709	2.201.011	2.314.427	2.222.078	1.408.994	1.541.633	1.380.810
AHLAT	3.081.981	3.653.670	2.906.757	2.680.490	2.800.937	2.906.964	9.844.467	11.162.827	12.427.646	3.016.335	2.746.107	3.104.279
GÜROYMAK	1.297.424	3.830.238	2.078.515	2.458.216	1.783.075	1.933.151	1.841.567	2.108.255	1.615.974	2.082.851	1.920.100	2.610.262
HİZAN	1.368.583	239.318	1.515.284	2.508.323	1.160.949	1.181.657	1.266.403	1.092.800	1.291.791	1.296.903	1.410.189	1.330.768
MUTKİ	1.011.819	1.198.508	1.149.682	1.091.990	914.952	686.347	852.969	1.687.662	819.846	697.586	1.044.317	804.362
TATVAN	8.858.567	8.411.671	7.452.601	8.186.635	7.063.296	7.355.712	9.142.928	9.939.252	8.276.569	8.082.441	7.573.502	8.133.072

Tablo 3’teki veriler incelendiğinde, genel itibariyle tahakkuk edilen elektrik enerjisi verilerinin, satılan elektrik enerjisi verilerinden çok daha düşük olduğu görülmektedir. Bu fark, enerji dağıtım sistemindeki teknik ve teknik olmayan kayıplardan kaynaklanmaktadır. En fazla tahakkuk edilen elektrik enerjisi miktarı 12.427.646 kWh ile Eylül ayında Ahlat ilçesinde gerçekleşmiştir. Bunun nedeni çoğunluğu tarımsal sulamada kullanılan elektrik enerjisinin ürün hasadı mevsiminden sonra tahakkuku gerçekleştiğini söylemek mümkündür. En az tahakkuk edilen elektrik enerjisi miktarı 239.318 kWh ile Şubat ayında Hizan ilçesinde gerçekleşmiştir. Şubat ayında Hizan ilçesine bağlı bulunan köy ve mezralarına ulaşım probleminin yaşanması, tahakkuk edilen enerjinin düşük olmasında en büyük etken olarak gösterilebilir. Bunların yanında teknik olmayan kayıplar yani usulsüz ve kaçak yöntemlerle elektrik enerjisi tüketmek, tahakkuk edilen miktarın az olmasına sebep olmaktadır. Bitlis merkez ve diğer ilçelerde 2015 yılında tahakkuk edilen enerjilerin aylara göre değişimlerini gösteren grafik, Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. 2015 yılında Bitlis ili ve ilçelerinde aylara göre tahakkuk edilen enerji (kWh)

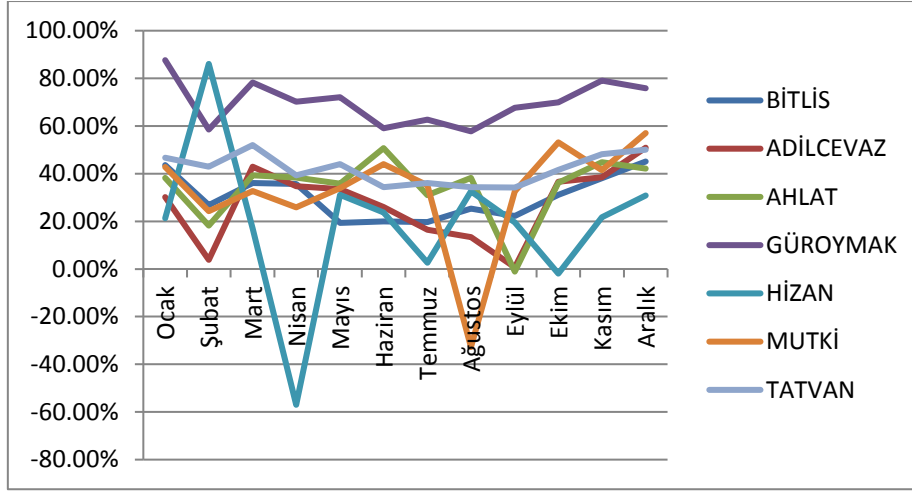
Satılan enerji ile tahakkuk edilen enerji arasındaki fark, kayıp olan enerjidir. Bu kayıp enerji, elektrik enerji sisteminde kullanılan teknik malzeme ve teçhizatlar da meydana gelen ve tüketicinin enerjiyi kullanma biçiminden kaynaklanan kayıplardır. Sayaçlara yapılan müdahalelerle kaçak enerji kullanımı, bilinçsiz enerji tüketimi ve dağıtım şirketlerinin enerjiyi faturalandırmada yaptığı hatalarda enerji kayıplarına sebep olmaktadır. Bitlis merkez ve tüm ilçelerinin 2015 yılına ait olmak üzere aylar itibarıyla kayıp kaçak oranları Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Bitlis ili ve ilçelerinin aylara göre 2015 yılı kayıp kaçak oranları

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Tem.	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
BİTLİS	43,62%	26,85%	36,09%	35,74%	19,34%	19,92%	19,74%	25,33%	22,19%	31,11%	38,15%	45,10%
ADİLCEVAZ	30,17%	3,83%	42,91%	34,80%	33,54%	26,03%	16,51%	13,33%	0,68%	36,55%	38,49%	50,90%
AHLAT	38,22%	18,16%	39,36%	38,33%	35,86%	50,72%	30,95%	38,22%	-1,10%	36,26%	44,75%	42,09%
GÜROYMAK	87,62%	58,53%	78,26%	70,17%	72,08%	59,08%	62,71%	57,77%	67,67%	69,92%	79,11%	75,79%
HİZAN	21,28%	86,06%	17,05%	-56,99%	31,05%	23,73%	2,59%	32,65%	19,60%	-1,93%	21,66%	30,79%
MUTKİ	42,78%	24,29%	32,69%	25,82%	33,93%	44,01%	35,07%	-32,76%	32,64%	53,19%	41,43%	57,03%
TATVAN	46,70%	42,89%	52,01%	39,35%	44,04%	34,33%	36,07%	34,33%	34,19%	41,64%	48,22%	50,10%

Tablo 4’te görüldüğü gibi, Bitlis il merkezi ve ilçelerinin 2015 yılı içinde en yüksek kayıp kaçak oranı; %87,62 ile Ocak ayında Güroymak ilçesinde gerçekleşmiştir. En düşük kayıp kaçak oranı; %2,59 ile Temmuz ayında Hizan ilçesinde gerçekleşmiştir. Hizan ilçesinde Nisan ve Ekim aylarında kayıp oranları eksi değer çıkmıştır. Bunun nedeni ise kışın yoğun kar yağışı nedeniyle gidilemeyen veya okunmayan sayaçların bahar ayında okunarak tahakkuk edilmesi ve yaz aylarında kullanılan elektrik enerjisinin tahakkuk’unun tarımsal ürünlerin satılmasından sonra köylülerin sonbaharda(Ekim ayında) ödemelerini yapmasından kaynaklanmaktadır.

Genel itibarıyla bakıldığında kayıp oranlarının yüksek olduğu görülmektedir. Örneğin Ocak ayında Güroymak ilçesinde %87,62 kayıp oranı, Şubat ayında Hizan ilçesinde %86,06 kayıp oranı mevcuttur. Teknik ve teknik olmayan bu kayıpların düşürülmesi için VEDAŞ'ın; enerji dağıtım sisteminde kullanılan teknik malzeme ve teçhizatların uygun seçilmesi, montaj ve bakım işlemlerinin zamanında ve düzgün bir şekilde yapılması için gerekli tedbirlerin alınması ve tamamen tüketicinin enerjiyi kullanma biçiminden kaynaklanan; sayaçlara yapılan müdahalelerle kaçak enerji kullanımı, bilinçsiz enerji tüketimi ve dağıtım şirketlerinin enerjiyi faturalandırmada yaptığı hataların azaltılması için gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir. Bitlis merkez ve tüm ilçelerinin 2015 yılına ait olmak üzere aylar itibarıyla kayıp enerji oranları değişimlerini gösteren grafik, Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Bitlis ili ve ilçelerinin aylara göre 2015 yılı kayıp kaçak oranları

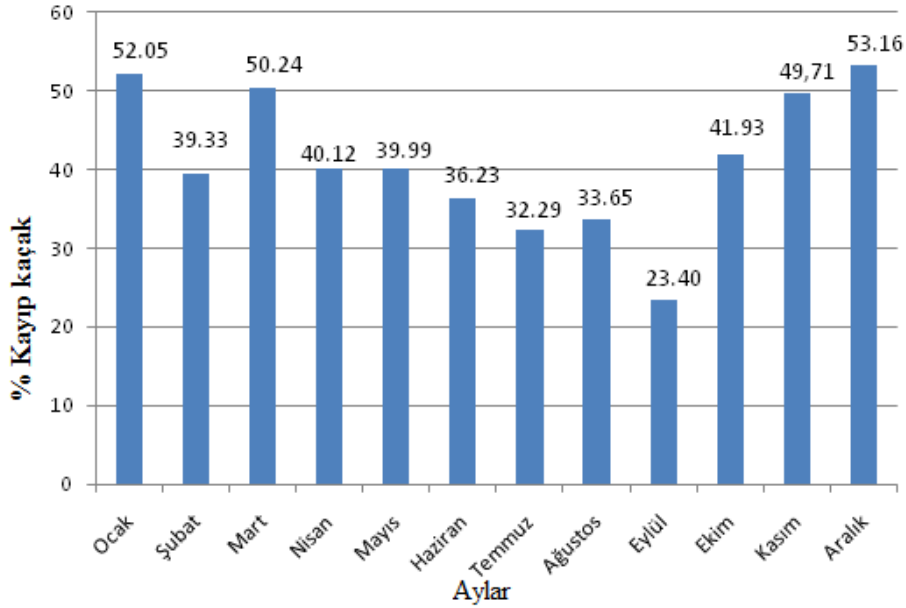
VEDAŞ dağıtım şirketinin hizmet vermiş olduğu illerden biri olan Bitlis il genelindeki 2015 yılı enerji durumu Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Bitlis il geneli 2015 yılı enerji durumu

Bölge	Satılan Enerji (kWh)	Tahakkuk (kWh)	Kayıp kaçak (kWh)	Kayıp kaçak oranı (%)
Bitlis Geneli	531.700.603	312.307.071	219.393.532	41,26

Tablo 5'te görüldüğü gibi Bitlis il genelinde 2015 yılında toplam 531.700.603 kWh enerji satılmış ve 312.307.071 kWh enerji tahakkuk edilmiştir. Bu bilgiler ışığında Bitlis il genelinde 2015 yılı için %41,26 gibi yüksek bir kayıp kaçak oranı olduğu görülmektedir. Bu kayıp ve kaçak oranının azaltılması ile elektrik enerjisinin daha etkin kullanılması sağlanacak ve bölgenin kalkınmasına katkı sağlanacaktır.

VEDAŞ'ın 2015 yılına ait verilerine göre Bitlis ilinin aylar bazında kayıp kaçak oranı Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. 2015 yılı Bitlis ilinin aylara göre kayıp kaçak oranları

Şekil 4'te görüldüğü gibi, Aralık ayında %53.16 ile kayıp kaçak oranı en yüksek seviyede olduğu, en düşük kayıp kaçak oranı %23.40 ile Eylül ayına ait olduğu görülmektedir. Diğer aylarda ise benzer oranlarda kayıp kaçak oranı oluşmuştur. Meydana gelen bu değişimin Bitlis ilinin elektrik enerji tüketicilerinin çoğunluğunun konut ve ticarethane olması ve teknik olmayan kayıpların daha fazla olmasından kaynaklandığı kanaati oluşmuştur. Kış aylarında elektrik enerjisi tüketiminin yaz aylarına göre daha fazla olması nedeniyle kayıp kaçak oranı da benzer şekilde daha yüksek olduğu görülmektedir.

5. Sonuç ve Öneriler

Elektrik enerjisinin yanlış ve etkin olmayan bir şekilde kullanılması sonucunda enerji üretiminden tüketime kadar olan aşamalarda teknik ve teknik olmayan kayıplar meydana gelmektedir. Elektrik enerjisi dağıtımında meydana gelen bu kayıpları azaltmak, mevcut enerji sistemlerinden daha etkin bir şekilde faydalanılmasını sağlamaktadır. Bu da bölge ve ülke kalkınmasına katkı sağlamış olacaktır. Bunun için VEDAŞ'ın; enerji dağıtım sisteminde kullanılan teknik malzeme ve teçhizatların uygun seçilmesi, montaj ve bakım işlemlerinin zamanında ve düzgün bir şekilde yapılması için gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir. Ayrıca tamamen tüketicinin enerjiyi kullanma biçiminden kaynaklanan; sayaçlara yapılan müdahalelerle kaçak enerji kullanımı, bilinçsiz enerji tüketimi ve dağıtım şirketlerinin enerjiyi faturalandırmada yaptığı hataların azaltılması için senaryolar geliştirilmeli, politikalar belirlenmeli ve tüketicilere enerjinin verimli kullanılması hakkında bilinçlendirme çalışmaları yapılmalıdır.

Yapılan çalışmada, Bitlis ili ve ilçelerinin dağıtım sistemindeki teknik ve teknik olmayan kayıplar, VEDAŞ'tan alınan 2015 yılı verileri dikkate alınarak incelenmiştir. Yapılan incelemede, Bitlis il ve ilçelerinde kayıp kaçak oranı %41,26 gibi bir oranla yüksek seviyede olduğu görülmüştür. Bu oranın yüksek olması bölgenin ekonomik kalkınmasında ve dolayısıyla ülke ekonomisine olumsuz yönde etki yapacaktır.

Talep edilen enerjinin artmasıyla yeni üretim santrallerinin kurulması yerine kayıplar önlenerek yeni üretim santralının kurulum maliyetlerinden kaçınılabilir. Böylece ülke ekonomisine ve gelişimine büyük katkı sağlanmış olacaktır. Kayıp kaçığın tamamen önlenmesi mümkün değildir. Ancak azaltılması için malzeme ve teçhizat bakımından kaliteli malzeme seçilip iyi bir işçilik ile

montajının yapılması konusunda, tüketici açısından ise bilinçli enerji tüketiminin sağlanması için bütün önlemler alınmalıdır.

Yapılan çalışmada, 2015 yılında Bitlis ilinde oluşan %41,26 olan kayıp kaçak oranı nedeniyle 219.393.532 kWh elektrik enerjisi kaybı olmuştur. Gerekli tedbirler alınarak kayıp kaçak oranında % 10'luk bir iyileştirme yapılması durumunda söz konusu verilere göre kayıp enerji; 166.209.608,49 kWh olacaktır. Buna göre kayıp kaçak oranının % 10 düşürülmesi durumunda bir yıl içinde kazanılan enerji; 219.393.532 kWh -166.209.608,49 kWh = 531.839.23,51 kWh olacaktır. Bu enerji, azımsanmayacak kadar büyük bir enerjidir. Bitlis ilinin 2015 yılı için incelenen bu kayıp oranların benzeri de bölgedeki diğer illerde olduğu düşünüldüğünde, ilin ve bölgenin kalkınması için elektrik enerjisindeki kayıpların azaltılması konusunda gerekli olan tedbirlerin, enerji yöneticileri ve ilgili kuruluşlar tarafından alınarak hayata geçirilmesi önem teşkil etmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmada kayıp kaçak oranları için kullanılan veriler; Vangölü Elektrik Dağıtım A.Ş. (VEDAŞ)'ın 2015 yılı verileridir.

Kaynaklar

1. Sargin Ş. 2006. Üretimden Tüketime Elektrik Enerji Sistemlerinde Meydana Gelen Kayıplar ve Giderilmesine Yönelik Çalışmalar. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi, 270s, İstanbul.
2. Mungkung N., Gomurut N., Tanitteerapan T., Arunrungrusmi S., Chaokumnerd W., Yuji T., 2009. Analysis of Technical Loss in Distribution Line System. Proceedings of the 8th WSEAS International Conference on Telecommunications and Informatics, pp 26-30, December 14-16, Canary Islands, Spain.
3. Yaşar C., Aslan Y., Biçer T. 2010. Bir Dağıtım Transformatörü Bölgesindeki Kayıpların İncelenmesi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Kütahya, Sayı:22, 9-22.
4. Pande S., Ghodekar J.G., 2012. Computation of Technical Power Loss of Feeders and Transformers in Distribution System using Load Factor and Load Loss Factor. International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering, Vol. 3, No. 6: 22-25.
5. Bal M. 2010. Yüksek Gerilim Enerji İletiminde Korona Kayıpları, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi, 78s, İstanbul.
6. Baysal C. V. 2001. Dielektrik Kayıpları ve Kapasite Ölçme https://omrpala.files.wordpress.com/2011/05/cvb-em420_hafta9-dielektrik-kayc4b1plarc4b1.pdf (Erişim Tarihi: 15.04.2016).
7. Biçer T. 2009, Elektrik Güç Sistemleri ve Kayıpları, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi,133s, Kütahya.
8. <http://www.enerjiatlasi.com/elektrik-dagitim-sirketleri/> (Erişim Tarihi: 22.06.2016).
9. Vangölü Elektrik Dağıtım A.Ş. 2015 Faaliyet Raporu. <http://docplayer.biz.tr/18607169-Vangolu-elektrik-dagitim-anonim-sirketi.html> (Erişim Tarihi: 25.07.2016).

Araştırma Makalesi / Research Article

***Solanum dulcamara* L. (Solanaceae) Türünün Karyolojik Yönden İncelenmesi**

Yaşar KIRAN *, Gülden DOĞAN, Zeynep DEMİRKAN

¹Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Elazığ

Özet

Solanum L. cinsine (Solanaceae) ait *Solanum dulcamara* L. türünün kromozom sayısı ve morfolojisi karyolojik teknikler kullanılarak araştırıldı. Bitki örneği 2015 yılında doğal habitatından toplandı. Türün temel kromozom sayısı $x=12$ ve kromozom sayısı da $2n=48$ olarak bulundu. Türün kromozomlarının median (m), noktalı median (M) ve submedian (sm) sentromerli olduğu gözlemlendi

Anahtar Kelimeler: *Solanum*, Karyotip, Kromozom Sayısı.

Karyological Investigation of *Solanum dulcamara* (Solanaceae) Species

Abstract

The chromosome number and morphology of the genus *Solanum* L. (Solanaceae) of *Solanum dulcamara* species L. were investigated using karyological techniques. Sample plants were collected from natural habitats in 2015. The basic chromosome number of species $x=12$ and chromosome numbers were found to be $2n=48$. Chromosomes of species were observed to have median region (m), median point (M) and submedian (sm) centromeres.

Keywords: *Solanum*, Karyotype, Chromosome numbers

1. Giriş

Solanum dulcamara L. türü patlıcangiller olarak da bilinen Solanaceae familyasına ait bir türdür. Bu familya, patates (*Solanum tuberosum* L.), patlıcan (*S. melongena* L.), kırmızı biber (*Capsicum annuum* L.), domates (*Lycopersicon esculentum* L.) ve tütün (*Nicotiana tabacum* L.) gibi ekonomik açıdan değerli birçok kültür bitkisinin yanı sıra tıbbi ve zehirli bazı bitki türlerini de barındırır. *Solanum* L. cinsi ülkemizde tek yıllıktan çok yıllığa otsu veya çalimsı, üzüksü meyveleri olan 8 taksonla temsil edilen bir cinstir. Yaban yasemini veya Sofur adıyla da bilinen *S. dulcamara* türü çok yıllık, tırmanıcı, çıplağımsı veya tüylü gövdeli, 200 cm'ye kadar boylanabilen, menekşe rengi korollası ve kırmızı üzüksü meyveleri ile tanınan bir türdür [1]. Barındırdığı Gliko-Alkoloitlerden dolayı bitkinin tamamı özellikle de meyveleri toksik etki göstermektedir [2]. Solanidine alkoloitinden dolayı zehirli bitkiler grubuna dahil edilmektedir. Samsun ve çevresindeki çayır ve meralarda yapılan bir çalışmada da hayvan zehirlenmelerine neden olan bitkiler arasında yer aldığı belirlenmiştir [3]. Çok eski zamanlardan beri kusturucu, hafif idrar söktürücü, balgam söktürücü, yatıştırıcı, deri hastalıkları ve karaciğer rahatsızlıklarının tedavisinde kullanılan zehirli bir bitkidir. Ayrıca bitkinin yaprak ekstraktlarının diyabetik sıçanlarda antihiperglisemik etki gösterdiği yapılan bilimsel çalışmalarla tespit edilmiştir [4].

Solanum cinsi için şu an temel kromozom sayısı $x=12$ olarak kabul edilse de, anaploidi içeren bazı türlerde bu sayının $x=11, 15, 23, 24, 36$ ve 46 şeklinde olduğu rapor edilmiştir [5]. Bununla birlikte çalışma materyalimiz olan *S. dulcamara* türü ile ilgili yapılan literatür taraması sonucunda çalışmaların büyük bir kısmında türün kromozom sayısının $2n=24$ olduğu rapor edilirken, az da olsa $2n=48$ ve $2n=72$

*Sorumlu Yazar: ykiran@firat.edu.tr

Geliş Tarihi: 19.10.2016, Kabul Tarihi: 09.12.2016

şeklinde poliploidleşmenin görüldüğü çalışmalara da rastlanmıştır [6]. Bu durum dikkate alındığında çalışılan tür ile ilgili sitataksinomik açıdan ciddi boyutta problem olduğu söylenemez.

2. Materyal ve Metot

S. dulcamara türünün tohumları 2015 yılında B7/Elazığ ili Baskil ilçesi girişindeki doğal habitatından toplandı (Doğan, 2217). 25 °C’de etüvde çimlendirilen tohumlardan kök uzunlukları 1–2 cm boyuna ulaşan kökler kesilip 0.05’lik kolkisin içinde oda sıcaklığında 2 saat bekletilerek ön muamele işlemine tabi tutuldu. Daha sonra kök uçları asetik-alkol (1:3) içerisine alınıp +4 °C’de buzdolabında 24 saat bekletilerek fikse edildi. Süre sonunda kök uçları 1N HCl içerisine etüvde 60 °C’de 1-2 dakika hidrolizi yapıldı. Hidrolizden çıkarılan kök uçları oda sıcaklığında karanlık bir ortamda feulgen boyası ile 1 saat boyandı. Daha sonra 2–3 defa musluk suyu ile yıkandı. Preparasyon için, büyüme meristemi kısmı lam üzerine damlatılan bir damla % 45’lik asetik asit içerisinde keskin bir jilet yardımıyla parçalanarak lamel kapatıldı [7]. En iyi yedi somatik hücrenin fotoğrafları Canon marka digital fotoğraf makinesi ile Olympus BX51 marka mikroskopta 100’lük objektifte çekildi. Kâğıt üzerine çıktıkları alınan kromozomların uzun ve kısa kolları kumpasla milimetrik olarak ölçüldü. Elde edilen veriler tablo halinde kaydedildi. Sentromerin yerinin tespitinde Levan vd. (1964)’nin adlandırma sistemi kullanıldı [8]. İntra-kromozomal asimetri indeksi (A1) Romero Zarco [9] tarafından önerilen formüle göre hesaplanırken, inter-kromozomal asimetri indeksi (A2) ve Karyotip simetri isimlendirmesi de Stebbins’e göre yapıldı [10].

3. Bulgular ve Tartışma

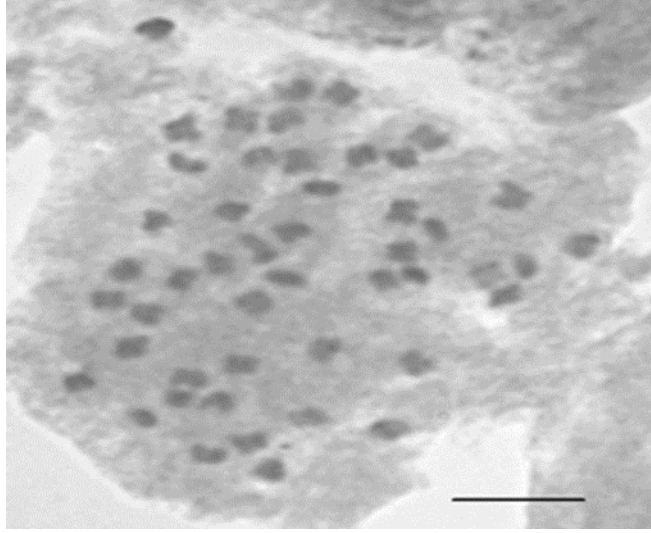
İyi dağılmış metafazlardan elde edilmiş karyotiplerden; kromozom uzunluğu, uzun kol, kısa kol, kol oranı, sentromer indeksi, nisbi boy ve sentromer durumu belirlendi (Tablo 1). Somatik kromozom sayısı, poliploid seviyesi, karyotip formülü, kromozom boy aralığı, toplam kromozom uzunluğu (TKU), asimetrik indeksler ve simetri durumu belirlendi (Tablo 2).

Tablo 1. *Solanum dulcamara* türünün karyomorfolojik parametreleri; kromozom uzunluğu, uzun kol (L), kısa kol (S), kol oranı (L/S), sentromer indeksi (CI), nisbi boy (RL), sentromer durumu (m: median, M: noktalı median, sm: submedian).

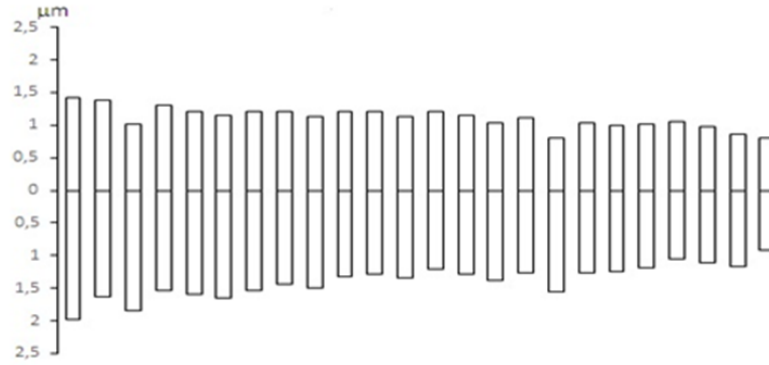
Kromozom No	Kromozom Uzunluğu (□m)	Uzun Kol (□m)	Kısa Kol (□m)	Kol Oranı	Sentromer İndeksi	Nisbi Boy	Sentromer Durumu
1	3.40	1.98	1.42	1.39	0.41	5.65	m
2	3.01	1.62	1.38	1.17	0.45	5.00	m
3	2.86	1.85	1.01	1.83	0.35	4.75	sm
4	2.84	1.53	1.31	1.17	0.46	4.72	m
5	2.80	1.59	1.21	1.30	0.43	4.65	m
6	2.79	1.64	1.14	1.44	0.40	4.62	m
7	2.73	1.53	1.19	1.28	0.43	4.53	m
8	2.65	1.44	1.21	1.18	0.45	4.41	m
9	2.62	1.49	1.12	1.33	0.42	4.34	m
10	2.54	1.32	1.21	1.09	0.47	4.22	m
11	2.50	1.29	1.21	1.06	0.48	4.16	m
12	2.47	1.34	1.12	1.19	0.45	4.09	m
13	2.43	1.21	1.21	1	0.5	4.03	M
14	2.43	1.29	1.14	1.13	0.46	4.03	m
15	2.41	1.38	1.02	1.34	0.42	4.00	m
16	2.37	1.27	1.10	1.15	0.46	3.94	m
17	2.35	1.55	0.79	1.96	0.33	3.90	sm
18	2.30	1.27	1.02	1.23	0.44	3.82	m
19	2.24	1.25	0.99	1.26	0.44	3.72	m
20	2.19	1.17	1.01	1.16	0.46	3.63	m
21	2.09	1.04	1.04	1	0.5	3.47	M
22	2.07	1.10	0.97	1.13	0.46	3.44	m
23	2.11	0.91	0.86	1.06	0.40	3.50	m
24	1.96	1.16	0.80	1.44	0.40	3.26	m

Tablo 2. *Solanum dulcamara* türünün somatik kromozom sayısı, poliploid seviyesi, karyotip formülü, kromozom boy aralığı, toplam kromozom uzunluğu (TKU), asimetric indeksler (A_1 , A_2) ve simetri sınıflandırılması (SC).

Tür	2n	Poliploid seviyesi	Karyotip formülü	Kromozom boy aralığı (μm)	TKU (μm)	A_1	A_2	SC
<i>Solanum dulcamara</i>	48	4x	2sm+2M+20m	1.96-3.40	60.29	0.18	0.13	1A



Şekil 1. *S. dulcamara* türünün metafaz kromozomları (Skala bar =10 μm)



Şekil 2. *S. dulcamara* türünün haploid ideogramı

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada *S. dulcamara* türü karyolojik yönden incelendi. Kromozom sayısı daha önce yapılan farklı çalışmalarda $2n=24$, $24+0-2B$, $24+2B$, $20+0-2B$, 48 ve 72 [6,11-16] olarak bulunmuş, bizim çalışmamızda da poliploidi görülmekte olup, kromozom sayısı $2n=48$ olarak belirlenmiş ve B kromozomuna rastlanmamıştır. *Solanum* cinsinin diploid ve poliploid türleri üzerine yapılan karyotip analizi çalışmasında, *S. dulcamara* türünün kromozom sayısı $2n=24$ olarak tespit edilmiş ancak aynı çalışmada *Solanum* seksiyonuna dahil birçok türde poliploidinin yaygın olduğu da bildirilmiştir [5].

Kaynaklar

1. Davis P.H. 1978. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol 6, Edinburgh Univ. Press. Edinburgh.
2. Aydın N. 2010. Edirne’de yetişen bazı zehirli bitkilerin yaprak ve gövdesindeki kalsiyum oksalat kristallerinin araştırılması. Trakya Ün., Fen Bilimleri Enst., Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Edirne.
3. Töngel M.Ö., Ayan İ. 2005. Samsun ili çayır ve meralarda yetişen bazı zararlı bitkiler ve hayvanlar üzerindeki etkileri, OMÜ Ziraat Fak. Dergisi, 20(1): 84-93.
4. Sabudak T., Kaya O., Çukurova E. 2015. A new biflavonoid from *Solanum dulcamara* L. and investigation of anti-hyperglycaemic activity of its fruit extract, Nat. Prod. Res., 29(4): 308-314.
5. Melo C.A.F., Martins M.I.G., Oliveira, M.B.M., Benko-Iseppon A.M., Carvalho R. 2011. Karyotype analysis for diploid and polyploid species of the *Solanum* L., Plant Syst. Evol., 293: 227-235.
6. Kumar V., Subramaniam B. 1987. Chromosome atlas of flowering plants of the Indian subcontinent, Botanical Survey of India, Vol. 1: 464 pp.
7. Elçi Ş. 1982. Sitogenetikte Gözlemler ve Araştırma Yöntemleri. Fırat Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Yayınları.
8. Levan A., Fredga K., Sandberg A.A. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes, Hereditas, 52: 201–220.
9. Romero Zarco C. 1986. A new method for estimating karyotype asymmetry, Taxon, 35: 526–530.
10. Stebbins G.L. 1971. Chromosomal evolution in higher plants. Edward Arnold, London.
11. Hollingsworth P.M., Gornall R. J., Bailey J.P. 1992. Contribution to a cytological catalogue of the British and Irish flora, 2. *Watsonia*, 19: 134–137.
12. Sheidai M., Honarvar M., Khatamsaz M . 2000. Cytology, morphometry and seed protein analysis of *Solanum* species in Iran, Iran. J. Bot., 8(2): 187–208.
13. Lövkvist B., Hultgard U.M. 1999. Chromosome numbers in south Swedish vascular plants. Opera Bot., 137: 1–42.
14. Dmitrieva S.A. 1986. Chisla khromosom nekotorych vidov rastenij Berezinskogo Biosfernogo Zapovednika, Zapovedniki Belorussii Issledovaniia, 10: 24-28.
15. Parfenov V.I., Dmitrieva S.A. 1988. Pervichnyj citogeneticheskij monitoring flory Belorussii. Izvestiia Akademii Nauk Azerbaidzhanskoï SSR, Serii Biologicheskikh Nauk, 6: 8-11.
16. Dmitrieva S.A. 2000. Karyology of the flora of Byelarus. Page 42 in Thesis of the Diss. Doc. Biol. Sci. Minsk.

Araştırma Makalesi / Research Article

Fotovoltaik Sistemde Bulunan Üç Seviyeli Diyot Kenetlemeli Eviricinin Çıkış Gerilimi Toplam Harmonik Distorsiyonunun Simulasyon ve Analizi

Süleyman ADAK ^{1*}, Hasan CANGİ²

¹Mardin Artuklu Üniversitesi, Elektrik ve Enerji Bölümü, Mardin

²Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep

Özet

R-L endüktif yükü fotovoltaik (PV) sisteme DC/DC yükseltici dönüştürücü ve tek fazlı diyot kenetlemeli evirici üzerinden bağlanılmıştır. PV sistemde kullanılan DC/DC yükseltici dönüştürücü ile DC/AC üç seviyeli diyot kenetlemeli evirici birer harmonik kaynağı gibidirler. Bu makalede üç seviyeli diyot kenetlemeli eviricinin Toplam Harmonik Distorsiyon gerilim için (THD_V) değeri üzerine odaklanılmıştır. Eviricinin çıkış gerilimi THD_V değerinin simulasyon çalışması, Matlab/Simulink yazılım programı ile yapılmıştır. Üç seviyeli diyot kenetlemeli eviricinin THD_V değeri analitik olarak hesaplanmış ve Matlab/Simulink yazılım programı ile de gösterilmiştir. Matlab/Simulink değeri analitik yolla bulunanın değerine yaklaşık olarak aynıdır.

Anahtar kelimeler: Üç seviyeli diyot kenetlemeli evirici 1, Matlab/Simulink 2, Harmonik bileşenler 3

Analysis and Simulation Total Harmonic Distortion of Output Voltage Three Level Diode Clamped Inverter in Photovoltaic System

Abstract

R-L inductive load is connected to the photovoltaic (PV) system via DC/DC boost converter and single phase three level diode clamped inverter. DC/DC boost converter and DC/AC three level diode clamped inverter which used in PV systems are like the source of harmonics. In this paper is particularly focuses on Total Harmonic Distortion for Voltage (THDV) of three level diode clamped inverter. Output voltage of inverter THDV simulation work is done using the MATLAB/Simulink software program. THDV of output voltage for three level diode clamped inverter is calculated by analytically and is shown via Matlab Simulink software program. Matlab Simulink value which is almost identical with the value of analytical way.

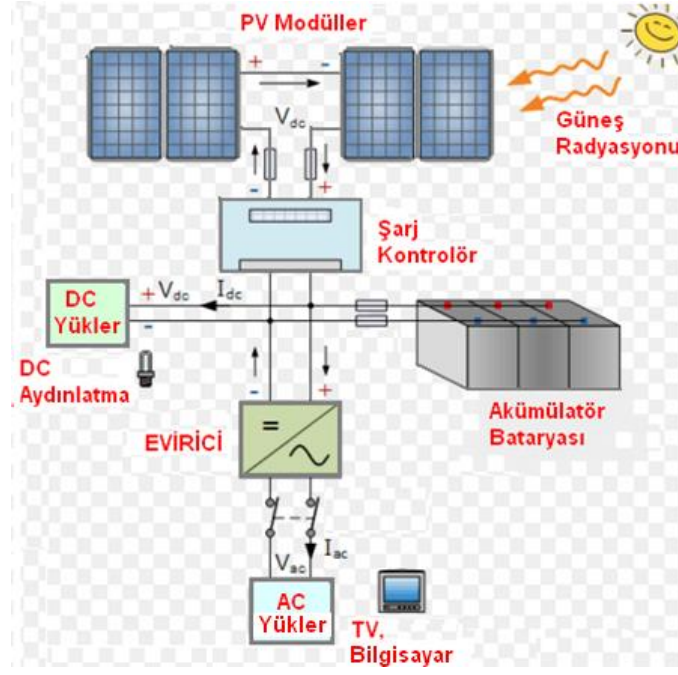
Keywords: Three level diode clamped inverter 1, Matlab/Simulink 2, Harmonic components 3

1. Giriş

Yenilenebilir enerji kaynakları atık üretmediklerinden dolayı çevre dostu olup sağlık problemleri de oluşturmazlar. Günümüzde yaygın olarak kullanılmakta olan fosil yakıtlarının çevre üzerindeki olumsuz etkileri ve tükenme ihtimali nedeniyle, diğer alternatif enerji kaynakları yanı sıra fotovoltaik (PV) enerji gün geçtikçe önem kazanmaktadır. PV modüller, güneşten gelen foton enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletken malzemelerden imal edilen dönüştürücülerdir. Bu sistem ekipmanlarında herhangi bir hareketli aksamaya sahip değildir bundan dolayı en az bakım ile en uzun ömür kolaylığı sağlamaktadırlar.

*Sorumlu yazar: suleymanadak@gmail.com

Geliş Tarihi: 21/09/2016. Kabul Tarihi: 26/12/2016.



Şekil 1. Fotovoltaik sistemin prensip şeması

Bu sistemlerde birim yüzeye ulaşan güneş ışınımı azdır. Bu nedenle büyük ölçekli enerji üretimi için geniş yüzeylere ihtiyaç vardır. PV sistemlerin verimleri panellin yapıldığı kristal tipin bağlı olarak (% 15–%20) arasında değişir. Solar modüller ancak standart çalışma koşullarında nominal güçte çalışırlar. Üretilen enerji miktarını arttırmak amacıyla çok sayıda PV modüller kendi aralarında seri ve paralel bağlanırlar. Modüllerde kirlenme, güneş ışınlarının gelme açılarının dik olmaması, gölgelik ile ortam sıcaklığının çok sıcak veya çok soğuk olması modüllerin enerji üretme verimini etkiler [1].

Güç sistemlerinde DC/AC dönüştüren eviriciler nonlineer bir karakteristiğe sahiptirler. Bu özellikleri gereği ile güç sistemde akım ve gerilimin sinüzoidal olan dalga formlarını bozarlar. Bunun sonucu olarak PV sistemde harmonik bileşenler oluşur. Eviricilerin çıkış gerilimlerinin sinüzoidal dalga formunda ve toplam harmonik distorsiyonun (THD) standartlarca belirlenen aralıkta olması istenir. THD'nin düşük olması kaliteyi belirleyen ana faktörlerdendir.

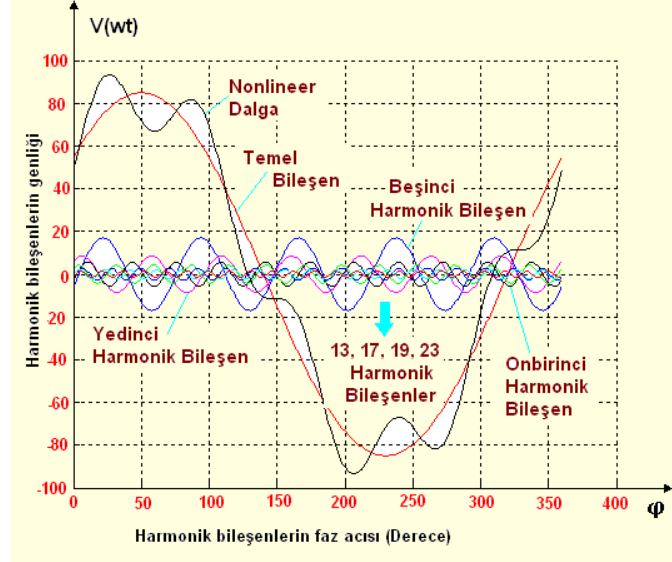
Enerji sistemlerinde THD bize güç sistemlerindeki harmonik kirlilik hakkında bir fikir verir. Güç sistemlerinde THD harmonik kirlenmeyi belirleyen önemli bir büyüklüktür. Eviricilerde THD bu bozucu etkisini gidermek için çıkış dalga şeklinin sinüs eğrisine bezemesi gerekir. Bunun için son zamanlarda çok seviyeli eviricilerin üretimine ağırlık verilmiştir. Bu yolla eviricilerde THD değerinin düşürülmesine yoluna gidilmiştir.

PV sistemde harmonik bileşenler, sistemde bulunan dönüştürücülerde kullanılan güç elektroniği temelli anahtarlama elemanlarının nonlineer özelliği sonucu akım ve gerilimin sinüzoidal olan dalga formunda bozulmaları sonucunda oluşurlar. Nonlineer özellik gösteren devre elemanların PV sistemine bağlanması harmonik bileşenler bir şekilde artmıştır. Bu artmanın temel sebebi yüksek güçlü yarı iletken anahtarların gelişimi ve onların doğrultucu, evirici ve çeşitli elektronik devrelerde uygulanmalarıdır. Bu yüklerle örnek olarak, DC/DC dönüştürücüler, kontrol devreleri, DC/AC eviriciler örnek olarak gösterilebilir. Yarı iletken elemanların yapıları gereği akım ve gerilim dalga biçimleri, periyodik olmakla birlikte sinüzoidal dalga ile frekans ve genliği farklı diğer sinüzoidal dalgaların toplamından meydana gelmektedir. Temel dalga dışındaki dalgalara “HARMONİK” adı verilir [2,3].

PV sistemlerde harmonik bileşenleri tam olarak yok etmek imkânsızdır. Harmonikleri en aza indirecek önlemler alınabilir. Harmonik üreten güç elektroniği aygıtlarında daha tasarım aşamasında gerekli tedbirler alınabilir. Örneğin doğrultucularda 6 darbe kullanılacağı yerde 12 darbeleri olarak tasarlanmalıdır. Nonlineer harmonikli bir gerilim dalgasına ait denklem aşağıda verilmiştir.

$$v(\omega t) = \sqrt{2} \begin{bmatrix} (60 \sin(\omega t + 40) + 12 \sin(5\omega - 19)) \\ 6 \sin(7\omega t + 47) + 4 \sin(11\omega - 25) \\ 3 \sin(13\omega t + 45) + 2 \sin(17\omega t - 27) \\ 1,5 \sin(19\omega t + 11) + \sin(23\omega t - 33) \end{bmatrix} \quad (1)$$

Bu nonlinear gerilim dalgası ile harmonik bileşenlerine ait değişim aşağıda verilmiştir.



Şekil 2. Nonlinear dalga ile harmonik bileşenleri

Nonlinear dalgaların matematik formu Fourier serileri ile bulunur. Nonlinear periyodik bir dalganın Fourier analizinin zaman domenindeki karşılığı aşağıda verilmiştir.

$$f(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (A_n \cos n\omega t + B_n \sin n\omega t) \quad (2)$$

Bu denklemde; $n=1, 2, 3$, harmonik mertebelerini, A_0 , doğru akım bileşenini, A_n ve B_n de, $f(t)$ fonksiyonunun harmonik katsayıları olarak adlandırılır. Nonlinear dalganın doğru akım bileşeni,

$$A_0 = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt \quad (3)$$

ile bulunur. Nonlinear dalganın harmonik katsayıları,

$$A_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cos(n\omega t) dt \quad (4)$$

diğer katsayı,

$$B_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \sin(n\omega t) dt \quad (5)$$

ifadesi ile bulunur. Nonlinear dalga formu tek fonksiyon özelliğinde ise,

$$f(\omega t) = f(-\omega t) \quad (6)$$

Şartını sağlaması gerekir. Fonksiyonda sadece tek harmoniklerin bulunması durumunda,

$$f(\omega t) = f(-\omega t + \pi) \quad (7)$$

özelliğini sağlaması gerekir. Nonlineer dalgalarda THD nonlineer dalganın harmonikli bileşenlerinin temel bileşene göre durumunu tespit etmede kullanılan en önemli ölçüttür. Nonlineer dalganın bozulma miktarı hakkında bize bir fikir verir. Bu büyüklük PV sistemi tarafından üretilen enerji kalitesi ile de ilgilidir. Hem gerilim, hem de akım dalgaları için verilebilir. Gerilim için THD_V değeri,

$$\%THD_V = \frac{\sqrt{\left(\sum_{n=2}^{\infty} U_n^2\right)}}{U_1} * 100 \quad (8)$$

şeklinde ifade edilir. Toplam harmonik distorsiyonunu efektif gerilim cinsinden karşılığı aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\%THD_V = \sqrt{\left(\frac{V_{eff}}{V_{1eff}}\right)^2 - 1} \quad (9)$$

olarak bulunur. Gerilimin efektif değeri,

$$V_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V^2(t) dt} \quad (10)$$

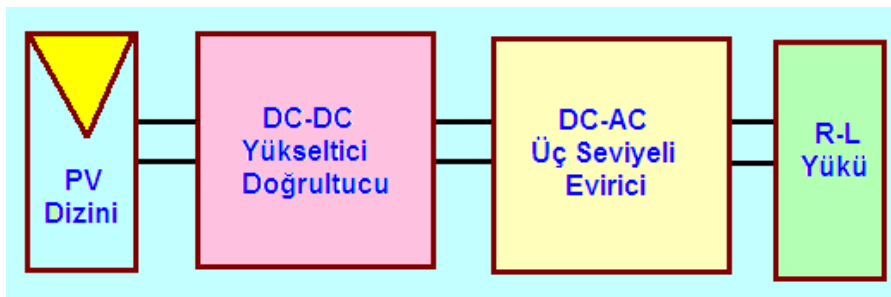
formülü ile bulunur. Harmoniklerin fotovoltaik tesislerdeki bozucu etkisinin giderilmesi için bazı önlemlerin alınması gerekir. PV sistemlerde bulunan dönüştürücüler yapılarında bulunan nonlineer anahtarlama elemanlar nedeni ile birer harmonik kaynağı olarak işlev görür. Harmonik seviyesinin hesaplanması ve daha büyük problemler oluşmadan harmoniklerin giderilmesi gerekir. Çözüm olarak evirici seçiminde çıkışları sinüs eğrisine benzediği için çok seviyeli eviricilere ağırlık vermek gerekir [4].

Günümüzde elektrik enerjisine olan talep günbegün artmaktadır. Daha güvenilir ve daha kaliteli bir enerji için, nonlineer elemanlar içeren PV sistemler kesintisiz güç kaynakları, motor sürücüler gibi tesislerde yılda birkaç kez harmonik ölçümü yapılmalıdır. Büyük güçlü PV sistemlerde bu sistemlerin yıllık harmonik yük eğrileri çıkarılmalı ve bu tesislerde THD'nin düşük seviyede tutulması sağlanmalıdır.

Nonliner dalgaların harmonik bileşenleri PV tesislerde ek kayıplara ve aşırı ısınmaya sebep olmaktadır. Harmonik bileşenler PV tesislerde rezonans olaylarına da sebep olmakta tesiste aşırı akımların dolaşmasına neden olurlar. Bu aşırı akımlar tesiste hasarların oluşuma neden olurlar.

2. Materyal ve Metot

PV sistemlerin simulink modelleri Matlab/Simulink araç kutusundaki devre elemanları kullanılarak gerçekleştirilebilir. Simulink araç kutusundan gerekli bloklar Simulink çalışma alanına sürüklenerek PV sistemin simulink benzetimi gerçekleştirilir. Makaleye konu PV sistem şebekeden bağımsız (off-grid) olarak tasarlanmıştır. Tasarlanan PV sistemde fotovoltaik modüllerin yanı sıra, DC/DC yükseltici dönüştürücü, üç seviyeli diyot kenetlemeli evirici, endüktif R-L yükü ve şalt ekipmanlarından oluşmaktadır.



Şekil 3. PV sistemin blok şeması

Bu makalede PV güç sisteminde üç seviyeli diyot kenetlemeli bir evirici kullanılmıştır. Bu eviricinin çıkış gerilimi THD değeri Matlab/Simulink ile ölçülmüş ve bulunan değer doğruluğu analitik yöntem ile ispatlanmıştır. PV sistemlerde düşük ve orta güçlü uygulamalarda kare dalgaya yakın çıkış gerilim formları kabul edilebilirken, büyük güçlerde evirici çıkış geriliminin küçük distorsiyonlu harmoniklerden arınmış sinüzoidal dalga formunda olması gerekir.

Tasarlanan PV sisteminde fotovoltaik modüllerden üretilen gerilim DC/DC yükselten dönüştürücü ile 60 (V)'tan 120 (V) 'ta yükseltilir. Yükseltilecek bu gerilim üç seviyeli diyot kenetlemeli evirici tarafından doğru gerilimden alternatif gerilime dönüştürülür. Bu gerilim ile evirici çıkışına bağlanan R-L endüktif yük beslenir. Üç seviyeli diyot kenetlemeli eviricilerde anahtarlama elemanı olarak MOSFET transistörü kullanılmıştır. Sistemdeki şalt ekipmanları sistemin enerji üretimini, dağıtımını, kontrolünü ve güvenliğini sağlarlar. Tablo 1'de anahtarlama elemanı olarak verilen elemanların özellikleri verilmiştir.

Tablo 1. Anahtarlama Elemanları ve özellikleri

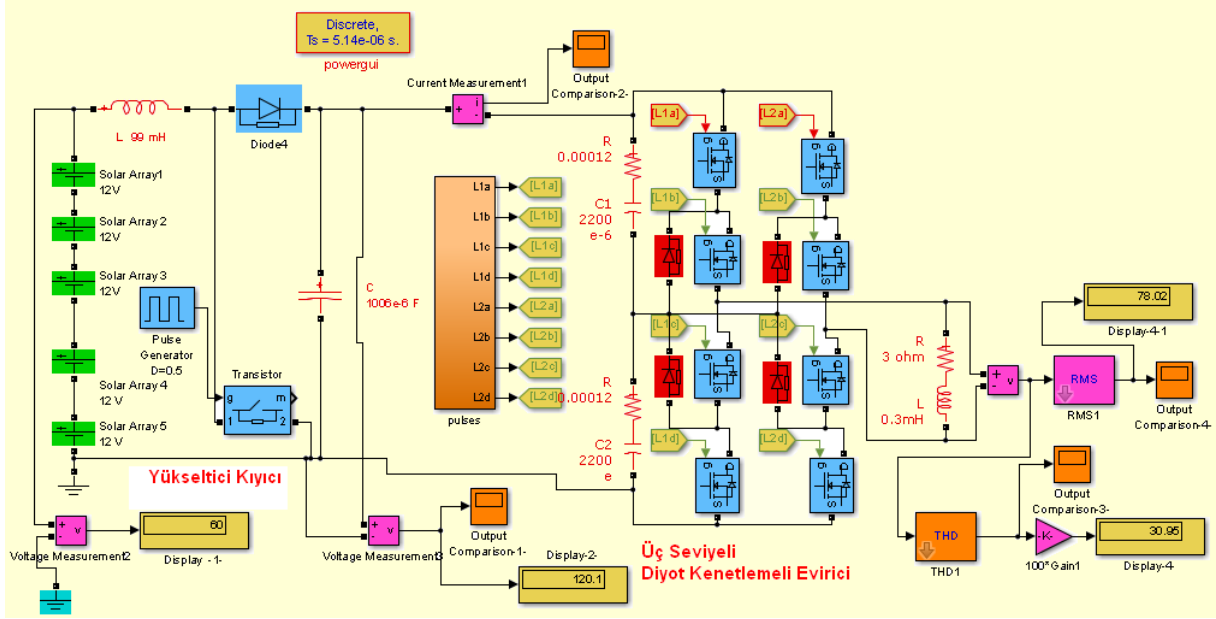
Anahtarlama Elemanları İyiden Kötüye Doğru				
Tetikleme veya Sürme Kolaylığı	MOSFET	IGBT	GTO	BJT
Söndürme Kolaylığı	MOSFET	IGBT	BJT	GTO
Gerilim Düşümü	BJT	GTO	IGBT	MOSFET
	(1,0V)	(2,0 V)	(3,5V)	(4,5V)
Anahtarlama Hızı	MOSFET	IGBT	BJT	GTO
	(100KHz)	(75KHz)	(25KHz)	(15KHz)
Akım Dayanımı	GTO	IGBT	BJT	MOSFET
	(3000 A)	(800 A)	(600A)	(100 A)
Gerilim Dayanımı	GTO	IGBT	BJT	MOSFET
	(3000 V)	(1500 V)	(1200 V)	(1000 V)
Devre Gücü	GTO	IGBT	BJT	MOSFET
	(<10M)	(<500K)	(<100K)	(10K)
Çalışma Frekansı	MOSFET	IGBT	BJT	GTO
	(<100K)	(20K)	(10K)	(1K)
Fiyat	BJT	GTO	IGBT	MOSFET

Not: Burada GTO tristör ailesini temsil etmektedir.

PV sistemlerde kullanılan DC/DC yükseltici dönüştürücü ile DC/AC üç seviyeli eviriciden oluşturulmasında farklı türde anahtarlama elemanları kullanılır. Bunların en önemlileri, MOSFET (Metal oksit Yarıiletken Alan Etkili Transistor), IGBT (İzole edilmiş kapılı, iki kutuplu transistor) ise MOSFET'ler gibi gerilimle kontrol edilir ve hızlı anahtarlama yapabilme özelliğine sahiptir. Yapısı gereği yüksek güçlü evirici tasarımlarında IGBT'ler tercih edilmelidir [5].

IGBT'ler düşük doluluk boşluk oranı (duty cycle), düşük frekans (20kHz küçük değerlerde) yüksek gerilim (1000V büyük değerlerde) tercih edilirken MOSFET'ler yüksek frekans (200kHz büyük frekanslarda), uzun doluluk boşluk oranları ve alçak gerilim uygulamalarında (250V küçük değerlerde) tercih edilmektedir. Bunun dışında IGBT'leri sürmek MOSFET'lere göre oldukça zordur. MOSFET'ler düşük ve orta güç uygulamalarında tercih edilirler. Hızlı anahtarlama özelliğine sahip olduğundan yüksek frekans uygulamalarında da kullanılırlar. Yüksek akım taşıma özelliğine sahip TRİSTÖR ve GTO'lar yüksek güç gerektiren evirici uygulamalarında kullanılırlar, ancak anahtarlama hızları Mosfet'lere göre oldukça düşüktür. Ekte bu anahtarlama elemanlarının karşılaştırılması verilmiştir.

Tasarlanan PV sistem Şekil 4'te gösterildiği gibi Matlab/Simulink yazılım programı modellenmiştir. Modelde R-L yükü (R=3 ohm, L=0.3 mH) olarak seçilmiştir. Çok seviyeli eviricilerde anahtarlama elemanlarının fazlalığı ve eviricide oluşan komutasyonlar sonucunda güç kayıpları oluşmaktadır. Bu kayıplar iki seviyeli eviricilerdeki kayıplara göre oldukça fazladır. Aşağıda şebekeden bağımsız bir PV sistemin Matlab/Simulink gerçekleştirilmiş eşdeğer şeması verilmiştir. Sistemin temel bileşenleri PV modüller, DC/DC yükselten dönüştürücü, DC/AC üç seviyeli diyot kenetlemeli evirici ve endüktif R-L yükü. Diyot-kenetlemeli üç seviyeli evirici pratik uygulamalarda nötr noktası kenetlemeli evirici olarak ta bilinir [6,7].



Şekil 4. PV sistemin Matlab / Simulink ile modellenmesi

Üç seviyeli eviriciler genel olarak üç türlü imal edilirler, diyot kenetlemeli evirici, kondansatör kenetlemeli evirici ve kaskat evirici. Kaskat eviricilerde kenetleme diyotları ile kondansatörler kullanılmadığından bu evirici türünde daha az eleman kullanılmaktadır. Buna karşılık bu evirici türünde transformatör kullanılması evirici maliyetini artırmaktadır. PV uygulamasında diyot kenetlemeli evirici kullanılmıştır.

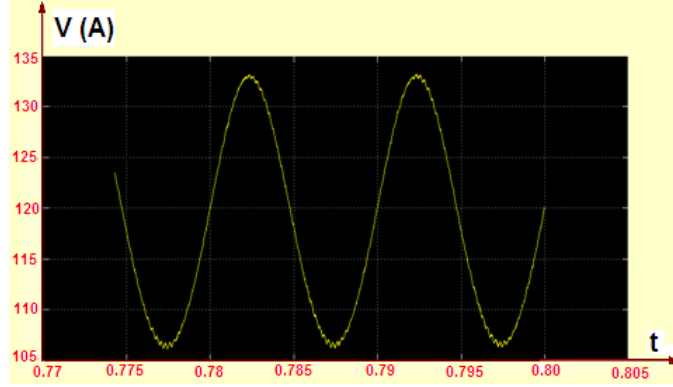
Üç seviyeli diyot kenetlemeli eviricilerde her bir evirici kolunda kullanılan anahtarlama elemanı sayısı eşittir. Gene bu eviricilerde az sayıda kapasite elemanı kullanılmasına karşılık kullanılan ektradan kenetleme diyotlarına kullanılmaktadır. Bu eviricilerde kullanılan kenetleme diyotlarının sayısı $m=1, 2, 3$ olmak üzere,

$$\text{Kenetlemede Kullanılan Diyot Adedi} = (m - 1) * (m - 2) \quad (11)$$

İfadesi ile bulunur. Çok seviyeli eviricilerde yüksek gerilim değerlerine ve düşük THD değerleri sayesinde PV sistemlerde bu eviricilerin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Bununla beraber bu eviricilerde anahtarlama esnasında oluşan gerilim dengesizlikleri bir dezavantaj olarak görülebilir. Gene bu bağlamda bu eviricilerde seviye sayısı artıkcça kontrol zorluğu başlar, ancak son zamanlarda gelişen mikroişlemci teknolojisiyle beraber bu sorun halledilmiştir. Günümüzde karmaşık topolojilerin kontrol edilecek algoritmalar ve yüksek işlem gücüne ve çevre birimlerine sahip işlemciler üretilmiştir.

Ek olarak üç seviyeli eviricide anahtarlama elemanı olarak kullanılan MOSFET ve diyotların üzerindeki dv/dt zorlanması daha da azdır. Sonuç olarak üç seviyeli diyot kenetlemeli eviricide güvenilirlik ve uygulamanın toplam verimliliği iki seviyeli klasik eviricilere nazaran daha da artmış olur. PV sistemde kullanılan dönüştürücünün kısa ölü zaman (dead-time), sistemdeki lineersizlikleri ve sistemin kontrolörün kolaylaştırır. Böylelikle sürücülerde ve koruma konseptlerinde iyileşmeler sağlanır.

PV sistemde kullanılan üç seviyeli diyot kenetlemeli eviricide alt ve üst kollarda kullanılan MOSFET'ler sıralı olarak anahtarlanır. Bundan dolayı eviricide köprü kısa devresi gözükmez. Köprünün dış kollarda kullanılan MOSFET'lerin sürücü devrelerinin izleme özelliğine sahip olması gerekirken, köprünün iç kollarında kullanılan sürücü devrelerinin basit yapıda olmaları yeterlidir. Üç seviyeli diyot kenetlemeli evirici çıkış gerilimi harmonik analizi analitik ve Matlab/Simulink ile gerçekleştirilmiştir.

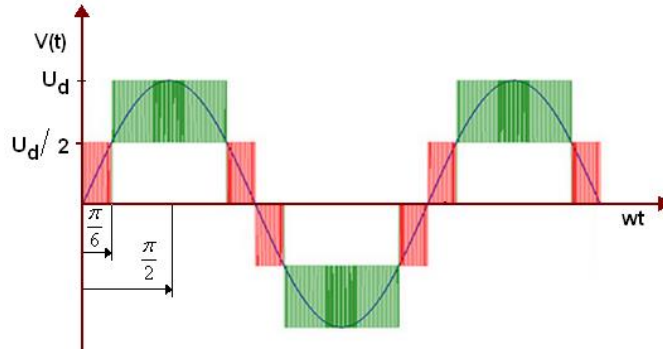


Şekil 5. DC/DC yükselten dönüştürücü çıkış gerilim

2.1. Üç Seviyeli Diyot Kenetlemeli Eviricinin Çıkış Gerilimi Fourier Serisi

PV tesislerde DC gerilimi AC gerilime dönüştürmede çok seviyeli eviriciler kullanılmalıdır. Evirici çıkış geriliminin THD' değeri minimuma yaklaşması oranında üretilen enerji kalitesi artar. PV tesislerde kullanılan dönüştürücülerden kaynaklanan harmonik bileşenlerin yok edilmesi gerekir. Bu da yüksek darbeli dönüştürücüler ile çok seviyeli eviriciler kullanılarak sağlanır.

Üç seviyeli diyot kenetlemeli evirici çıkış gerilimi dalga (6) denklem koşulunu sağladığından tek bir fonksiyondur. Fourier serisine açılımında kosinüslü terimler bulunmaz. Gene bu bağlamda (7) denklemi şartını sağladığından dolayı evirici çıkış geriliminin Fourier serisine açılımında sadece tek harmonik bileşenler bulunur. PV tesislerin güvenilir ve kararlı olarak çalışmasını sağlamak için harmonik bileşenlerin standartlarda belirtilen değerleri aşmaması gerekir. Bu da nonlinear devre elemanları ile nonlinear kaynakların meydana getirdiği harmonik büyüklüklerinin kontrolü ile mümkündür. Üç seviyeli diyot kenetlemeli eviricinin çıkış gerilim değişimi aşağıda verildiği gibidir.



Şekil 6. Üç seviyeli diyot kenetlemeli çıkış gerilimi

Şekil 6'daki çıkış dalga formunu Fourier serisini açalım. (5) denkleminde hareketle,

$$B_n = \frac{4}{\pi} \left(\int_0^{\frac{\pi}{6}} \frac{U_d}{2} \sin(n\omega t) d\omega t + \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} U_d \sin(n\omega t) d\omega t \right) \quad (12)$$

Entegral değerleri hesaplandığında,

$$B_n = \begin{cases} 0 & ; n = 2,4,6 \dots \\ \frac{2U_d}{n\pi} (1 + \cos \frac{n\pi}{3}) & ; n = 1,3,5 \dots \end{cases} \quad (13)$$

şeklinde bulunur. Üç seviyeli evirici çıkış gerilim ifadesinin genel şekli,

$$V(\omega t) = \sum_{n=1,3,5}^{\infty} \frac{2U_d}{n\pi} (1 + \cos \left(\frac{n\pi}{3} \right)) \sin(n\omega t) \quad (14)$$

olarak bulunur. PV sistemde kullanılan üç seviyeli diyot kenetlemeli eviriciler klasik kullanılan iki seviye çıkışlı eviricilere göre; çıkış geriliminin ve akımının harmonik spektrumu, verim ve güç faktörü açısından daha iyi bir performansa sahiptirler. Çok seviyeli eviriciler genel olarak üçüncü seviye ile başlamaktadırlar. Eviricilerde çıkış seviye sayısındaki artma ile orantılı olarak çıkış eğrisi sinüs eğrisine benzer.

Dalga şeklinin sinüs eğrisine benzemesi oranında THD azalmaktadır. Üç seviyeli diyot kenetlemeli eviricinin çıkış gerilim dalga şekli, iki seviyeli klasik eviricilere nazaran sinüzoidal dalgaya daha fazla benzediği için THD' değeri iki seviyeli eviriciye göre daha düşüktür. Bu bağlamda üç seviyeli eviricilerde kullanılacak filtrelerde düşük güçte olur. Bu da seçilecek filtrelerin düşük maliyette olması demektir [8,9].

3. Bulgular ve Tartışma

Eviriciler doğru akımı istenen genlik ve frekansta alternatif akıma dönüştüren çeviricilerdir. Evirici PV sistemlerde gücünü bataryadan aldığı gibi DC/DC doğrultucudan da alabilir. Akım veya gerilim beslemeli türleri vardır. PV sistemde kullanılan anahtarlama elemanları nonlineer özelliklerinden dolayı enerji sistemindeki sinüzoidal akım ve gerilim dalga şeklini bozarlar. PV sistemde bulunan DC/DC yükseltici dönüştürücü ile üç seviyeli diyot kenetlemeli evirici birer harmonik kaynağı gibi davranırlar. Bu nonlineer dönüştürücüler göz önüne alınırsa bunların sonucunda ek kayıp ve THDV değerlerinin yüksek değerlere varması kaçınılmazdır.



Şekil 7. Üç seviyeli diyot kenetlemeli eviricinin çıkış gerilim THDV değişimi

PV sistemde kullanılan doğru akımı alternatif akıma dönüştüren üç seviyeli diyot kenetlemeli evirici çıkış gerilim dalga şeklinin sinüs dalgasına benzediği oranda harmonik bileşenlerin değeri azalır. Üç seviyeli eviricilerin toplam harmonik distorsiyonu, iki seviyeli eviricilere göre daha düşüktür. Çünkü eviricilerde seviye sayısı arttıkça sinüs eğrisine benzeme artar buda THD azalmasını sağlar. Üç seviyeli diyot kenetlemeli eviricide MOSFET'lerin kesime uğramaları sırası dikkatlice izlenerek doğru gerilim bara geriliminin tamamının tek bir MOSFET üzerine gelmemesine dikkat edilmelidir. Üç seviyeli diyot kenetlemeli eviricinin PV uygulamalarındaki avantajları şunlardır:

- Yüksek güçlerde transformatörsüz olarak kullanılmaya elverişlidir,
- Anahtarlama elemanları (MOSFET'ler) seri bağlanarak yüksek gerilimde eviricilerin transformatörsüz kullanılmaları mümkündür,
- İhtiyaç durumuna göre üç seviyeli eviricilerin geniş bir bant aralığında kullanımları mümkündür,
- Üç seviyeli evirici iki seviyeli eviricilere göre daha düşük anahtarlama frekanslarında çalışılabilir,
- Gerilim değişim hızı (dv/dt) düşüktür.

PV enerji tesislerinde nonlineer yüklerin etkinliğinin azaltılması, harmonik distorsiyonunun giderilmesi sonucu PV sistemde kayıplar azalmakta tüketicilere sunulan enerjinin kalitesi yükselmektedir. Buna karşılık eviricinin seviye sayısı artırıldıkça anahtarlama elemanları üzerindeki gerilim zorlanması da o oranda azalmaktadır. Üç seviyeli diyot kenetlemeli eviricinin çıkış harmonikli gerilim ifadesinin efektif değeri,

$$V_n = \frac{\sqrt{2}U_d}{n\pi} \left(1 + \cos\left(\frac{n\pi}{3}\right)\right) \quad (15)$$

ifadesi ile hesaplanır. Burada n, harmonik mertebesini, V_n evirici çıkış harmonikli gerilim ifadesini göstermektedir. (13) denkleminde, $n=1, 2, 3, \dots, 2n-1$ değerleri için evirici çıkış geriliminin değerleri Tablo 2 verildiği gibidir.

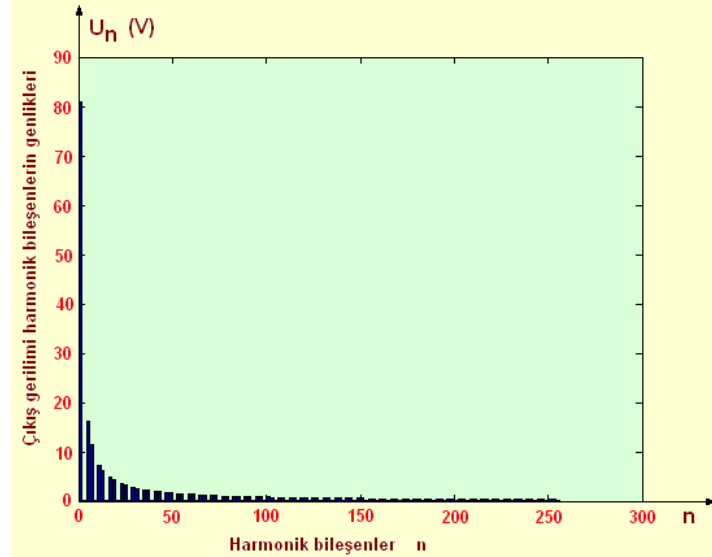
Tablo 2. Üç seviyeli diyot kenetlemeli eviricinin çıkış gerilimi harmonik bileşenleri

İnverter Çıkış Gerilimi Harmonik Bileşenleri (n)				İnverter Çıkış Gerilimi Harmonik Bileşenlerinin Genliği (V)			
1	65	129	103	81,0284	1,2466	0,0000	0,4198
3	67	131	195	0,0000	1,2094	0,6186	0,0000
5	69	133	197	16,2057	0,0000	0,6092	0,4113
7	71	135	199	11,5755	1,1413	0,0000	0,4072
9	73	137	201	0,0000	1,1100	0,5915	0,0000
11	75	139	203	7,3662	0,0000	0,5829	0,3992
13	77	141	205	6,2329	1,0523	0,0000	0,3952
15	79	143	207	0,0000	1,0257	0,5667	0,0000
17	81	145	209	4,7664	0,0000	0,5588	0,3877
19	83	147	211	4,2646	0,9763	0,0000	0,3840
21	85	149	213	0,0000	0,9533	0,5438	0,0000
23	87	151	215	3,523	0,0000	0,5366	0,3769
25	89	153	217	3,2411	0,9105	0,0000	0,3734
27	91	155	219	0,0000	0,8904	0,5228	0,0000
29	93	157	221	2,7941	0,0000	0,5161	0,3667
31	95	159	223	2,6138	0,853	0,0000	0,3633
33	97	161	225	0,0000	0,8353	0,5033	0,0000
35	99	163	227	2,3151	0,0000	0,4971	0,357
37	101	165	229	2,1899	0,8023	0,0000	0,3538
39	103	167	231	0,0000	0,7867	0,4852	0,0000
41	105	169	233	1,9763	0,0000	0,4794	0,3478
43	107	171	235	1,8844	0,7573	0,0000	0,3448
45	109	173	237	0,0000	0,7434	0,4684	0,0000
47	111	175	239	1,724	0,0000	0,4630	0,3391
49	113	177	241	1,6536	0,7171	0,0000	0,3362
51	115	179	243	0,0000	0,7046	0,4527	0,0000
53	117	181	245	1,5289	0,0000	0,4477	0,3307
55	119	183	247	1,4732	0,6809	0,0000	0,28
57	121	185	249	0,0000	0,6696	0,4380	0,0000
59	123	187	251	1,3734	0,0000	0,4333	0,3228
61	125	189	253	1,3283	0,6482	0,0000	0,3202
63	127	191	255	0,0000	0,6380	0,4243	0,0000

(8) denkleminde hareketle üç seviyeli diyot kenetlemeli evirici çıkış gerilimi THD değeri,

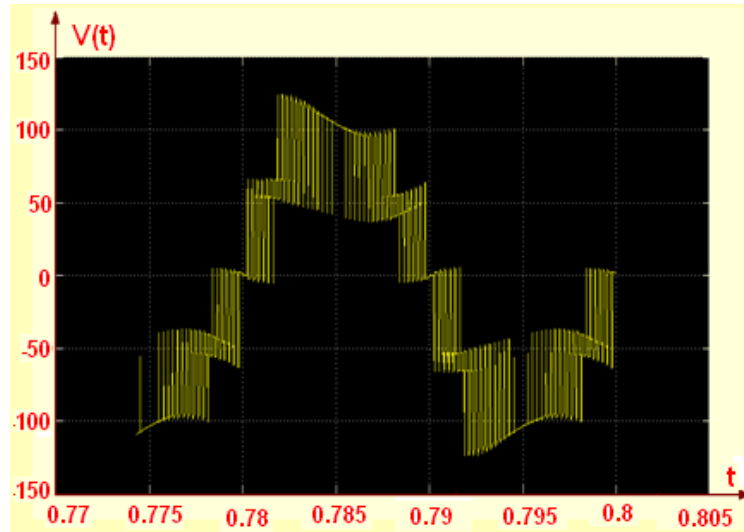
$$\%THD_V = \frac{\sqrt{16,2057^2 + 11,5755^2 + \dots + 0,3202^2}}{81,0284} * 100 = 30,87$$

olarak bulunur. Şekil 8'te Matlab/Simulink benzetim programı ile bulunan değer ile analitik olarak bulunan THD değeri hemen, hemen aynı olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak önerilen PV sistem için THD değeri analitik ve Matlab/Simulink yazılım programı ile ölçülmüştür. Sonuçların bağdaştığı gözlenmiştir.



Şekil 8. Üç seviyeli evirici çıkış gerilimi harmonik bileşenleri

Devrelerinde kullanılan elemanlar nedeniyle üç seviyeli diyot kenetlemeli eviricilerin çıkış geriliminin ve akımının harmonik bileşenleri, verim ve güç faktörü açısından daha iyi bir performansa sahiptirler. Gene bu bağlamda anahtarlama elemanlarındaki zorlama daha da azdır. Üç seviyeli eviricilerde çıkış geriliminin oluşumunda gerilim üç seviye arasında anahtarlanır. Buda, daha üst seviyeli eviricilere göre daha düşük kayıplar oluşturur. Bu durum toplam kayıpların azalmasına ve daha küçük güçteki soğutucuların kullanılmasına olanak sağlar. Daha küçük güçlü soğutucular PV güç sisteminde toplam boyutların azalması ile birlikte maliyetlerin aşağı çekilmesine imkân verir.



Şekil 9. Üç seviyeli diyot kenetlemeli evirici çıkış gerilimi

Üç seviyeli eviriciler, girişlerine uygulanan çoklu doğru gerilim değerlerinden sinüzoidale yakın üç basamak formunda çıkış verebilen evirici türleridir. Bu eviricilerin en önemli avantajlarından biri anahtarlama frekansının geleneksel iki seviyeli köprü eviricilerden daha düşük olması, dolayısıyla anahtarlama kayıplarının daha azdır. Ancak kaynakların ve kullanılan anahtarlama elemanlarının sayısının artması nedeni ile eviriciler elektriksel kökenli arızalara açık hale gelir, eviricinin kontrollüde o oranda zorlaşmaktadır. Üç seviyeli eviricilerde ideal bir anahtarlamanın kriterleri:

- Anahtarın kapatılma anı devreden akan akımın sıfır veya sıfırdan geçtiği an olmalı,
- Anahtar açık olduğu pozisyonda uç geriliminin değeri sıfır veya sıfırdan geçiyor olmalıdır.

Bu kriterler sağlandığında yumuşak bir anahtarlama gerçekleştirilir. Böylece; akım değişimlerinden dolayı eviricideki salanımlar ile sızıntı akımları azaltılır ve kontak potansiyelleri küçük tutulmuş olunur. Sonuç olarak gerilim arkları ve harmonik etkileri azaltılmış olunur. Üç seviyeli eviricilerde seri bağlı MOSFET modüller, MOSFET'in ters tutma geriliminden daha yüksek gerilimlerde kullanılabilmesine imkân vermektedir. Buda MOSFET'lerin yüksek gerilimlerde ve yüksek güç dönüştürücülerinde kullanılabilmelerine olanak sağlar. Üç seviyeli diyot kenetlemeli eviriciler yüksek güçlü kesintisiz güç kaynakları ile yenilenebilir enerji sistemlerinde yoğun bir şekilde kullanılırlar.

Gene bu bağlamda, solar paneller ve benzeri alternatif enerji kaynakları arasında ideal bir ara yüz oluştururlar. Modüler yapıda olduklarından seviye sayısı anahtarlama elemanlarının müsaade ettiği ölçüde artırılabilir. PV sistemde kullanılan üç seviyeli diyot kenetlemeli eviricide anahtarlama elemanı olarak MOSFET kullanılmıştır. Bu anahtarlama elemanı IGBT'lere göre daha kolay sürülebilir ve ideal sürme karakteristiğine sahiptir. Yüksek anahtarlama hızlarıyla sistem performansını arttırmaktadırlar. Bir peryot boyunca yüzlerce kez iletme girebilen MOSFET'ler, sistemde PWM kontrol tekniğinin uygulanmasına olanak sağlamaktadır [10,11].

Üç seviyeli eviriciler sinüs formunda çıkış gerilimi üretebilmenin yanında istenilen harmoniklere sahip çıkış gerilimi de üretebilmektedirler. Güç sisteminde etkin harmonik bileşene zıt yönde aynı genlikte bir harmonik bileşen üretilerek güç sistemindeki etkin harmonik bileşeni bastırırlar. Bu sayede üç seviyeli evirici aktif filtre uygulamalarında da kullanılmaktadırlar. Ek olarak çok seviyeli eviriciler istenilen genlik, frekans ve faz açısında gerilim üretme yeteneğine sahip olması nedeniyle kompanzasyon uygulamalarında da kullanılmaktadırlar.

Seri bağlamada kullanılan seviye modüllerinde kullanılan her anahtarın üzerindeki dv/dt gerilim zorlanması değeri azdır. Bu sebeple yüksek gerilimli veya yüksek güçlü uygulamalar için çok seviyeli eviricilerde istenen bir özelliktir. Üç seviyeli diyot kenetlemeli eviriciler son yıllarda özellikle yüksek güçlü enerji sistem uygulamaları için oldukça ilgi çekmektedirler. Üç seviyeli eviricinin en önemli avantajı; anahtarlama frekansını arttırmadan veya evirici çıkış gücünü azaltmadan çıkış dalga şeklindeki harmonik bileşenlerin azaltılabilmesidir. Bu eviriciler, günümüzde birçok endüstriyel enerji uygulamalarında kullanılmaktadırlar.

4. Sonuç ve Öneriler

Çok seviyeli eviriciler üç seviyeli eviriciler ile başlamaktadırlar. Eviricilerde seviye sayısı arttıkça çıkış geriliminin değişimi sinüs eğrisine benzemektedir. Bu bağlamda çıkış geriliminin sinüs eğrisine benzediği oranda çıkış geriliminin THD değeri azalmakta ve bunun sonucunda tüketicilere evirici üzerinden sunulan enerjinin kalitesi artmaktadır.

Gerilimini DC/DC yükselten dönüştürücüden alan çok seviyeli evirici topolojilerinden üç seviyeli diyot kenetlemeli eviricide her bir anahtarlama elemanının giriş geriliminin yarısına maruz kalması, özellikle yüksek giriş gerilimlerinde, iki seviyeli eviricilere göre daha düşük anahtarlama zorlanmasını sağlamaktadır. Bununla beraber topolojinin modüler yapısı sayesinde eviricinin seviyeleri arzu edildiği kadar artırılarak sinüzoidal forma daha yakın çıkış gerilim seviyeleri elde edilir. Çok seviyeli eviricilerde her bir anahtar üzerine düşen gerilim azalacağı için, anahtar zorlanmaları azalır. Eviricide çıkış gerilimi "n" adet farklı seviyede değer alabilir. Bu eviriciler sinüs eğrisine yakın çıkış gerilimi üretebilmeleri, yüksek verim ve düşük anahtar zorlanması gibi özellikleri nedeniyle bu yapılar geleneksel klasik evirici topolojilerden daha iyi performans sunmaktadırlar.

PV tesislerde kullanılan güç elektroniği temelli devre nonlineer elemanların her geçen gün artış göstermesi enerji sisteminde dolaşan nonlineer büyüklüklerin artmasına neden olmaktadır. Buda PV sistemde akım ya da gerilim için THD değerinin artmasına sebep olmaktadır. Elektrik güç

sistemlerinde harmonik distorsiyonu sıklıkla orijinal kaynaklardan büyük uzaklıkta bulunan mesafelerde tüm sistemi etkilemektedir. Şebekeden bağımsız (off-grid) fotovoltaik modüller gün boyunca ürettikleri elektrik enerjisini akümülatörlerde depolar ve yüke gerekli olan enerji akümülatör üzerinden aktarılır. PV sistemde kullanılan eviriciler modüllerin ürettiği doğru akımı alternatif akıma dönüştüren güç elektroniği tabanlı devrelerdir. Eviricilerden temelde istenen çıkış harmoniklerin düşük seviyelerde olması ve istenilen genlik ve frekansta alternatif güç sağlamalarıdır.

Harmonikler PV sistemlerindeki kirliliktir. PV sistemde Statik dönüştürücülerin kullanımının artması ile bu kirlilik oranı gün be gün artmaktadır. THD değerinin standartlarda belirtilen değerlerde tutulması PV sistemin ürettiği enerji kalitesi bakımından oldukça önemlidir. Önerilen şebekeden bağımsız PV sisteminde kullanılan evirici çıkış gerilimi THDV değeri Matlab/Simulink ve analitik yola bulunmuştur. PV sistemlerde çok seviyeli eviriciler kullanmak THDV değerinin düşürülmesini sağlar ve buna bağlı olarak tüketicilere sunulan enerjinin kalitesi artırır.

Kaynaklar

1. Gonzalez R., Lopez J., Sanchis P., Marroyo L. 2007. Transformerless Inverter for Single-Phase Photovoltaic Systems, IEEE Transaction in Power electronics, 22(2):693-697.
2. Rüstemli S., Dinçer F., Dinçadam F. 2011. Elektrik Enerjisi Üretiminde Güneş Enerjisinin Dünü, Bugünü ve Yarını, Kaynak Elektrik Dergisi, 261:140 – 144.
3. Ciobotaru M., Kerekes T., Teodorescu R., Bouscayrol A. 2006. PV inverter simulation using MATLAB/ Simulink graphical environmentand PLECS blockset IEEE Industrial Electronics, IECON 2006 - 32nd Annual Conference on, pp. 5313-5318.
4. Kocatepe C., Uzunoğlu M., Yumurtacı R. 2003. Elektrik Tesislerinde Harmonikler, Birsen Yayınevi, İstanbul.
5. Rashid H.M. 2014. *Power Electronics, Circuits, Devices, and Applications*, Pearson Press.
6. Colak I., Kabalci E., Bayindir R. 2011. Review of multilevel voltage source inverter topologies and control schemes, Energy Convers Manage, 52(2):1114–1128.
7. Kashif S.A.R., Saqib M.A., Zia S. 2011. Implementing the induction motor drive with four switch inverter An application of neural networks Expert Systems with Applications, An International Journal, 38(9):111-37 11148.
8. Sünter Z., Altun H., Sünter S. 2015. Tek-Darbe Modülasyonlu Bir Fazlı Evirici Sürücü Sisteminde Harmonik Eliminasyonu için Yeni Bir Yaklaşım, Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 30(2):237-247.
9. Bodur H. 2010. *Güç Elektroniği*, Birsen Yayınevi, İstanbul.
10. El Khateb A.H., Abd Rahim N., Selvaraj J., Williams B.W. 2015. DC-to-DC Converter with Low Input Current Ripple for Maximum Photovoltaic Power Extraction, IEEE Transactions on Industrial Electronics, APRIL.
11. Onur N., Hava Ç., Ahmet M. 2012. Çok-seviyeli Eviricilerde Seviye Kaydırmalı PWM Anahtarlama Yöntemleri, ELECO '2012 Elektrik - Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, 29 Kasım - 01 Aralık , Bursa.