



Bitlis Eren Üniversitesi
Fen Bilimleri Dergisi

Bitlis Eren University
Journal of Science

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

Cilt / Volume: 6

Sayı / Number: 1

Yıl / Year: 2017

Yazışma Adresi

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

fbe@beu.edu.tr
<http://dergipark.gov.tr/bitlisfen>

Yayın Kurulu / Editorial Board

İmtiyaz Sahibi / Owner	Prof. Dr. Erdal Necip YARDIM
Baş Editör / Editor in Chief	Doç. Dr. Koray KÖKSAL
Editörler / Editors	Yrd. Doç. Dr. Mehmet AKYÜZ Yrd. Doç. Dr. Ökkeş ÖZTÜRK
Dizgi / Typographic	Yrd. Doç. Dr. Ökkeş ÖZTÜRK
Ürün Editörü / Product Editor	Yrd. Doç. Dr. Ökkeş ÖZTÜRK

Danışma Kurulu / Advisory Board

Doç.Dr. Zeynep AYGÜN	Bitlis Eren Üniversitesi Teknik Bilimler MYO
Doç.Dr. Ayşe Dilek ÖZŞAHİN KİREÇCİ	Bitlis Eren Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi
Yrd. Doç. Dr. Ali ÇAKMAK	Bitlis Eren Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi
Yrd. Doç. Dr. Cihan ÖNEN	Bitlis Eren Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu
Yrd. Doç. Dr. Musatafa Şamil ARGUN	Bitlis Eren Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu

Hakem Kurulu / Reviewer Board

Prof. Dr. Mehmet UÇAR	Kocaeli Üniversitesi
Prof. Dr. Tevhide SEL	Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. Ayşe OĞUZLAR	Uludağ Üniversitesi
Doç. Dr. Fatma Jale GÜLEN	Yıldız Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Savaş SARIÖZKAN	Erciyes Üniversitesi
Doç. Dr. Pakize ERDOĞMUŞ	Düzce Üniversitesi
Doç. Dr. Fatih Çağlar ÇELİKEZEN	Bitlis Eren Üniversitesi
Doç. Dr. Ali ÇINAR	Kocaeli Üniversitesi
Doç. Dr. Aziz HARMAN	Dicle Üniversitesi
Doç. Dr. Koray KÖKSAL	Bitlis Eren Üniversitesi
Doç. Dr. Çetin KARATAŞ	Gazi Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Muhammed Yasin ÇODUR	Erzurum Teknik Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Mehmet DEMİRTAŞ	Gazi Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Gökhan YÜRÜMEZ	Batman Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Asya ÇETİNKAYA	Kafkas Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Nusret BOZKURT	Bitlis Eren Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Beytullah ÖZKAN	Trakya Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Barış AVAR	Bülent Ecevit Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Ali ÇAKMAK	Bitlis Eren Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Çiğdem SUSANTEZ	Trakya Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÖZBEY	Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Arş. Gör. Dr. Raşit AYDIN	Selçuk Üniversitesi
Arş. Gör. Halil İbrahim BURGAN	İstanbul Teknik Üniversitesi
Öğr. Gör. Süleyman KÖSE	Karadeniz Teknik Üniversitesi

Dergimiz Hakkında

Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından yılda iki defa, Mühendislik ve Temel Bilimler alanlarında özgün araştırma makalelerini, derlemeleri ve teknik notları kapsayacak şekilde yayımlanmaktadır. Dergide yayımlanacak makalelerin yazım dili Türkçe veya İngilizce'dir. Yazım kurallarına uymayan makaleler, hakemlere gönderilmeden önce düzeltilmek üzere yazara geri gönderilir. Bu nedenle, derginin yazım kuralları dikkate alınmalıdır. Makalelerin benzerlik oranı %25'i geçmemelidir. Makaleler şekiller ve tablolar dâhil 20 sayfayı geçmemelidir. Dergiye yayım için gönderilen makaleler en az iki hakem tarafından değerlendirilir. Makalelerin dergide yayımlanabilmesi için hakemler tarafından olumlu görüş bildirilmesi gerekmektedir. Dergi Editör Kurulu, hakem raporlarını (iki 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 DergiPark sistemi, 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 6(1), 2017
İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Araştırma Makaleleri (Mühendislik) / Research Articles (Engineering)

1. **2016'da Türkiye'de Kanathı Hayvanlardan Üretilebilecek Biyogaz ve Elektrik Enerji Potansiyeli** 1-11
Potential of Producing Biogas and Electric Energy From Poultry Animals In Turkey, 2016
H. Şenol, E.A. Elibol, Ü. Açıklık, M. Şenol
2. **Kilis İli İçin Farklı Yüksekliklerdeki Rüzgâr Potansiyelinin Belirlenmesi** 12-20
Determination of Wind Potential at Different Heights for Kilis
F. Dinçer, S. Rüstemli, Ş. Yılmaz, A. Çıngı
3. **Trafik İşaretlerinin Bilinirliği Üzerine Bir Araştırma: Denizli Örneği** 21-30
An Investigation on the Awareness of Traffic Signs: Denizli Sample
Y.Ş. Murat, Z. Çakıcı
4. **Emisyon Kontrol Uygulamalarında Saf Pomza Taşı Kullanabilirliğinin Deneysel Olarak Araştırılması** 31-41
Experimental Investigation of the Using Pure Pumice Stone In Emission Control Applications
N.Y. Çolak, D. Şimşek

Araştırma Makaleleri (Temel Bilimler) / Research Articles (Basic Sciences)

5. **Öklid Uzayında Bir Üçgenin Kenarortaylarının Kesim Noktasının Küresel İmajları ve Çizgiler Uzayında Karşıtları** 42-46
The Spherical Images and to Line Space Corresponding of Center of Gravity of Triangle in the Euclidean Space
M.Z. Temel
6. **Erzurum'dan Toplanan Kulaklı Orman Baykuşu (*Asio otus*) Peletlerinde Memeli Hayvan Türleri** 47-50
*The Remains of Small Mammals in the Eagle Owl (*Asio otus*) Pellets from Erzurum Province*
A. Kaya, Y. Coşkun
7. **Bitlis Eren Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu Öğrencilerinin Süt ve Süt Ürünleri Tüketim Alışkanlıkları ve Etkileyen Faktörler** 51-60
Determination of Consumption Habits and Affecting Factors for Milk and Products of Students at School of Health at Bitlis Eren University
M. Yalçın, M.Ş. Argun
8. **Characterization and Photovoltaic Studies of Capped ZnS, CdS and Cd_{1-x}Zn_xS (x=0.025) Nanoparticles** 61-68
S. Horoz, M.S. İzgi, Ö. Şahin
9. **Çorum Kargı Yöresi Su ve Mera Bitki Örneklerinde Mevsimsel Flor Düzeyleri** 69-76
Seasonal Fluor Levels in Water and Pasture Plant Samples of Kargı Province of Çorum
N. İlçin, A. Ertekin

Araştırma Makalesi / Research Article

2016'da Türkiye'de Kanatlı Hayvanlardan Üretilebilecek Biyogaz ve Elektrik Enerji Potansiyeli

Halil ŞENOL^{1*}, Emre Aşkın ELİBOL², Ünsal AÇIKEL³, Merve ŞENOL⁴

¹Giresun Üniversitesi, Genetik ve Biyomühendislik Bölümü, Giresun

²Giresun Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Giresun

³Cumhuriyet Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Sivas

⁴Birlik Anadolu Lisesi, İngilizce Öğretmenliği Bölümü, Diyarbakır

Özet

Dünya sahip olduğu geleneksel doğal enerji kaynaklarının tükenebilir nitelikte oluşu, önümüzdeki yıllarda tükenme boyutlarına ulaşması, insanları yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneltmiştir. Günümüzde yenilenebilir enerji kaynakları olarak güneş, rüzgar, biyokütle vb. enerji kaynakları kullanılmakta ve kullanımı artarak devam etmektedir. Biyogaz yenilenebilir enerji kaynakları statüsünde yer alan dünya enerji ihtiyacına alternatif bir çözüm kaynağıdır. Biyogaz bütün organik atıklardan üretilir. Organik atıklar çevre kirliliği açısından oldukça zararlıdır. Biyogaz üretimi enerji ihtiyacına çözüm yolu bulmasının yanında atıkları bertaraf etmesinden dolayı önem kazanmaktadır. Günümüzde biyogaz teknolojisi uygulamaları ekonomik ve çevresel yararlarından dolayı dünya genelinde gittikçe artma eğilimindedir. Bundan dolayı, son yıllarda organik madde atıklarının biyogaz potansiyelinin belirlenmesiyle ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Kanatlı hayvan atıklarından oksijensiz fermantasyon ile biyogaz üretimi önemli derecede bir enerji kaynağıdır. Ayrıca, biyogaz üretimi ile kanatlı hayvan gübresi fermente gübre haline dönüştürülebilir. Bu çalışmada biyogaz, biyogaz üretimi, biyogazın artırılması ve ülkemizde mevcut kanatlı hayvan gübresinden oluşturulabilecek biyogaz üretim potansiyeli incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Biyogaz, Organik Atık, Yenilenebilir Enerji, Oksijensiz Fermantasyon.

Potential of Producing Biogas and Electric Energy From Poultry Animals In Turkey, 2016

Abstract

The World has traditional and natural energy sources which are in the statute of exhaustible sources and in the coming years to research the depletion of reserves because of this the humanity has directed themselves to renewable energy sources. Nowadays renewable energy sources as solar, wind, biomass etc. are used and their usages increase day by day. Biogas is in the statute of renewable energy source and it is an alternative solution for the world's energy needs. Biogas production by anaerobic decomposition of poultry waste is an important alternative energy sources. Organic wastes are quite harmful for environmental pollution. Production of biogas has gained importance with not only find a solution for energy needs, but also remove the wastes. Nowadays, biogas technology applications are gradually increasing worldwide due to the economic and environmental benefits. Many researches and studies related to the determination of the biogas potential of waste organic materials have been carried out in the recent years. The production of biogas from poultry animal wastes (anaerobic fermentation) is an important alternative energy source. Besides this, with biogas production, poultry animal manure will be transformed into fermentation manure. In this process, biogas, biogas production, purification of biogas and potential of biogas production from available manure in our country has been observed.

Keywords: Biogas, Organic Waste, Renewable Energy, Anaerobic Fermentation.

*Sorumlu yazar: halilsenol1990@hotmail.com

Geliş Tarihi: 19/04/2017 Kabul Tarihi: 16/05/2017

1. Giriş

Dünya nüfusunun artmasından dolayı hayvancılık sektörü büyümüş, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde çevre kirliliğine neden olan hayvansal atığın birikmesine ve oluşmasına sebep olmuştur. Bu atıklar çevre için oldukça zararlıdır ve bertaraf edilmesi zordur. Son yıllarda Türkiye’de hayvansal atıkların yanında özellikle kümes ve çiftlik hayvanlarının sebep olduğu çevresel atıklar, oldukça önemli çevresel sorunlardır. Bu sebeple kanatlı hayvan yetiştiriciliği sektöründe dışkının oluşturduğu çevresel sorunlar önemli olmaya başlamıştır [1,2].

Hayvan atıklarının su kirliliğine olan zararlı etkilerini inceleyecek olursak, hayvancılık endüstrisi ülkemizde çok geniş bölgelere yayıldığından dolayı, suları kirletmesi açısından değerlendirilmesi gerekirse bu yönden etkilerinin tespit edilmesi zordur. Yerleşik olmayan kirlilik kaynakları olarak bilinen gübreler, yaş organik atıklar, hayvansal atıklar vb. yüzey sularına veya yer altı sularına ulaşarak suların kalitesini bozmaktadır ve kirletmektedir. Bu durumda sular kullanılmaz duruma gelmektedir [3].

Hayvancılık işletmelerinde, özellikle kanatlı hayvanlar endüstrilerinde çevre kirliliği oluşturan atıklar, önemli bir ekonomik potansiyelinin olduğu ortaya konmuştur. Hayvan endüstrisindeki atıkların neredeyse hepsi gübre ve yem üretimi gibi alanlarda kullanılabilir. Böylece hayvan endüstrisindeki atıkların değerlendirilmesi hem çevre kirliliğini azaltır hem de bu atıkların ekonomik olarak geri kazanımı sağlanır. [3]. Ancak bu atıkların herhangi bir fermantasyon işlemiyle patojen bakterilerden ayrılma gibi işlemler uygulanmadan doğrudan tarımda ekim alanlarına veya akarsulara uygulanması çevre kirliliğinin yanında toprağın ürün verimliliğini de etkilemektedir [4].

Kanatlı üretimin başladığı ilk zamanlarda kanatlı gübrelerinin sorun teşkil ettiği düşüncesine sahip olunmamış ve diğer hayvan gübreleri gibi geleneksel yöntemlerle tam olarak kompostlama yapılmadan toprağa verilmiştir [5].

Hayvan gübrelerinin yeteri kadar değerlendirme yöntemlerinin olmaması ve kurutma ya da kompostlama tekniklerinin maliyeti artırmasıyla, yerleşim birimleri etrafında kurulmuş büyük kapasitedeki tavukçuluk işletmelerinin genelde %50 civarında sulandırarak depoladıkları tavuk gübreleri çevre açısından koku, sinek kaynağı, atmosfer ve su kirliliğine neden olmaktadır [5].

Çevre kirliliği konuları arasında kanatlı hayvanların yaş gübrelerinin büyük payı vardır. Özellikle tavuk gübresi hoş olmayan bir koku ile çevreyi kirletmektedir. Dünyada her ülke kendi ekonomisine ve gereksinimine uygun en ekonomik yöntemi bulma arayışı içerisinde girmiştir. Gelişmiş ülkelerde ve birçok gelişmekte olan ülkelerde de tavuk gübresi birçok şekilde değerlendirilmektedir. Ancak bazı ülkelerde biyogaz tesisleri kurularak, tavuk gübresinden elde edilen biyogaz, enerjiye dönüştürülerek hem enerji hem de kompost elde edilmektedir. Bu şekilde atık olarak nitelendirilen tavuk gübresinden hem biyogaz elde edilerek enerji sağlanması hem de kompost gübre elde edilmesi sağlanmaktadır. Dünya da üretilen tavuk gübrelerinin yaklaşık %95i kompost gübre olarak, yem üretimi ve yakıt olarak değerlendirilebilir [5].

Ekonomik açıdan genel olarak ülkemiz tarımda ve hayvancılıkta çok elverişli yapıya sahiptir. Böylece 1999 yılından bu yana ülkemizde yaklaşık 238 milyon kanatlı hayvan beslenmektedir. Bu nedenle ülkemizdeki hayvancılıkta kanatlı hayvanların ayrı bir yer aldığı anlaşılır. 2016 yılında ise Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre bu sayı 320,4 milyona ulaşmıştır [6].

1.1. Biyogaz Üretimi

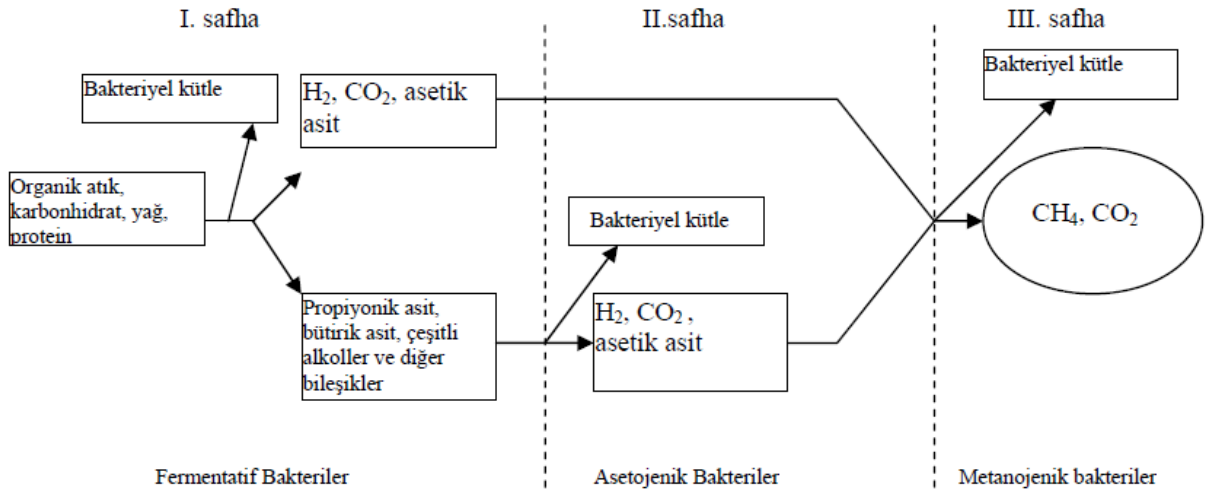
Biyogaz anaerobik (oksijensiz) ortamda, sabit bir sıcaklık altında organik maddelerin farklı mikroorganizma grupları tarafından parçalanmasıyla meydana gelmektedir. Biyogazın doğal oluşumu biyojeokimyasal karbon döngüsünün önemli bir parçasıdır. Metan üreten bakteriler (metanojenler) organik madde parçalayan ve çevreye ayrılmış ürünler veren mikroorganizmalar zincirinin son halkasıdır. Bu süreçte yenilenebilir bir enerji kaynağı olan biyogaz oluşur.

Mikrobiyal faaliyetler sayesinde atmosfere her yıl 590-880 milyon ton metan salınmaktadır ve dışarı verilen metanın yaklaşık %90’ı biyokütleinin ayrışmasından elde edilmektedir, kalan kısmı ise fosil kökenli (petro kimyasal prosesler, vb.) kaynaklardan oluşmaktadır [7].

Biyogaz; renksiz, yanıcı, ana bileşenleri metan (CH_4) ve karbondioksit (CO_2) olan, az miktarda hidrojen sülfür (H_2S), azot (N_2), oksijen (O_2) ve karbon monoksit (CO) içeren bir gaz karışımından oluşmaktadır. Genellikle organik maddenin % 40-% 60 kadarı biyogaza dönüşür. Geri kalan artık ise kokusuz, gübre olarak kullanılmaya elverişli bir katı veya sıvı üründür. Bu atık ise çevreye zarar verici olan organik atıkların bertaraf edilmiş halidir ve organik gübre olarak kullanılabilir [8].

Fermentasyon ile biyogaz üretimi, yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yeri olan biyokütleden elde edilir. Son yirmi beş yıldır, anaerobik fermentasyon (oksijensiz fermentasyon), endüstriyel ve zirai atıkların çoğuna uygulanmaktadır [9]. Elde edilen bu enerji temiz bir enerjidir ve organik artıklarının oksijensiz ortamda metan gazına dönüşümü ile mümkündür. Biyogaz üretiminde kullanılan bazı organik atıklar, mısır sapı, şeker pancarının yaprakları veya küspesi, pirinç samanı ya da atıkları, büyükbaş ve küçükbaş hayvan gübreleri, mezbaha et ve kan atıkları, lağım atıkları, atıksu arıtma tesisi çamurları, insan dışkıları, ağaç yaprakları, yosun ve alglerdir [10,11].

Organik atıkların veya organik maddelerin fermentasyonu aşağıdaki Şekil 1 de üç safha halinde gösterilmiştir. Bu safhaların ilki hidroliz, ikincisi asit üretimi ve üçüncüsü ise metan üretimidir. Birinci safhada yüksek moleküllü organik bileşikler hücre dışı enzimleriyle hidrolize uğrayarak daha küçük molekül ağırlıklı organik bileşiklere dönüşürler. Asit üretimi safhasında düşük molekül ağırlığına dönüşen organik bileşikler asit bakterileri tarafından uçucu yağ asitlerine ve asetik aside dönüştürülür. Üçüncü safhada ise asetik asidin ayrışmasıyla ve CO_2 ve H_2 senteziyle metan üretimi gerçekleşir [12].



Şekil 1. Biyogaz üretim aşamaları

1.1.1. Biyogaz Üretimini Etkileyen Faktörler

1.1.1.1. Organik Besleme Akımı

Sürekli bir biyogaz üretimini gerçekleştirmek, düzenli sıcaklık kontrolünü için biyoreaktöre sık aralıklarla, besleme yapmak gerekir. Beslemenin artması organik maddenin parçalanmasını arttırmaktadır. Çünkü sürekli bir biyogaz üretimini gerçekleştirmek için biyoreaktördeki substrat-su oranının sabit olması tutulması halinde mikroorganizmaların biyogaz üretimi için tüketileceği organik madde miktarı azalmamış olur ve böylece daha çok gaz üretimi gerçekleşir. Böyle bir sabitlik yaratmak için biyoreaktöre beslenecek olan substratın su ve organik madde miktarı oranı önceden hesaplanarak ayarlanması gerekmektedir [13].

1.1.1.2. Katı Madde Oranı

Biyogaz üretimi için kullanılan substratın katı madde içeriğindeki belirli seviyeden sonraki artışlar, metanojen bakterilerin aktivitesini kademeli olarak yavaşlatabilir ve sonuç olarak biyogazın üretim verimi düşebilir [7]. Biyogaz tesislerinde biyokütle olarak bilinen katı madde içeriğinin %7-12 değerinde olması gerekmektedir [14]. Anaerobik fermantasyon sistemlerinde maksimum biyogaz üretim verimi reaktöre verilen hammadde katı maddenin kütlece %6 ile %10 arasında olduğunda gerçekleştiği ve metan üretim veriminin, kütlece %12 katı madde oranının aşılması durumunda ise düştüğü görülmektedir. Anaerobik parçalanma biyoreaktöründeki su karışımı az, katı madde oranı fazla ise mikroorganizma içeriğindeki büyüme azalmasından ve karıştırma için gerekli enerji ihtiyacı artışından dolayı gaz verimi düşmektedir. Biyogaz üretimindeki substratın ayrıca katı madde oranının çok az olması ve su miktarının fazla olması ise yine mikroorganizmalar için uygunsuz koşulların oluşmasına yol açar. Böylelikle biyogaz oluşumu yine olumsuz etkilenir [15].

1.1.1.3. Hidrolik Alınma Süresi

Hidrolik bekleme süresi (HBS), gübre içindeki organik maddelerin (substratın) bakteriler tarafından çürütülmesi sonucu biyogaz üretmesi için gerekli olan süre olarak tanımlanabilir. Reaktör içindeki bazı organik maddeler(substratlar) tam olarak biyokimyasal reaksiyona girdiğinde zamanla gaz üretimi azalmaya başlamaktadır. Belirlenen hidrolik bekleme süresi içinde substrat olarak kullanılan organik maddelerin %70-80 oranında biyokimyasal reaksiyona girerek yok olduğu varsayılır. Biyogaz tesislerindeki HBS, işletme sıcaklığına bağlı olarak 20-120 günler arasında değişmektedir. Tropikal kısımlarda HBS nin 40 ila 50 gün arasında olduğu bilinmektedir. Örneğin Çin'in soğuk bölgelerinde bu süre yaklaşık 100 gün olduğu bilinmektedir [16].

1.1.1.4. Organik Yükleme Hızı

Anaerobik parçalanma (oksijensiz fermantasyon) sırasında uygun olabildiğince organik yükleme hızı sabit alınmalıdır. Organik yükleme hızı fazla ise reaktörde uçucu yağ asitleri birikir ve pH azalır. pH'ın azalması metan oluşturan bakterilerin faaliyetini aksi yönde etkilemektedir. Bu olay da biyogaz üretim hızını olumsuz yönde etkiler. Aynı şekilde organik besleme hızı azaldığı zaman biyogaz üretim hızı da olumsuz etkilenir [16].

1.1.1.5. Karıştırma Hızı

Biyogaz reaktörünün verimi öncelikle reaktördeki organik maddelerin kalma zamanından, hayatta kalabilecek durumda olan metanojen bakteriler ve biyoreaktöre giren organik maddelerin birbirlerine olan temasından etkilenmektedir. Fermantasyon ile verimli bir gaz karışımı üretmek için, biyogaz reaktöründeki karıştırmanın yararı araştırmacılar tarafından bahsedilmiştir. Anaerobik biyoreaktör içerisindeki organik maddelerin karıştırılması ile mikroorganizmalar eşit şekilde dağılmaktadır. Karıştırma işlemi ayrıca organik maddelerin partikül büyüklüğünü azaltmaktadır. Böylece ön işlem etkisine ve karışımdan biyogazın serbest kalmasına yardımcı olmaktadır [17,18].

1.1.1.6. Sıcaklık

Metanojen bakteriler aşırı fazla sıcaklık ve aşırı düşük sıcaklıklarda aktif olmazlar. Mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilen bu reaksiyonlar 60 °C ye kadar sıcaklık arttıkça artmaktadır. Metanojen bakteriler sıcaklığa karşı ve ışığa karşı hassas davranırlar [16].

Psikofilik sıcaklık aralığı 5 - 25 °C, arasındadır.

Mezofilik sıcaklık aralığı 25 - 38 °C arasındadır.

Termofilik sıcaklık aralığı 50 - 60 °C arasındadır.

1.1.1.7. pH Değeri

Metanojen bakteriler nötr veya hafif olarak alkali ortamda performans gösterirler. Fermantasyon işlemi anaerobik şartlarda uniform olarak devam ederken ortamın pH'ı, normal olarak 7-7,5 arasında değişmektedir. Karbondioksit-bikarbonat ($\text{CO}_2\text{-HCO}_3^-$) ve amonyak-amonyumun ($\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$) tamponlama etkisinden dolayı pH seviyesi azda olsa değişmektedir. Düşen pH'ın metan oluşturan mikroorganizmalar üzerinde zıt etki yapılmasını bikarbonatlar engeller. Çünkü bikarbonatlar oksijensiz fermantasyon sırasında pH düşürme etkisini önleyebilmektedir. Bunun nedeni ise üretim fermantasyon sırasında oluşabilen uçucu yağ asitlerinin, serbest olacak şekilde yağ asitleri halinde değil de bağlı olacak şekilde olacağından dolayı pH ın düşmesini önleyebilmektedir. Oksijensiz fermantasyonla biyogaz oluşumu için ideal pH aralığı 6.8-7.8 olarak kabul edilebilir. Fermantasyon reaktörünün pH' ı 6,8' nin altına düşerse, metanojik bakterilere toksik etki yapabilmektedir. pH 6,5 altındaki bir değere geldiğinde ise gaz üretimi tamamen durmaktadır. Bu nedenle pH düşüğünde metanojen bakteriler olumsuz olarak etkilenir ve bu durum da biyogaz üretim verimini olumsuz olarak etkiler [16].

1.1.1.8. C/N Oranı

Organik atık maddeler, oksijensiz fermantasyon tankında üreyen farklı mikroorganizmalar tarafından kullanılabilir. C/N oranı bu mikroorganizmalar için gerekli uygun ortam koşullarının sağlanmasında çok önemli bir yere sahiptir. C/N oranı 23'den büyük olduğunda çürüme yavaşlar. Aynı şekilde bu oran 10'dan küçük olması durumunda da çürüme yavaşlamaktadır. Bu nedenle biyogaz üretimi için optimum C/N oranı 10-23 değerleri arasında olmalıdır [16].

1.1.1.9. Biyoreaktörde Köpük Oluşumu

Üretilen biyogazın fazla miktarda oluşumu, biyoreaktörde köpük tabakasının oluşması kaçınılmazdır. Bu köpük oluşumu, işletmeye alınan gaz çıkışının fazla olması veya organik yükteki ani artışlardan da olabilmektedir [19]. Köpük oluşumu, HBS nin yükselmesiyle ya da sıcaklığın yükselmesiyle azaltılabilir. Yağ asitleri gideriminin geliştirilmesiyle birlikte köpük oluşumunun düştüğü gözlenmiştir [20]. Ayrıca pH'ın düşmesiyle de köpük oluşumu yükselmektedir. Köpük oluşumu HBS nin 10 günden az olduğunda da yaşanır. Bu köpük tabakasını yok etmek için mekanik karıştırma veya su püskürtme gibi çözüm önerileri geliştirilmiştir [21].

1.1.1.10. Toksik Etki

Mineral iyonlar, ağır metaller ve deterjanlar biyoreaktörde oksijensiz fermantasyon sonucu mikroorganizmalar üzerinde toksik etki yaparlar. Mineral iyonlar (potasyum, sodyum magnezyum, kalsiyum, amonyum ve kükürt gibi maddeler) mikroorganizmaların gelişmesini artırır. Fakat ağır metaller toksik etki yapabilirler. Örneğin 50-200 mg/l amonyum mikroorganizmalarının gelişmesini sağlar fakat 1500 mg/l amonyum mikroorganizmalar üzerinde zıt etki yapabilmektedir [16]. Biyogaz üretiminde yukarıdaki parametreler çok önemlidir. Biyogaz oluşumunda tesis verimi; katı madde oranı, C/N oranı, basınç, karıştırma, pH, sıcaklık, yükleme oranı, toksik maddeler ve bekleme süresi gibi birçok bileşene bağlı olmaktadır. Bu bileşenler tesisin yapısına göre değişiklik göstermektedir [23].

1.2. Biyogazın Saflaştırılması

Organik atıklardan oksijensiz fermantasyon sonucu ile üretilen biyogaz saf metan içeriğine sahip olmadığı için biyogazın kullanım amacına saflaştırılması gerekmektedir. Biyogazın motorlu taşıtlarda kullanılması birtakım kurallarla mümkün olmaktadır. Motorlu taşıtlarda kullanılması için biyogazın içeriğinde ki H₂S içeriği en fazla 17 ppm ve içeriğindeki CH₄ oranı da %96 in üzerinde olmalıdır. Hatta bazı ülkeler biyogazın motorlu taşıtlarda kullanılabilme kuralını H₂S oranının max 4 ya da 5 ppm olması gerektiğini savunmuştur. Bu değerlere getirilen biyogaz yüksek basınç altında (yaklaşık 200 bar) sıkıştırılarak, sıkıştırılmış doğal gazla çalışan (CNG) gibi motorlarda kullanılabilmesi mümkündür. İçeriğinde ortalama % 97 CH₄ gazı bulunan 1 m³ biyogaz 1 litre benzinle aynı enerji değerine sahiptir [22]. Biyogaz karışımının içerisinde saflaştırılması genellikle gereken en büyük bileşenler CO₂ ve H₂S dir.

1.3. Biyogazın CO₂ den Ayrılması

Biyogazın içerisinde saflığını azaltan en büyük bileşen CO₂ dir. Biyogaz karışımı içerisindeki bu bileşen ne kadar çok ayrıştırılırsa biyogazın enerji değeri o kadar çok artmaktadır. Başlıca CO₂ adsorplama yöntemleri olarak; sudan geçirme, polietilen glikol ile adsorplama, karbon moleküler elek kullanma ve membran ayırma olarak bilinmektedir. Küçük işletmeli tesislerde ise en basit yöntem oluşan biyogazı doğrudan sudan geçirmektir. Su ile biyogazın içeriğindeki metan oranı %90 na kadar çıkmaktadır [24]. Suya tutunan CO₂ kuru buz üretiminde ve seralarda kullanılabilir. Bir diğer ayrıştırma yöntemi olan polietilen glikol ile adsorplama ise biyogazın saflaştırmalarında daha büyük tesisler için uygun görülmektedir. Çünkü karbondioksit tutan polietilen glikol desorpsiyon kolonunda kolaylıkla kazanılabilmektedir. Orta ve büyük ölçekli tesislerde polietilen glikol ile yapılan saflaştırmalar su ile yapılan saflaştırmalara göre uzun vade de daha az maliyet içeriğine sahiptir. Membran ayırma yönteminde ise biyogaz içeriğindeki gaz karışımının molekül büyüklüğü farkını kullanarak yapılan ayrıştırma yöntemidir. Bu yöntem ile CO₂ ve H₂S gazları CH₄ gazına göre daha küçük molekül yapısına sahip olduğundan membran fitreden daha kolaylıkla geçebilmektedir. Böylece arıtma işlemi tamamlanmış olmaktadır [25].

1.4. Biyogazın H₂S den Ayrılması

CO₂ biyogazın verimini düşürdüğü gibi H₂S de biyogaz üretim proseslerin de korozyona sebep olmakta ve arıtılması gerekmektedir. Başlıca H₂S arıtım yöntemleri olarak; polietilen glikol ile ayrıştırma, su ile ayrıştırma, biyogaz reaktörüne demir klorür veya hava ilavesi ve aktif karbon kullanılmasıdır. Biyogaz reaktörüne hava ya da oksijen ilave ederek hava ile biyogaz içeriğinde oluşan H₂S reaksiyona girerek Hidrojen Sülfat oluştururlar. Bu hidrojen sülfat reaktörden fermente gübre ile birlikte alınmaktadır. Bu yöntemle biyogaz içeriğinde istenmeyen gaz olan H₂S konsantrasyonun da yaklaşık %95 e varan azalma gözlenmektedir. Bu yöntemle kullanılan havanın içeriği ise en fazla %6 olmalıdır. Biyogaz reaktörünün içerisine demir klorür eklenmesi ile H₂S ile demir klorür reaksiyona girmekte ve demir sülfat oluşturmaktadır [26]. Bir diğer H₂S ayrıştırma yöntemi olan yöntem ise aktif karbon içerisinden ham biyogazın geçirilmesidir. Bu yöntem aslında doğrudan arıtım yöntemi değildir. Biyogaz reaktörü içerisine gönderilen havanın H₂S ile reaksiyona girerek kükürt ve su oluşturmaktadır. Aktif karbon sayesinde oluşan kükürt adsorbe edilir ve reaktörden ayrılmaktadır [27].

1.5. Biyogaz İçerisindeki Nemin Giderilmesi

Reaktörde oluşan biyogaz neme doymuş haldedir ve biyogaz proseslerin de depolama alanına giden biyogaz yanında nemi de beraberinde götürmektedir. Depolanan biyogaz içeriğindeki nem biyogazın enerjisini düşürmesi ve gazın sıkıştırılması esnasında nemin gaz ventilerine sıkışması gibi problemlere sebep olmaktadır. Bu nedenle biyogaz içeriğindeki nem miktarının giderilmesi gerekmektedir. Biyogazın içeriğinde nem olması yakıldığında kırmızımsı renkte alev çıkmasından anlaşılabilmektedir [28]. Biyogaz içerisindeki nemin giderilmesi için su adsorplayıcı katı veya sıvılar kullanılabilir.

Ayrıca adsorpsiyon kulelerinde suyu seven tuzlar, metal oksitler veya glikol gibi bileşenler sayesinde biyogaz içeriğindeki nem giderilebilmektedir.

2. Materyal ve Metot

Biyogaz bütün organik maddelerden oksijensiz fermantasyon yolu ile metanojen bakteriler tarafından oluşabilen bir gaz karışımıdır. Biyogazın verimi ve yanıcılığı CH₄ gazından kaynaklanmaktadır. Temel bir biyogaz bileşimi aşağıdaki Tablo 1’ de ortalama olarak verilmiştir [29].

Tablo 1. Biyogazın içeriği

Gazın cinsi	Gazın içeriği (% değeri)
CH ₄	40-70
CO ₂	30-60
H ₂ S	0-3
H ₂	0-1
O ₂	0,01-0,2
N ₂	0,1-1

Tablo 2. Çeşitli gazların enerji değerleri

Gazın cinsi	Enerji Değeri (MJ/m ³)
Propan	25,5
Bütan	28,7
Doğal gaz	37,3
Biyogaz	24,0

Yukarıdaki Tablo 2’ de çeşitli gazların enerjileri MJ değeri verilmiştir. Buradan da görüldüğü gibi 1 m³ biyogazın enerji değeri 24 MJ’ dür [30].

Biyogazın içerisindeki CH₄ gazı biyogazın verimi olarak bilinmektedir. Biyogazın verimi organik atıkların çeşitliliğine göre farklılık göstermektedir. Aşağıdaki Tablo 3’ de farklı organik atıklara göre CH₄ içeriğini ifade etmektedir [31].

Tablo 3. Organik atık cinslerine göre CH₄ yüzdeleri

Organik atıklar	Hacimce CH ₄ içeriği (% değeri)
Sığır gübresi	65
Tavuk Gübresi	60
Domuz Gübresi	67
Saman	59
Çimen	70
Yapraklar	58
Mutfak Çöpleri	50
Deniz Yosunu	63
Su sazı	52

Tablo 4. 2016 yılı ülkemizdeki kanatlı hayvan sayıları

Hayvan cinsi	Hayvan sayısı
Tavuk	316.322.000
Hindi	2.828.000
Kaz	851.000
Ördek	398.000
Toplam	320.399.000

Yukarıdaki Tablo 4’ de TÜİK verilerine göre toplam kanatlı hayvan sayısı verilmiştir [6]. Ülkemizde 2016 yılında yaklaşık toplam 320,4 milyon kanatlı hayvan yaşamaktadır.

Tablo 5. Biyogaz enerjisi

Gazın cinsi	Miktarı(m ³)	Enerji değeri(kwh)
Biyogaz	1	4,7

Yukarıdaki Tablo 5’ de 1 m³ gazın enerji değeri kwh cinsinden verilmiştir [32]. 1 m³ biyogazın enerji değeri 4,7 kwh e eşittir. Bu değerde 1 TL sının üzerinde bir rakama tekabül etmektedir.

Tablo 6. Hayvan cinsine göre yaş gübre ağırlıkları

Hayvan cinsi	Yaş gübre miktarı(ton/yıl)
Büyükbaş hayvan	3,6
Küçükbaş hayvan	0,7
Kanatlı hayvan	0,022

Yukarıdaki Tablo 6’ da hayvan cinsine göre yaş gübre miktarları verilmiştir. Buradan da anlaşıldığı üzere bir tane kanatlı hayvan bir yılda 22 kg yaş gübre üretmektedir [33].

Tablo 7. Bazı hayvan türlerinin gübresinin biyogaz üretim potansiyeli

Gübre cinsi	Gübre miktarı (ton)	Biyogaz potansiyeli (m ³)
Sığır	1	33
Koyun	1	58
Kanatlı hayvan	1	78

Yukarıdaki Tablo 7’ de kanatlı hayvan gübresinin 1 tonundan 78 m³ biyogaz üretilebileceği ifade edilmiştir [34].

Biyogaz hesabı yapılırken kullanılacak diğer kabuller şu şekilde verilebilir: 2017 yılının elektrik enerjisi fiyatı 1 kwh elektrik enerjisinin fiyatı 0,30 TL dir [31].

3. Bulgular ve Tartışma

Aşağıdaki Tablo 8’ de ülkemizin kanatlı hayvan atıklarından elde edebileceği biyogaz miktarı hesaplamaları yaparken 1 kwh elektrik enerji değeri 0,3 TL’ den hesaplanacaktır.

1 m³ biyogaz enerjisinin 4,7 kwh değerine eşit olduğundan dolayı 1,41 TL değerindedir.

Aşağıdaki Tablo 9’ da kanatlı hayvanların ürettiği yaş gübre ve bu yaş gübreden elde edilebilecek biyogaz miktarı verilmiştir.

Tablo 8. Kanatlı hayvan sayılarına göre biyogaz üretim miktarları

Toplam kanatlı hayvan sayısı	Ürettiği yaş gübre miktarı (ton/yıl)	Ürettiği biyogaz miktarı (m ³ /yıl)	Enerji değeri (MJ/yıl)
1	0,022	1,716	41,184
320.399.000	7.048.778	556.853.462	13.364.483.088

Tablo 8’ de belirtildiği gibi Türkiye’de 320.399.000 tane kanatlı hayvan bulunmaktadır ve bu kanatlı hayvanların ürettiği toplam biyogaz miktarı 556.853.462 m³ tür. Bu enerji değeri de 13.364.483.088 MJ değerine eşittir.

Aşağıdaki Tablo 9’ da ülkemizdeki bütün kanatlı hayvanlardan üretilebilecek aylık, yıllık ve günlük kazanç TL olarak verilmiştir.

Tablo 9. Kanatlı hayvanlardan üretilen biyogazın ülkemize yıllık, aylık ve günlük kazancı

Yıllık kazanç (bin TL)	Aylık kazanç (bin TL)	Günlük kazanç (bin TL)
785.163	65.430	2.181

Tablo 10. 2016 yılında kanatlı hayvanlardan üretilebilecek elektrik enerji değeri

Toplam kanatlı hayvan sayısı	Aylık elektrik üretim miktarı (kwh)	Günlük elektrik üretim miktarı (kwh)
1	0,67	0,022
320.399.000	218.100.000	7.270.000

Yukarıdaki Tablo 10’ da Türkiye’ de kanatlı hayvanların oluşturabileceği toplam aylık ve günlük olarak elektrik enerji değeri hesaplanmıştır. Tablodan da görüldüğü gibi ülkemizdeki bütün kanatlı hayvanların oluşturabileceği toplam elektrik enerji miktarı aylık olarak 218.100 Mwh değerine karşılık gelmektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Tablo 9’ da ülkemizde kanatlı hayvanların yaş gübresinden üretilebilecek biyogaz miktarının değeri Türk lirası cinsinden verilmiştir. Bu tabloya göre yıllık yaklaşık 785 milyon TL, aylık yaklaşık 65 milyon TL ve günlük yaklaşık 2 milyon TL olarak bulunmuştur. Bu değerlerden de anlaşılacağı üzere ülkemiz, kanatlı hayvanlarından elde edilebilecek keşfedilmemiş bir biyogaz potansiyeline sahiptir.

Yukarıdaki tablolara bakıldığında ülkemizde 2016 yılında toplam 320,4 milyon kanatlı hayvanın bulunduğu gözlemlenmiştir. Bu hayvanların en büyük sorunu ise atık olarak oluşturdukları dışkıların bertaraf edilmesi problemidir. Bu problemlerde biyogaz üretimi sayesinde giderilebilmektedir. Çünkü biyogaz üretimi hem atıkların bertaraf edilmesini sağlar hem de enerji ihtiyacına yardımcı olur. Oksijensiz fermantasyon sonucunda dışarıya çıkan yan ürün depolanabilir ve zamanla yapısında hiçbir bozulma olmaz ve zamanı gelince istenildiği zaman tarlaya serilebilir.

Ülkemizde kanatlı hayvan yaş gübresinden biyogaz üretimine enerji açısından bakıldığında toplam yıllık ürettiği enerji miktarı yaklaşık 13,36 milyar MJ olarak hesaplanmıştır. Bu değer enerji olarak dışa bağımlı ülkemizin gerekli olan enerji miktarının büyük bir kısmını karşılamaktadır. Aynı zamanda Türkiye’deki bütün tavuk gübrelerinin oluşturduğu bu enerji değerini elektrik enerji değerine karşılığı günlük olarak 7.270 Mwh elektrik enerjisi yapmaktadır. Bu nedenle ülkemizin enerji ihtiyacını azaltacak olan biyogaz üretim tesislerinin sıklaştırılması ve özellikle kanatlı hayvanlardan seri üretimin olması gerekmektedir.

Biyogaz üretimini ülke ekonomisi açısından değerlendirecek olursak, oldukça verimli olduğu ortaya çıkmaktadır. 1 m³ biyogazın değeri yaklaşık olarak 1,3 TL olduğunu düşünürsek bir üretim tesisinde elde edilen enerjide oldukça verimli halde olduğu karşımıza çıkmaktadır. Fakat ne yazık ki ülkemiz biyogaz üretim tesisi sayısı açısından Dünya ve Avrupa ülkelerinden oldukça geride kalmıştır. Bu nedenle ülkemizde biyogaz üretiminin yapılmasına, tesis sayısının artırılmasına, biyogaz tesis projelerinin önemsenmesine ihtiyaç vardır.

Tavuk gübresinden üretilen biyogazın TL değeri hesaplanırken, yapılan hesaplamalarda maliyet giderleri hariç tutulmuştur. Çünkü maliyet tasarımı tesisin yerine, durumuna ve yıllık kullanımına bağlı olarak değişmektedir.

Biyogaz üretimi günümüzde yaygın olarak kentsel atık su arıtma tesislerinde ve artan şekilde tarımsal atıklar, hayvan endüstrisi atıkları gibi organik atıkları bertaraf etmek amacıyla kullanılmaktadır [35]. Fakat bu atıklar hem yeteri kadar değerlendirilmemekte hem de tavuk atıkları bu değerlendirmeler doğrultusunda kullanılmamaktadır. Bu nedende ülkemizdeki bu atıkların değerlendirilmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

1. Eleroğlu H., Yıldırım A. 2011. Tavukçuluk Katı Atıklarının Tavuk Gübresine İşlenerek Çevre Kirliliğinin Azaltılması, 3. Ulusal Katı Atık Yönetimi Kongresi, pp494-503, 7-10 Eylül, KKTC.
2. Koç T. 2002. Bandırma İlçesinde Tavukçuluğun Çevresel Etkisi, Ekoloji Dergisi, 11 (43): 11-16.
3. Karaman S. 2006. Hayvansal Üretimden Kaynaklanan Çevre Sorunları ve Çözüm Olanakları, Journal of Science and Engineering, 9 (2): 133-139.
4. Yetilmezsoy K. 2010. Tavuk Çiftliklerinden Kaynaklanan Atıkların Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Değerlendirilmesi, 2. Atık Teknolojileri Sempozyumu ve Sergisi, pp132-136, 4-5 Kasım, İstanbul.
5. Şahin S., Altunal N., 2008. Etlik Piliç Dışkılarının Gübre Olarak Değerlendirilmesi ve Önemi, Veteriner Tavukçuluk Derneği Dergisi, 6 (3): 6-7.
6. TÜİK. 2017. <http://www.tuik.gov.tr/Start.do>. (Erişim tarihi: 02.02.2017).
7. Kossmann W., Pönitz U. 1999. Basics Volume I, Information and Advisory Service on Appropriate Technology (ISAT), GATE in Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), GmbH, Eschborn, Federal Republic of Germany.
8. Gül N. 2006. Tavuk Gübresinden Biyogaz Üretim Potansiyelinin Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 57s, Isparta.
9. Ghosh S. 1997. Anaerobic Digestion For Renewable Energy and Environmental Restoration. The 8th International Conference on Anaerobic Digestion, pp50-55, 12-15 Haziran, Japonya.
10. Speece R.E. 1996. *Anaerobic Biotechnology for Industrial Wastewaters*. Arachae Press, Nashville.
11. Karim K., Klasson T., Hoffmann R., Al-Dahhan M.H. 2005. Anaerobic Digestion of Animal Waste: Effect of Mixing, Bioresource Technology, 96: 1607-1612.
12. Demir İ., Öztürk İ. 1989. Havasız Çamur Yataklı Reaktörlerin Kinetik Modellenmesi, 5.Çevre Bilimleri ve Teknolojisi Kongresi, pp18-23, 13-15 Haziran, Adana.
13. Çeken H.B. 1997. Biyogaz Üretim Sistemi Tasarımı ve Uygulaması. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 108s, Afyon.
14. Demir İ. 1993. Hayvan Atıklarından Biyogaz Eldesi. Türk Devletleri Arasında 2. İlimi İşbirliği Konferansı, pp179-186, 2-3 Kasım, Kazakistan.
15. Ardıç İ., Taner F. 2004. Tavuk Gübresindeki Katı Maddenin Sudaki Çözünürlüğüne Asidik Önilemlerin Etkileri, Ekoloji dergisi, 14 (53): 39-43.
16. Öztürk, M. 2005. Hayvan Gübresinden Biyogaz Üretimi, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
17. Casey T.J. 1986. *Requirements and Methods for Mixing in Anaerobic Digesters. Anaerobic Digestion of Sewage Sludge and Organic Agricultural Wastes*, London: Elsevier Applied Science Publisher, 90-103.

18. Lee S.R., Cho N.K., Maeng W.J. 1995. Using the Pressure of Biogas Created During Anaerobic Digestion as the Source of Mixing Power, *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 80 (4): 415-417.
19. Mosey F.E., Foulkes M. 1984. *Control of the Anaerobic Digestion Process, In Swage Sludge Stabilization and Disinfection*, Ed. A.M. Bruce. Ellis Horwood, Chichester.
20. Halalshah M., Koppes J., Elzen J., Zeeman G., Fayyad M., Lettinga G. 2005. Effect Of SRT and Temperature on Biological Conversions and The Related Scum-Forming Potential, *Water Research*, 39: 2475-2482.
21. Yıldız Ş., Balahorli V., Sezer K. 2010. Organik Atıklardan Biyogaz Üretimi (Biyometanizasyon) Projesi, *Su ve Çevre Dergisi*, 33: 90-105.
22. İlkılıç C., Deviren H. 2011. Biyogazın Oluşumu ve Biyogazı Safılaştırma Yöntemleri, 6th International Advanced Technologies Symposium, pp150-155, 16-18 Mayıs, Elazığ.
23. Çağlayan G.H., Koçer N.N. 2014. Muş İlinde Hayvan Potansiyelinin Değerlendirilerek Biyogaz Üretimini Araştırılması, *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2 (1): 215-220.
24. Koçar G., Eryaşar A., Ersöz Ö., Arıcı Ş., Durmuş A. 2010. *Biyogaz Teknolojileri*. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
25. Eyidoğan M. 2008. Biyogazın Safılaştırılması ve Motorlu Taşıtlarda Yakıt Olarak Kullanılması, *Makine ve Mühendis*, 584 (49): 18-24.
26. McNamara C.J., Anastasiou C.C., O'Flahert V., Mitchell R. 2008. Bioremediation of Olive Mill Wastewater, *International Biodeterioration & Biodegradation*, 61: 27-134.
27. IEA Bioenergy. 2005. Biogas Upgrading and Utilization. Task 24; Energy from Biological Conversion of Organic Waste, Report, 4-18.
28. Walsh J.L., Ross C.C., Smith, M.S., Harper S.R. 1989. Utilization of Biogas, *Biomass*, 20: 277-290.
29. Kobya, M. 1992. Sığır Gübresinden Biyogaz Üretimi ve Erzurum Koşulları İçin Bir Biyogaz Tesisi Tasarımı. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek lisans Tezi, 68s, Erzurum.
30. EKSİS. 2017. Biyogaz Enerji Hesabı. http://www.kurutma.net/biogaz_enerji_hesabi.html. (Erişim tarihi 25.01.2017).
31. Nadaisa H., Capelaa I., Arrojaa L., Duarteb A. 2005. Anaerobic Treatment Tecnology, *Water Research*, 39 (2005): 1511-1518.
32. Enerji. 2016. <http://www.enerjiatlasi.com/haber/2017-yili-elektrik-fiyatlari-belirlendi>. (Erişim tarihi: 01.02.2017).
33. Eleroğlu H., Yıldız S., Yıldırım A. 2013. Tavuk Dışkıının Çevre Sorunu Olmaktan Çıkarılmasında Uygulanan Yöntemler, *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 2: 14-24.
34. Ilgar R. 2012. Hayvan Varlığına Göre Çanakkale Biyogaz Potansiyelinin Tespitine Yönelik Bir Çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ortaöğretim Sosyal Alanlar Eğitimi Bölümü, Coğrafya Eğitimi ABD.
35. Haak L., Roy R., Pagilla K. 2015. Toxicity and Biogas Production Potential of Refinery Waste Sludge for Anaerobic Digestion, *Chemosphere*, 144 (2016): 1170-1176.

Araştırma Makalesi / Research Article

Kilis İli İçin Farklı Yüksekliklerdeki Rüzgâr Potansiyelinin Belirlenmesi

Furkan DİNÇER^{1*}, Sabir RÜSTEMLİ², Şaban YILMAZ¹, Ali ÇINGİ¹

¹Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kilis

²Bitlis Eren Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Bitlis

Özet

Günümüzde kullanılan en yaygın yenilenebilir enerji kaynaklarından bir tanesi de rüzgâr enerjisidir. Bu çalışmada Kilis ili için 10 metre yükseklikteki rüzgâr hız değerleri baz alınarak 30, 40, 60 ve 80 metre yüksekliklerindeki rüzgâr hızları hesaplanmıştır. Böylece, Kilis İli için yıllık rüzgâr enerjisi potansiyeli hesaplanmıştır. Ayrıca farklı iller için de var olan rüzgâr hızı değerlerine bağlı olarak farklı yükseklikteki rüzgâr hızları hesaplanabilmektedir. Bu sayede kurulmak istenen rüzgâr türbinin de seçimi doğru bir şekilde yapılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Rüzgâr Potansiyeli, Rüzgâr Hesabı, Kilis.

Determination of Wind Potential at Different Heights for Kilis

Abstract

Today, one of the most common used renewable energy sources is wind energy. In this study, wind speeds of 30, 40, 60 and 80 meters were calculated for Kilis province on the basis of 10 m high wind speed values. Thus, the annual wind energy potential for Kilis province is calculated. Wind speeds at different heights can also be calculated depending on the wind speed values that exist for different regions. The choice of the wind turbine to be installed on this site is also made correctly.

Keywords: Wind Potential, Wind Calculation, Kilis.

1. Giriş

Dünyamızda artan nüfus ve gelişen sanayiye bağlı olarak her geçen gün enerji ihtiyacı artmaktadır. Her geçen gün artan enerji talebi var olan enerji kaynaklarının yanında yeni enerji kaynaklarının da ortaya konması ile kaynakların çeşitlenmesine neden olmaktadır [1]. 1900'lü yıllarda sadece petrol, doğalgaz, kömür gibi doğada hali hazırda bulunan enerji kaynakları kullanılırken günümüzde bu kaynaklara ek olarak yenilenebilir enerji kaynakları adı altında hidrolik, biyokütle, rüzgâr, güneş, jeotermal gibi enerji kaynakları da kullanılmaktadır [2].

Yenilenebilir enerji kaynaklarının ve alternatif enerji kaynaklarının ortaya çıkmasında bir diğer etken ise kömür, petrol, doğalgaz gibi yenilenebilir olmayan enerji kaynaklarının hızlı bir şekilde tükenmesi ve bu enerji kaynaklarının çevresel etkileri de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasında önemli bir etken oluşturmaktadır [3-4].

Bu çalışmada kullanımı her geçen gün artan yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi vurgulanarak, yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi olan rüzgâr enerjisi potansiyelinin ülkemizdeki durumu ve potansiyeli belirtilerek bölgeler bazında rüzgâr potansiyelleri ve hızları verilmektedir. Ayrıca Kilis ili baz alınarak farklı yüksekliklerdeki rüzgâr hızlarının belirlenmesi için var olan literatür çalışmaları incelenerek rüzgâr hızlarının tespiti için kullanılan yöntemler analiz edilerek daha önce tahmini yöntemle göre rüzgâr hızının tespit edilmediği görülmektedir. Bu çalışma ile birlikte rüzgâr belirli bir yükseklikteki rüzgâr hızı baz alınarak farklı yüksekliklerdeki rüzgâr hızlarının belirlenmesi daha kolay ve pratik bir hale gelmektedir.

*Sorumlu yazar: furkandincer@kilis.edu.tr

Geliş Tarihi: 16/03/2017 Kabul Tarihi: 19/05/2017

2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi ve Ülkemiz

Birincil tüketim kaynağı olan fosil yakıtları 1998 yılına gelindiğinde enerji tüketiminin %90'nı oluşturmaktaydı. Dünyadaki fosil yakıt rezervlerinin sınırlı olması ve hızlı bir şekilde tüketilmesi yenilenebilir enerji kaynaklarının öneminin artmasına neden olmaktadır [5]. Ayrıca kullanıma bağlı olarak ortaya çıkan CO₂ ve zehirli gazlar yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini önemli ölçüde artırmaktadır.

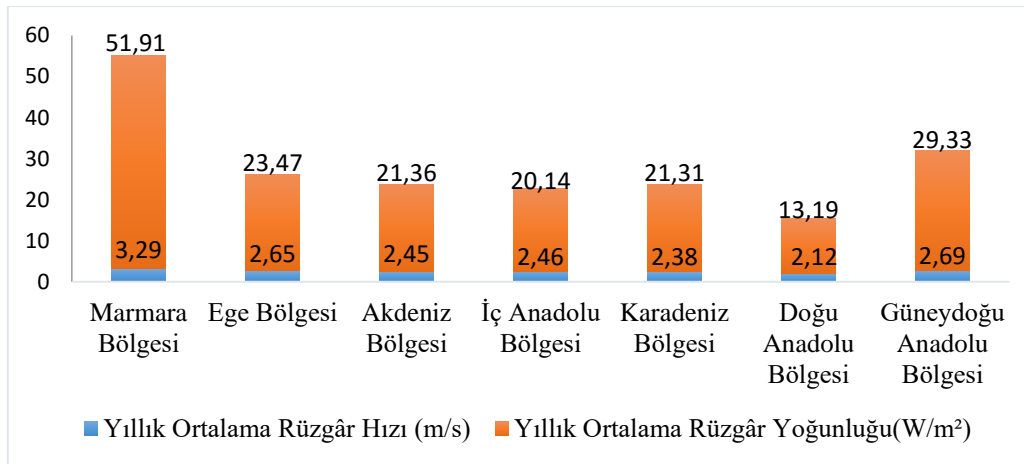
Yenilenebilir enerji kaynakları; “tükenme riski olmayan, kaynağının tükenme hızından daha hızlı bir şekilde kendisini yenileyen enerji kaynağı” olarak da tanımlanabilmektedir [6]. Bu enerji kaynaklarını hidrolik enerjisi, rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi, biyokütle enerjisi ve jeotermal enerji olarak 5 ana başlık altında toplanabilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarını farklı yöntemler ile çeşitlendirmek de mümkündür. Yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini artıran bir diğer etmen ise enerjide dışa bağımlılığı azaltıyor olabilmesidir. Rüzgâr potansiyeli yüksek olan ülkelerde rüzgâr santrali kurularak kendi enerjisini üretmesi, güneş enerjisi potansiyeli yüksek olan ülkelerin güneş enerjisi santralleri kurarak enerji ihtiyacını karşılaması ve deprem riski yüksek olan bölgelerde jeotermal enerji potansiyelinin yüksek olması ve bunun elektrik enerjisine dönüştürülerek kullanılması olarak sıralanabilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitli yöntemler ile elektrik enerjisine dönüştürülmesi ülkelerin enerji güvenliğini de sağlamasına katkıda bulunması beklenmektedir.

Fosil yakıtları bakımından fakir olan ülkemiz yenilenebilir enerji kaynakları açısından zengin ülkeler arasındadır. Bu bakımdan yenilenebilir enerji kaynakları ülkemiz için çok büyük önem arz etmektedir [7]. Bulunduğu coğrafya itibari ile güneş enerjisini bolca alması, yükseltisinin fazla olmasına bağlı olarak yeteri kadar rüzgâr alması, genç bir ülke olması itibari ile de jeotermal enerjinin fazla olması gibi birçok etkenden dolayı ülkemiz yenilenebilir enerji kaynakları açısından avantajlı konumdadır. Dünyadaki Jeotermal enerjinin %8'inin ülkemizde olması bunun bir göstergesidir [5].

Fosil tabanlı enerji kaynaklarının çevreyi kirletmesi ve yaşanan enerji krizleri de ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilginin artmasında etkili olmaktadır. Bu nedenle ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelinin araştırılması ve düzenli bir şekilde yürütülmesi için 2 Kasım 2011'de 662 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YGEM) kurulmuştur [8]. Ülkemizde en çok kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları sırasıyla; Hidrolik, Rüzgâr, Jeotermal, Biyogaz ve Güneş enerjisidir [9].

3. Ülkemizdeki Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli

Rüzgâr enerjisi; yeryüzüne gelen güneş ışınlarının yeryüzünü farklı şekillerde ısıtması sonucunda alçak ve yüksek hava akımları oluşmasına neden olmaktadır. Oluşan bu hava akımları da rüzgâr enerjisini oluşturur. [10]. Ülkemiz yükseltinin fazla olmasına bağlı olarak yüksek oranda rüzgâr enerjisi potansiyeline sahip ülkeler arasındadır. Ülkemizde coğrafi bölgeler bazında yıllık ortalama rüzgâr hızları ve rüzgâr yoğunlukları Şekil 1'de verilmektedir.



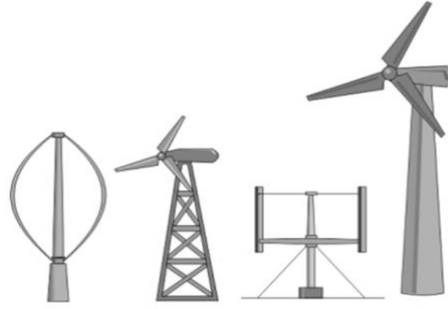
Şekil 1. Ülkemizde coğrafi bölgelerin yıllık ortalama rüzgâr hızları ve yoğunlukları [11].

Şekil 1’de görüldüğü gibi ülkemizin ortalama rüzgâr enerjisi potansiyeli oldukça yüksektir. Ayrıca rüzgâr enerjisi potansiyeli bakımından Marmara Bölgesi en çok rüzgâr potansiyeline sahip bölgemizdir. Ülkemizde rüzgâr enerjisi ile ilgili ilk santral İzmir Çeşme-Alaçatı’da 1998 yılında 1.5 MW kurulu gücüne sahip 3x500 kW Enercon türbinleri ile kurulmuştur. Bu tarihten sonra da rüzgâr enerjisi santralleri kurulumu hızla artmış ve ülkemizde şu anda kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları arasında ikinci en çok kullanılan yenilenebilir enerji kaynağı konumundadır [9].

Bu bölümde elde edilen sonuçlara yer verilmeli, sonuçlar gerekirse şekil ve tablolarla desteklenmelidir. Elde edilen bulgular gerekiyorsa ilgili literatür ile karşılaştırılabilir. Bulgular yeterince açık ve özlü olmalıdır. Tartışma kesiminde, çalışmanın dikkate çekici sonuçları ön plana çıkarılmalı ve aşırı atıf ile literatür tartışmasından sakınılmalıdır.

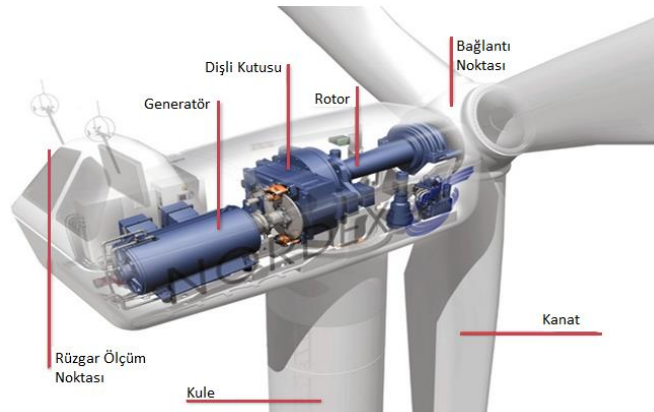
4. Rüzgâr Enerjisinden Elektrik Enerjisi Elde Etme

Dünyada rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretimi ilk defa Danimarka’da 1891 yılında Paul la Cour tarafından yapılan yel değirmeni ile gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmadan sonra rüzgâr enerjisi ile çalışmalar Avrupa’ya yayılmış ve Risoe National Laboratuvarı yardımı ile Avrupa Rüzgâr Atlası hazırlanmıştır. Bu tarihten sonra kurulan rüzgâr türbinleri yapıları değiştirilerek daha çok elektrik enerjisi üretilmesi amaçlanmıştır. Tarih içerisinde kurulan rüzgâr türbinlerini mekanik olarak incelenirse türbinlerin dönme eksenine göre dikey eksenli ve yatay eksenli olarak ayrılmaktadır [12]. Bu şekilde yapılmasındaki temel sebep rüzgâr enerjisinden daha fazla yararlanılması olayıdır. Şekil 2’de çeşitli rüzgâr türbinleri gösterilmektedir.



Şekil 2. Rüzgâr Türbinleri

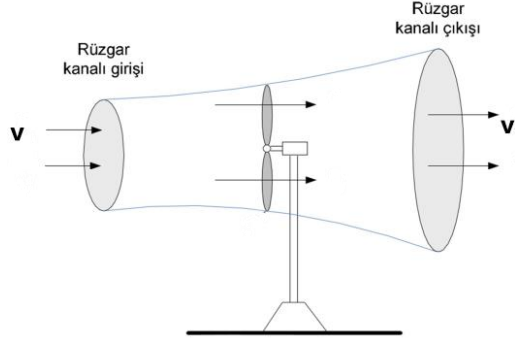
Rüzgâr türbinlerinin çalışma prensibine baktığımızda temelde kinetik enerjiyi potansiyel enerjiye çeviren sistemlerdir. Gelen rüzgâr hızına bağlı olarak farklı hızlara ulaşan türbinler farklı güçlerde elektrik enerjisi üretirler. Şekil 3’te rüzgâr türbininin iç yapısı gösterilmektedir.



Şekil 3. Rüzgâr türbini iç yapısı

Rüzgâr santralleri kurulmadan önce o bölgenin rüzgâr enerjisi potansiyelinin belirlenmesi gerekmektedir. Rüzgâr enerjisi santrallerinin ilk kurulum maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı yapılan yanlış bir hesaplama büyük oranlarda parasal kayıplara neden olabilmektedir. Santral

kurulmadan önce yapılan bu çalışmaların amacı yapılması planlanan santralin bölgede esen rüzgâra göre seçilmesini sağlamaktır. Böylece oluşabilecek parasal kayıpların önüne geçilmesi düşünülmektedir. Şekil 4’te bir rüzgâr türbinine giren rüzgârın türbin üzerinde oluşturduğu etki gösterilmektedir. Rotor düzlemine gelen rüzgâr enerjisi hesabı ise aşağıdaki denklemler ile bulunmaktadır.



Şekil 4. Rüzgâr türbinine giren rüzgârın etkisi

$$v_1 = \frac{1}{2} \cdot (v + v_2) \quad (1)$$

Burada;

v_1 : rotor düzlemindeki ortalama rüzgâr hızını,

v : rotor düzleminin önündeki rüzgâr hızını,

v_2 : rotor düzleminin arkasındaki rüzgâr hızını göstermektedir.

Bir bölgedeki rüzgâr hızını belirlemek için en çok kullanılan yöntemler Weibull ve Rayleigh dağılımı yöntemleridir [13].

İki değişkenli Weibull dağılımı olasılık yoğunluk fonksiyonu $f(x)$ aşağıdaki gibidir.

$$f(v) = \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} \exp\left[-\left(\frac{v}{c}\right)^k\right] \quad (2)$$

Burada;

v : rüzgâr hızını (m/s),

k : boyutsuz şekil parametresini,

c : ölçek parametresini (m/s) göstermektedir.

Yukarıda verilen denklemdeki değerleri açıklamak gerekirse k (boyutsuz şekil parametresini) rüzgârın sıklığını gösteren bir parametredir. Belli bir coğrafi alanda esen rüzgâr çok fazla değişkenlik göstermiyorsa, yani yaklaşık olarak sabit bir hızda esiyorsa k boyutsuz şekil parametresi büyük kabul edilmektedir. c ölçek parametresi, birikimli (kümülatif) ortalama hıza bağlı olarak değişir. Ortalama hız değerleri yüksek ise c parametresi de yüksektir [14].

Rayleigh dağılım fonksiyonu ise;

$$f_r(v) = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{v}{\bar{v}^2} \exp\left[-\left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot \left(\frac{v}{\bar{v}}\right)^2\right] \quad (3)$$

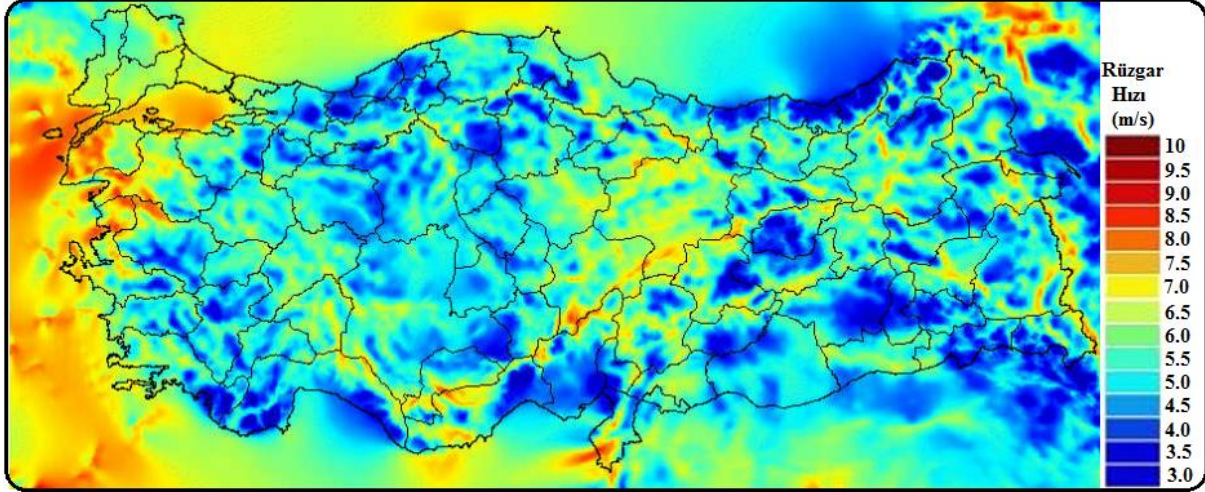
Şeklinde ifade edilmektedir.

Burada;

\bar{v} : ortalama rüzgâr hızını ifade etmektedir [15].

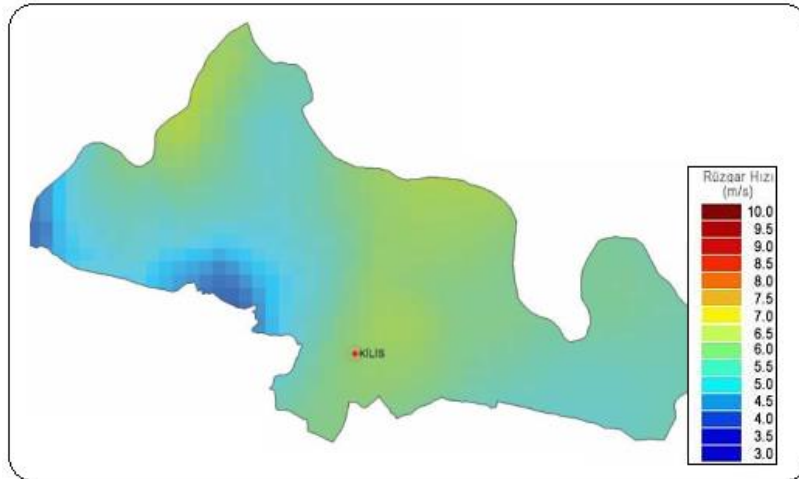
5. Kilis İli Rüzgâr Potansiyelinin Belirlenmesi

Ülkemizde rüzgâr enerjisi ile ilgili çalışmalarını Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nce yürütülmektedir. Genel Müdürlük 2006 yılında ülkemizin rüzgâr enerjisi potansiyelini belirlemek için "Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası" (REPA) hazırlanmıştır. Bu atlasın içerisinde küresel atmosferik sirkülasyon modeli, orta ölçekli sayısal hava analiz modeli ve mikro ölçekli rüzgâr akış modeli kullanılarak üretilen rüzgâr kaynak bilgilerini yer almaktadır. Ülkemizde 50 metre yükseklikteki rüzgâr haritası şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Ülkemizde 50 metre yükseklikteki rüzgâr hızı [8]

Haritadan da görüldüğü gibi Kilis İlinin ortalama rüzgâr hızı birçok bölgeye oldukça iyi bir durumdadır. Yapılan ölçümler neticesinde Kilis ilinin yıllık ortalama rüzgâr hızı 2,8 m/s'dir. Fakat rüzgâr santrallerinin verimli bir şekilde çalışabilmesi için o bölgenin rüzgâr hızınının 7 m/s olması gerekmektedir [8]. Bu bakımdan il olarak Kilis'i inceleyerek kurulacak olan santral bölgeleri Şekil 6'daki yerlere kurulduğunda daha ekonomik ve getirisi daha yüksek olur. Harita 50 m yükseklikteki rüzgâr hızlarını göstermektedir.



Şekil 6. Kilis İli 50 metre yükseklikteki rüzgâr hızları [8]

Yapılan bu çalışmada tahmini yöntemlere göre rüzgâr hızı ölçümü yapıldığından öncelikli olarak daha önce gerçek cihazlar ile ölçülmüş olan belirli bir yükseklikteki rüzgâr hızlarınının bilinmesi gerekmektedir. Bu veriler ışığında Kilis ili Meteoroloji İşleri Müdürlüğü'nden alınan 10 metre yükseklikteki rüzgâr hızları dikkate alınarak işlem yapılmaktadır. Tahmini yöntemlere göre rüzgâr hızı hesaplaması yapılırken denklem 4'de verilen değerler kullanılmaktadır.

$$v(h) = \frac{u^*}{k} \cdot \ln \frac{h}{z_0} \quad (4)$$

İfadesi kullanılır.

Burada;

v = h yüksekliğindeki rüzgâr hızı,

h = Rüzgâr hızının yerden yüksekliği,

u^* = Rüzgâr hızı yükseklik faktörü,

k = Von Karman sabiti (0.4),

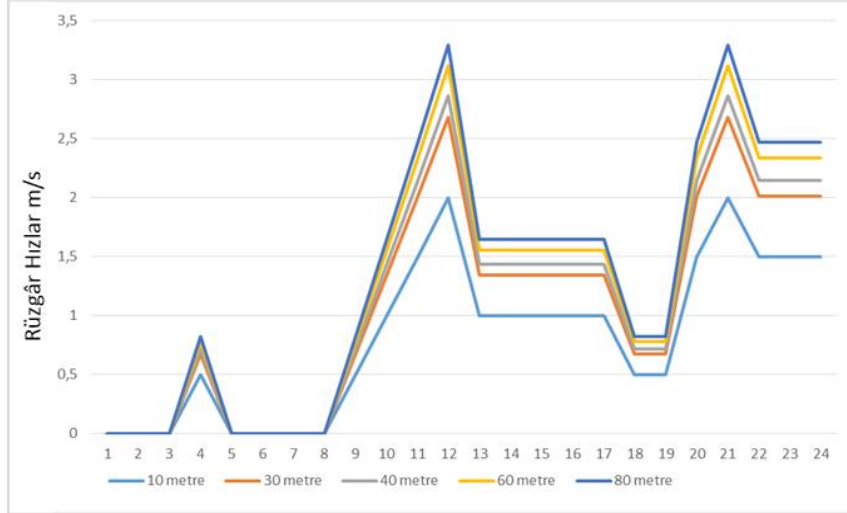
Z_0 = Yer yüzeyinden kaynaklanan pürüzlülük faktörünü göstermektedir.

Denklem 4'e göre işlem yapılabilmesi için sadece rüzgâr hızının yeterli olmadığı aynı zamanda diğer ifadeler ile birlikte rüzgârın hızına etki eden pürüzlülük faktörünün de bilinmesi gerekmektedir. Pürüzlülük faktörü santralin çalışmasına olumsuz yönde etki eden dağ, tepe gibi etmenlerin yanında rüzgârın hızını kesen binalar, yerleşim birimleri olarak ifade edilebilir. Bu bakımdan yapılan hesaplamalar neticesinde rüzgârın hızına olumsuz yönde etki eden pürüzlülük faktörü sınıflandırılarak, etki ettiği değer bir katsayı değerine dönüştürülmektedir. Tablo 1'de sınıflandırılan pürüzlülük faktörü ve değerleri verilmektedir [16].

Tablo 1. Pürüzlülük sınıfı ve değerleri [16]

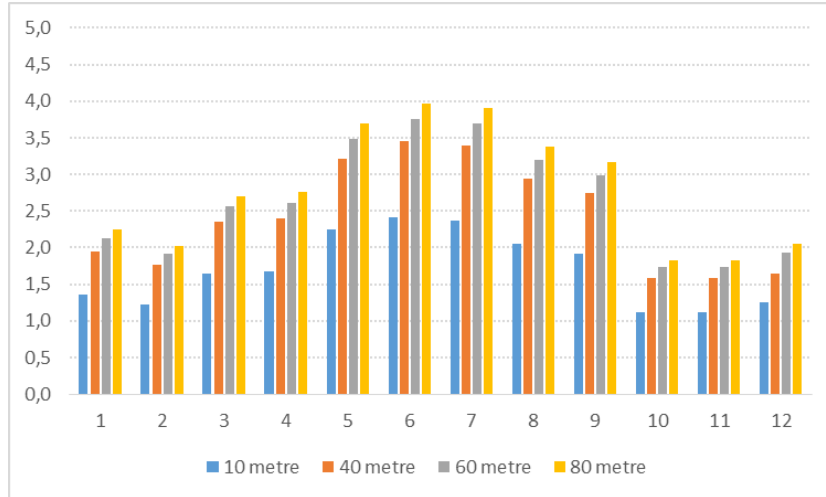
Pürüzlülük Sınıfı	Pürüzlülük Uzunluğu (m)	Enerji Göstergesi	Yüzey Şekil
0	0,0002	100	Su yüzeyleri
0,5	0,0024	73	Açık araziler (Beton, uçaklar için iniş alanı, otoban, biçilmiş çim vb.)
1	0,03	52	Uzak aralıklı yapılara sahip çitsiz ve engelsiz açık tarımsal araziler. (Çok hafif engebeli)
1,5	0,055	45	Birkaç binalı ve 1250 m mesafeli 8 m yüksekliğinde çitlere sahip tarımsal araziler.
2	0,1	39	Birkaç binalı ve 1250 m mesafeli 8 m yüksekliğinde çitlere sahip tarımsal araziler.
2,5	0,2	31	Birkaç binalı ve 500 m mesafeli 8 m yüksekliğinde çitlere sahip tarımsal araziler.
3	0,4	24	Pek çok bina, çalı ve bitkiye sahip, yada 250 m mesafeli 8 m yüksekliğinde çitlere sahip tarımsal araziler.
3,5	0,8	18	Köyler, küçük şehirler, çok yada yüksek çitli tarımsal araziler, ormanlar, çok yoğun ve pürüzlü bölgeler.
4	1,6	13	Yüksek yapılara sahip büyük şehirler
0	0,0002	100	Yüksek binalara ve gökdelenlere sahip büyük şehirler

Yaptığımız bu çalışma Kilis İli olduğundan dolayı köylerin, tarımsal arazilerin çok olduğunu göz önünde bulundurarak yüzey pürüzlülük faktörü 0,4 olarak kabul edilmektedir. Kilis İli Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden almış olduğumuz verilerde 10 metre yükseklikteki rüzgâr hızı mavi renkli çizgiler Şekil 7'de gösterilmektedir. Denklem 4'de 10 metre yükseklikteki rüzgâr hızının ve diğer değerlerin birlikte girilmesi sonucunda herhangi bir günde tahmini ölçümü yapılan 30, 40, 60 ve 80 metre yükseklikteki rüzgâr hızları Şekil 7'de verilmektedir.



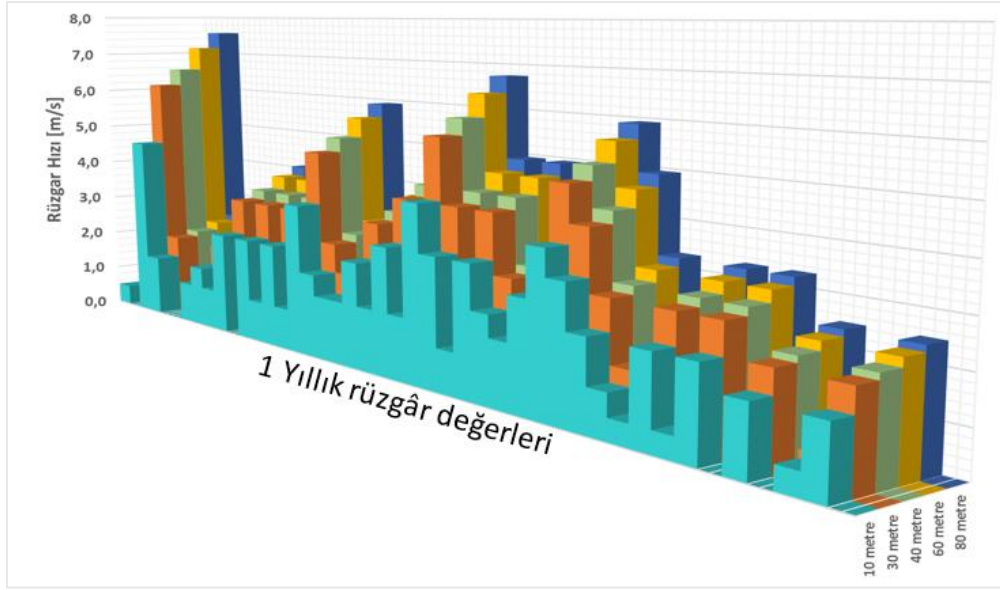
Şekil 7. Farklı yüksekliklerdeki herhangi bir günde tahmini rüzgâr hızı

Bir gün için yapılan bu hesaplama dikkate alınarak Kilis İli Meteoroloji İşlerinden alınan 10 metre yükseklikteki yıllık rüzgâr hızları ile birlikte ay bazında ve yıl bazında 30, 40, 60 ve 80 metre yükseklikteki tahmini rüzgâr hızları çıkarılmaktadır. Şekil 8’de 12 aya dağılmış olan aylık bazda rüzgâr hızları verilmektedir. Bu şekil yardımı ile rüzgâr potansiyelinin en fazla olduğu aylar kolaylıkla görülebilmektedir.



Şekil 8. Kilis İli farklı yüksekliklerdeki aylık rüzgâr hızları

Rüzgâr potansiyeli bakımından yüksek olan ülkemizde rüzgâr santrallerinin verimli çalışabilecekleri yükseklikler 50 metre ve üzerinde olmaktadır. Yapılan çalışmalar neticesinde 50 metre yükseklikte rüzgâr hızı 7,5 m/s olmakta olup bu her kilometre için 5 MW gücüne sahip bir rüzgâr santrali kurulabileceğini ifade etmektedir [18]. Kilis ili için yapılan çalışmada 50 metre yükseklikteki rüzgâr hızının 5,5 ile 6,5 arasında olduğu belirtilmektedir [8]. Bu durumda 50 metre ve altı için bu bölgeye rüzgâr santralının kurulmasının uygun olmadığını göstermektedir. Bu veriler dikkate alınarak çalışmada 60 metre ve 80 metre yükseklikteki tahmini rüzgâr hızları çıkarılmaktadır. Şekil 9’da yıllık bazda 10, 30, 40, 60 ve 80 metredeki tahmini rüzgâr hızları verilerek santralin 50 metre altında kurulması durumunda verimsiz olabileceği açıkça görülmektedir.



Şekil 9. Yıllık Rüzgâr Hızları

Ülkemizde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının yaptığı çalışmalar sonucunda belirlediği rüzgâr hızlarına göre 6,5 m/s esen rüzgârın orta düzeyde olduğu, 7,5 m/s hızla esen rüzgârın iyi düzeyde olduğu ve 8,5 m/s hızla esen rüzgârın ise çok iyi bir rüzgâr potansiyelin olduğu ifade edilmektedir [18].

Kaynaklar

1. Bacanlı Ü.G. 2010. Türkiye’de Enerji Kaynakları ve Hidroelektrik Enerjinin Önemi. http://www.dektmk.org.tr/pdf/enerji_kongresi_10/UlkerGunerBacanlı.pdf. (Erişim Tarihi: 10.12.2016).
2. 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, 16 (1): 22-33.
3. Rüstemov S.A., Demirtas M. 2004. Rüzgâr Enerjisinin Bugünü ve Yarını, UTES 2004 V.Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, İstanbul.
4. Rüstemli S., Oral F., Akdağ M. 2013. Bitlis İli Elektrik Enerjisi Üretiminde Rüzgâr Enerjisinin Önemi, 9. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES, Konya.
5. Gençoğlu M.T. 2002. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Açısından Önemi. <http://www.solar-academy.com/menus/Yenilenebilir-Enerji-Kaynaklarinin-Turkiye-Acisindan-Onemi.005039.pdf>. (Erişim Tarihi: 12.12.2016).
6. Çalışkan M. 2007. Orta Karadeniz Bölgesi Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli. http://www.emo.org.tr/ekler/09260384253eef3_ek.pdf. (Erişim Tarihi: 12.12.2016).
7. Rüstemli S., Polat Dautov Ç., Akdağ M. 2016. Bitlis İli Elektrik Enerjisinin Dünü, Bugünü ve Yarını, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5 (2): 172-182.
8. Süzek F. 2007. Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyelinin Belirlenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 127s, İstanbul.
9. Enerji Atlası 2016. Türkiye Elektrik Üretimi. <http://www.enerjiatlası.com/elektrik-uretimi/> (Erişim Tarihi: 17.12.2016).
10. İlkılıç C. 2009. Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli ve Kullanımı, Mühendislik ve Makine, 50 (593): 26-32.

11. Çukurova Kalkınma Ajansı 2012. Yenilenebilir Enerji Raporu 2012. <http://www.cka.org.tr/dosyalar/2012ckafaaliyetraporu05042013.pdf>. (Erişim Tarihi: 15.12.2016).
12. Çolak İ., Demirtaş M. 2008. Rüzgâr Enerjisinden Elektrik Üretiminin Türkiye'deki Gelişimi, Türk Bilim Dergisi, 1 (2): 55-62.
13. Almalı M.N., Rüstemli S., Gürçan K. 2013. Ortalama Rüzgâr Hızı ve Güç Yoğunluğunun Tahmin Edilmesinde Kullanılan Farklı Yöntemler, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 3 (1): 73-78.
14. Şekerci E., Monie E., Albasan C. 2013, Rüzgâr Türbini Tahmini Yıllık Enerji Üretim Hesaplama Yöntemleri ve Araziye Uygun Rüzgâr Türbini Seçimi. http://www.emo.org.tr/ekler/1ae9a071e07049a_ek.pdf. (Erişim Tarihi: 20.12.2016).
15. Taşkın A. 2013. Rüzgâr Enerjisinden Elektrik Üretiminin Yaşam Döngü Analizi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 93s, Kayseri.
16. Vardar A. 2013. Rüzgâr Türbin Tipleri ve Rüzgârdan Elde Edilecek Enerjinin Belirlenmesi. <http://slideplayer.biz.tr/slide/2335624/>. (Erişim Tarihi: 20.12.2016).
17. Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. 2016. Kilis İli Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/>. (Erişim Tarihi: 18.12.2016).
18. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2016. Rüzgâr Enerjisi. <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Ruzgar>. (Erişim Tarihi: 21.12.2016).

Araştırma Makalesi / Research Article

Trafik İşaretlerinin Bilinirliği Üzerine Bir Araştırma: Denizli Örneği

Yetiş Şazi MURAT¹, Ziya ÇAKICI^{2*}

¹Pamukkale Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Denizli

²Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli

Özet

Ülkemizde, her yıl yüksek düzeyde maddi ve manevi kayıplara yol açan en önemli unsurlardan birisi de trafik kazalarıdır. Yaya ve sürücülerin hatalı davranışları, yönlendirici trafik işaret ve levhalarının yetersizliği ve ayrıca trafik işaret ve levhalarının hem sürücüler hem de yayalar tarafından yanlış algılanması trafik kazalarının sayısını arttıran başlıca etmenlerdir. Bu yüzden, trafik işaret ve levhalarının sürücüler ve yayalar tarafından doğru algılanması, trafik güvenliğinin tam anlamıyla sağlanması açısından önemli bir adım olarak görülmektedir.

Bu çalışma, Ege bölgesinin en büyük şehirlerinden birisi olan Denizli’deki sürücülerin, trafik işaretleri ve levhaları hakkındaki bilgi ve farkındalık düzeylerinin yeterli olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma kapsamında, öncelikli olarak, günlük hayatta sıkça karşılaşılan 27 adet trafik işaret ve levhası seçilerek çoktan seçmeli 27 soruyu içeren bir anket oluşturulmuştur. Bir sonraki aşamada ise, bir önceki aşamada oluşturulan anketler, sürücü belgesine sahip 500 kişiye dağıtılmış ve bu kişilerin anketteki soruları cevaplamaları istenmiştir. Daha sonra, katılımcılardan toplanan anketler, MS Excel ortamında, soru bazlı değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler, 5 farklı bilinirlik düzeyi göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, ankette yer alan trafik işaretlerinin yaklaşık %40’ının orta, düşük veya çok düşük bilinirlik düzeyine sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca, bu işaretlerin yalnızca %25’inin çok yüksek bilinirlik düzeyine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bilgiler ışığında, genel olarak, sürücülerdeki bilgi ve farkındalığın yeterli düzeyde olmadığı söylenebilir. Bununla birlikte, ilerleyen süreçte, farklı yöntemler (simülasyonlar, oyunlar vb.) kullanılarak, trafikte bilgi ve farkındalık düzeyinin önemli oranda arttırılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Trafik, Trafik İşaretleri, Trafik Güvenliği, Anket.

An Investigation on the Awareness of Traffic Signs: Denizli Sample

Abstract

In Turkey, one of the most important factors which causes high-level material and spiritual losses in every year is also traffic accidents. Faulty behaviours of the pedestrians and drivers, deficiency of traffic signs and also misperception of traffic signs by both drivers and pedestrians are the main factors increasing the number of traffic accidents. Therefore, the right perception of traffic signs by drivers and pedestrians is considered as an important step in terms of literally ensuring of traffic safety.

This study is conducted in order to determine whether the knowledge and awareness level about traffic signs of drivers who are in Denizli where is one of the biggest cities of Aegean Region in Turkey is sufficient or not. In the scope of the study, firstly, 27 traffic signs which are frequently encountered by drivers in daily life are selected and a questionnaire containing multiple-choice questions is created. In the next step, the questionnaires which are created in previous step are offered to 500 people having driver licence and it is wanted that these 500 people answer the questions in the questionnaire. Then, questionnaires collected from participants are evaluated on question-based in MS Excel environment. The evaluations are realized considering 5 different awareness levels. According to the obtained results, it has been seen that 40% of traffic signs in questionnaire have medium, low or very low awareness levels. Besides, it has been determined that only 25% of these signs have very high awareness level. In the light of these information, in general, it can be said that drivers have not sufficient and satisfactory awareness levels on traffic signs. However, it has been thought that the level of knowledge and awareness on traffic can be increased significantly by using different methods such as simulations, games and etc. in the future.

Keywords: Traffic, Traffic Signs, Traffic Safety, Questionnaire.

*Sorumlu yazar: zcakici@pau.edu.tr

Geliş Tarihi: 11/04/2017 Kabul Tarihi: 01/06/2017

1. Giriş

Özellikle son yıllarda, dünya nüfusundaki sürekli artışa paralel olarak, gelişen ve gelişmekte olan birçok ülkede motorlu taşıt sayısı da önemli düzeyde artış göstermektedir. Bu durum, günlük hayatı birçok yönden kolaylaştırmasına rağmen, çeşitli problemleri de beraberinde getirmektedir. Yüksek trafik yoğunluğundan kaynaklanan egzoz emisyonu, yakıt tüketimi ve gürültü kirliliği artışı, karayolunun kritik kesimleri olan kavşaklarda meydana gelen trafik tıkanıklıkları ve karayollarının farklı kesimlerinde gözlemlenebilen trafik kazaları söz konusu problemlerden yalnızca birkaçıdır [1]. Genel itibari ile bakıldığında, maddi ve manevi kayıplara yol açmasından dolayı, trafik kazaları bu problemlerin en önemlisi olarak değerlendirilebilir [2, 3]. Ülkemizde de karayollarında gerçekleşen trafik kazası sayısının yıldan yıla artışı, bu sayının azaltılması için, Karayolları Genel Müdürlüğü, belediyelere ait ulaşım birimleri vb. tarafından çeşitli önlemlerin alınması gerekliliğini açıkça ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, karayollarındaki trafiğin güvenli ve düzenli bir şekilde akışını sağlamak için, geometrik düzenlemeler, sinyalizasyon uygulamaları ve trafik işaretleri ile yönlendirme gibi farklı yöntemlere başvurulmaktadır. Karayollarındaki geometrik düzenlemeler trafik mühendisleri ve ulaşım planıcıları gibi karar vericiler tarafından gerçekleştirilmektedir. Genel olarak, yapılan düzenlemelerin mantıklı ve standartlara uygun olması durumunda, yol kullanıcıları yoldaki geometrik düzenlemelere kolay bir şekilde uyum sağlamakla birlikte seyahatlerini de güvenli bir şekilde devam ettirebilmektedirler. Sinyalizasyon uygulamaları da, karayollarının kritik kesimleri olan kavşaklarda, trafik güvenliğini arttırmak ve trafiğin daha düzenli akışını sağlamak için yaygın olarak kullanılan yöntemlerdendir [4]. Geometrik düzenlemeler ve sinyalizasyon uygulamalarının yanı sıra, trafikte yayaları ve sürücüleri doğru bir şekilde yönlendirerek, trafiğin güvenli ve düzenli bir şekilde akışını sağlayan bir diğer önemli faktör de trafik işaretleridir [5]. Ülkemizde, trafik işaretleri; Tehlike Uyarı İşaretleri, Trafik Tanzim İşaretleri, Bilgi İşaretleri, Durma ve Park etme İşaretleri ve Yatay İşaretlemeler olmak üzere 5'e ayrılmaktadır ve kısaca şu şekilde açıklanabilmektedir:

- Tehlike Uyarı İşaretleri: Sürücüleri yolun tehlikeleri konusunda uyarmak amacıyla oluşturulmuş olan işaretlerdir.
- Trafik Tanzim İşaretleri: Genellikle özel durumları içermekle birlikte, trafiğin akışını düzenlemeye yönelik oluşturulmuş işaretlerdir.
- Bilgi İşaretleri: Yol güzergahı ve çevresi hakkında yolu kullananlara çeşitli bilgiler sağlamak amacıyla oluşturulmuş işaretlerdir.
- Durma ve Park etme İşaretleri: Sürücülerin araçlarını park edebilecekleri ya da durdurabilecekleri yerlerin denetimi ve düzenlenmesi için oluşturulmuş işaretlerdir.
- Yatay İşaretlemeler: Trafiğin düzenlenmesi, bazı yasaklama ve kısıtlamaların belirtilmesi ve yolu kullananlara rehberlik etmesi amacı ile yol yüzeyine çizilen çizgiler, oklar ve yazılan semboller, yazılardır.

Açıklamalardan da anlaşılacağı üzere, trafik işaretleri trafiğin düzenli ve güvenli bir şekilde akışını sağlamak için, karayollarının ilgili kesimlerinde kesinlikle bulunmaları gereken önemli elemanlardır. İşaretlemelerin yeterli, standartlara uygun ve yerinde yapılmasının yanı sıra, anlamlarının da yol kullanıcıları tarafından yeterince bilinir ve kavranır olmasının trafiğin güvenli ve düzenli akışının sağlanması açısından oldukça önemli olduğu unutulmamalıdır. Örneğin, "Kaygan Yol" işaretinin bulunduğu bir karayolu kesiminde, seyir halinde olan bir sürücü, bu işaretin anlamını bildiği takdirde gerekli önlemleri alıp (hız yavaşlatma vb.) hareketini güvenli bir şekilde devam ettirebilmektedir. Fakat sürücü, bu işaretin anlamını bilmediği takdirde ise herhangi bir önlem almadığı için, platformdan çıkma vb. gibi olumsuz durumlarla karşı karşıya kalabilmektedir.

Tablo 1' den de görüldüğü üzere, ülkemizde trafik kazalarının büyük bir çoğunluğunun sürücü kaynaklı olduğu bilinmektedir [6, 7]. Bu yüzden, trafikte bilgi, algılama ve farkındalık kavramlarının, trafik güvenliğinin tam anlamıyla sağlanması bağlamında oldukça önemli olduğu açıkça görülmektedir.

Tablo 1. Ülkemizde trafik kazalarına neden olan kusurlar

Yıllar	Sürücü Kusuru (%)	Yolcu Kusuru (%)	Yaya Kusuru (%)	Yol Kusuru (%)	Araç Kusuru (%)
2002	96.82	0.23	2.39	0.25	0.31
2003	97.03	0.16	2.32	0.22	0.27

2004	97.30	0.11	2.18	0.19	0.22
2005	97.39	0.11	2.04	0.22	0.25
2006	98.07	0.09	1.62	0.13	0.10
2007	98.03	0.09	1.64	0.11	0.14
2008	90.53	0.43	8.37	0.42	0.26
2009	89.60	0.41	9.09	0.61	0.29
2010	89.72	0.39	9.86	0.69	0.36
2011	90.20	0.39	8.51	0.60	0.30
2012	88.86	0.44	9.75	0.62	0.33
2013	88.69	0.42	8.99	1.05	0.85
2014	88.62	0.47	9.38	0.95	0.58
2015	89.30	0.43	8.80	0.91	0.55
Veriler TÜİK web sayfasından alınmıştır.					

Literatürde, yol kullanıcıları ile ilişkili olan bu kavramlara dayalı yapılan çalışma sayısı da bir hayli fazladır. Bu çalışmalardan bazıları şu şekilde özetlenebilir: Al-Madani ve Al-Janahi, sürücülerin yaşlarının, medeni hallerinin, cinsiyetlerinin, eğitim geçmişlerinin ve aylık gelirlerinin, trafik işaretlerinin bilinirliği üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda yaş, cinsiyet, eğitim ve gelir faktörlerinin trafik işaretlerinin bilinirliğinde önemli bir role sahip olduğu belirlenmiştir. Medeni hal etmeni ise trafik işaretlerinin bilinirlik düzeyi ile ilişkilendirilememiştir. Çalışma kapsamında ayrıca, Avrupa ve Amerika' daki sürücülerin trafik işaretlerine hâkimiyet düzeyinin, Asya ve Arabistan' daki sürücülerden çok daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır [8]. Shinar ve diğ., yapmış oldukları çalışmada, sürücüleri beş farklı gruba ayırarak, farklı ülkelerde kullanılan karayolu trafik işareti sembollerinin bilinirlik düzeylerini değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda, sürücü gruplarının ve ülkelerin, trafik işaretlerinin bilinirliğinde önemli düzeyde farklılıklar gösterdiği görülmüştür [9]. W. Y. Ng ve H. S. Chan, farklı trafik deneyimlerinin trafik işaretleri hakkında bilgi veya farkındalık düzeyini arttırmadığını belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda, bir trafik işaretinin bilinirliğinin sırasıyla anlamsal yakınlık, aşinalık, anlamlılık, somutluk, basitlik faktörleri ile doğrudan ilişkili olduğu belirlenmiştir. Buna ilave olarak, kullanıcı dostu ve kolay algılanabilir trafik işaretleri tasarlamak için, tasarımcılara tasarım aşamasında, bu beş faktörü kesinlikle göz önünde bulundurmaları önerilmiştir [10]. Yine W. Y. Ng ve H. S. Chan, trafik işaretlerinin bilinirliğinde, işaret tasarım özellikleri ve sürücü faktörlerinin etkileri üzerinde çalışmışlardır. Çalışma sonucunda, eğitim düzeyi ve deneyimin (ehliyete sahip olarak geçirilen yıl) trafik işareti bilinirliğinde oldukça etkin faktörler olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanı sıra, yaş, aktif sürüş yılı, sürüş saati ve sürüş frekansının ise bilinirlik üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı belirtilmiştir [11]. Tüdeş Yaman ve Kırmızıoğlu, Türkiye' deki sürücüler arasında trafik işaretlerinin anlaşılabilirliği üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışma kapsamında, Ankara' daki 1478 sürücüye, günlük hayatta sıkça karşılaşılan 30 farklı trafik işaretini içeren bir anket uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, bilinirlik düzeyi yetersiz olan trafik işaretlerinin bilinirlik düzeyini arttırmak için daha fazla ve daha atılgan çalışmalar yapılması gerektiği vurgulanmıştır [12]. Özen ve diğ., Uşak ili genelinde yapmış oldukları çalışmada, bireylerin, trafik kuralları ve trafikle ilgili yetkili birimler hakkında yetersiz bilgiye sahip olduklarını ve bunun yanı sıra trafik eğitimi konusunda da daha fazla çalışmalar yapılması gerektiğini belirtmişlerdir [13]. Ben-Bassat ve Shinar, trafik işaretlerinin bilinirliğinin sürücülerin yaşları ile bağlantılı olup olmadığını araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, trafik işaretlerinin bilinirliği ve kavranması durumları dikkate alındığında, hem doğruluk hem de tepki süresi açısından genç sürücülerin yaşlı sürücülere oranla daha iyi bir performans gösterdiği belirlenmiştir [14]. Trifunovic ve diğ., biraz daha farklı bir konuya değinerek, çocukların trafik güvenliği için, mekânsal yönlendirmenin ve trafik işaretlerinin bilinirliğinin önemi üzerinde çalışmışlardır. Çalışmada, çocuklara küçük yaşlardan itibaren yeterli ve kaliteli trafik eğitiminin verilmesi gerekliliği üzerinde durulmuştur. Ayrıca, kaliteli ve uygun trafik eğitiminin oyun yöntemiyle daha kolay gerçekleştirilebileceğinden bahsedilmiştir [15].

Daha önce yapılan çalışmalardan da görüldüğü üzere, hem insan ile ilgili faktörler (yaş, cinsiyet, eğitim düzeyi vb.) hem de bölge farklılığı faktörü trafik işaretlerinin bilinirliği üzerinde oldukça etkilidir. Bu çalışmada da, trafik işaretlerinin bilinirliği, anket yöntemi ile Denizli kent merkezi ölçeğinde değerlendirilmiştir. Çalışmanın bir sonraki bölümünde, anket içeriğinden ve ankette yer alan trafik işaretlerinden detaylı olarak bahsedilirken, üçüncü bölümde anket sonuçları ile ilgili istatistiksel bilgiler verilerek elde edilen bulgulara değinilmiştir. Çalışmanın son bölümünde ise elde edilen bulgular değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.









2. Materyal ve Metot



Denizli'deki sürücülerin günlük hayatta sıkça karşılaşılan trafik işaretleri ile ilgili bilgi düzeylerini ölçmek için hazırlanan anket, 27 adet trafik işaretinden oluşmaktadır. Bu işaretlerin 13' ü Tehlike Uyarı İşaretleri, 8' i Trafik Tazim İşaretleri, 4' ü Bilgi İşaretleri ve 2' si de Durma ve Park etme İşaretleri kapsamındadır.

Katılımcılara sorulan söz konusu işaretler trafik mühendisliği alanında deneyimli iki akademisyen tarafından belirlenmiştir. Bu aşamada, sürücülerin günlük hayatta sıkça karşılaştığı ve bilinme düzeyinin yüksek olması gerektiği düşünülen trafik işaretlerinin seçilmesine dikkat edilmeye çalışılmıştır. Bunun yanı sıra, trafik işaret sembolünden, trafik işareti anlamının direkt olarak çıkarılamayacağı işaretlerin seçilmesine özen gösterilmiştir. Kısacası, sürücülerin sıkça karşılaştığı fakat yapı itibarıyla sürücülerde biçimsel (sembolik) olarak kolay bir şekilde farkındalık oluşturmayan işaretlerin seçimine ağırlık verilmiştir. Böylece, sürücülerin bu işaretler ile ilgili bilgi ve farkındalık düzeylerinin ölçülmesi hedeflenmiştir.

Ankette katılımcılara çoktan seçmeli olarak sorulan Tehlike Uyarı İşaretleri Tablo 2' de detaylı olarak sunulmaktadır.









Tablo 2. Ankette katılımcılara sorulan tehlike uyarı işaretleri

No	Trafik İşareti Gösterimi	Kullanıcılara Sunulan Cevap Seçenekleri	No	Trafik İşareti Gösterimi	Kullanıcılara Sunulan Cevap Seçenekleri
1		a) İleriden sağa mecburi yön b) Sağdan daralan kaplama c) Sağa tehlikeli viraj d) Sağdan anayola giriş e) Sağa tehlikeli devamlı virajlar	2		a) Duraklamak ve park etmek yasaktır b) Taşıt trafiğine kapalı yol c) Kontrolsüz demiryolu geçidi d) Ana yol – tali yol kavşağı e) Kontrolsüz kavşak
3		a) Sola tehlikeli devamlı virajlar b) Sola tehlikeli viraj c) Soldan anayola giriş d) İleri ve sola mecburi yön e) Tehlikeli viraj yön levhası	4		a) Ana yol – tali yol kavşağı b) Kontrollü demiryolu geçidi c) Soldan daralan kaplama d) Sağdan ve soldan anayoldan çıkış e) Kontrolsüz kavşak
5		a) Engel b) Deniz veya nehir kıyısında biten yol c) Gevşek şev d) Tehlikeli eğim (iniş) e) Tehlikeli eğim (çıkış)	6		a) Kontrolsüz demiryolu geçidi b) Kontrollü demiryolu geçidi c) Düşük banket d) Onarım yaklaşım levhası e) Kontrolsüz demiryolu geçidi (tek hat)
7		a) Önceliği olan yol b) İleri mecburi yön c) Soldan daralan kaplama d) Her iki taraftan daralan kaplama e) Sağdan daralan kaplama	8		a) Sola tehlikeli viraj b) Sola tehlikeli devamlı virajlar c) Soldan daralan kaplama d) Tehlikeli viraj yön levhası e) Dönüş adası ek levhası

9		a) Kasisli köprü yaklaşımı b) Gevşek malzemeli zemin c) Kasisli yol d) Yolda çalışma e) Tünel yaklaşımı	10		a) Düşük banket b) Gevşek malzemeli zemin c) Gevşek şev d) Kaygan yol e) Deniz veya nehir kıyısında biten yol
11		a) Gizli buzlanma b) Gevşek malzemeli zemin c) Kaygan yol d) Düşük banket e) Öndeki taşıtı geçmek yasaktır	12		a) Olumsuz hava koşulu b) Gevşek şev c) Kaygan zemin d) Kontrolsüz kavşak e) Gizli buzlanma
13		a) Tehlikeli eğim b) Motorlu taşıt yolu sonu c) Yolda çalışma d) Tek yönlü trafik e) Gevşek malzemeli zemin	Açıklama: Kalın fontta yazılan cevap seçeneği, “doğru cevap” seçeneğidir.		

Katılımcılardan, anketin Tehlike Uyarı İşaretleri ile ilgili olan kısmını tamamladıktan sonra, Trafik Tanzim İşaretleri ile ilgili olan kısmını cevaplamaları istenmiştir. Anket kapsamında, katılımcılara çoktan seçmeli olarak sorulan Trafik Tanzim İşaretleri Tablo 3’ de detaylı olarak yer almaktadır.





Tablo 3. Ankette katılımcılara sorulan trafik tanzim işaretleri

No	Trafik İşareti Gösterimi	Kullanıcılara Sunulan Cevap Seçenekleri	No	Trafik İşareti Gösterimi	Kullanıcılara Sunulan Cevap Seçenekleri
14		a) Dur b) Yol ver c) Taşıt trafiğine kapalı yol d) Girişi olmayan yol e) Karşıdan gelene yol ver	15		a) Sağa tehlikeli viraj b) Sağa tehlikeli devamlı viraj c) Sağa dönülmez d) U dönüşü yapılmaz e) Sağa mecburi dönüş
16		a) İleri mecburi yön b) Park yapılmaz c) Hız sınırlaması sonu d) Geçme yasağı sonu e) Girişi olmayan yol	17		a) Asgari takip mesafesi b) Azami hız sınırlaması c) Hız sınırlaması sonu d) Mecburi asgari hız e) Mecburi asgari hız sonu
18		a) Taşıt trafiğine kapalı yol b) Taşıt trafiğine açık yol c) Park yapılmaz d) Motorlu taşıt yolu sonu e) Bütün yasaklama ve kısıtlamaların sonu	19		a) Taşıt trafiğine kapalı yol b) Park etmek yasaktır c) Geçme yasağı sonu d) Bütün yasaklama ve kısıtlamaların sonu e) Girişi olmayan yol
20		a) Genişliği 3.5 m’ den fazla olan taşıt giremez b) Yüksekliği 3.5 m’ den fazla olan taşıt giremez c) Uzunluğu 3.5 m’ den fazla olan taşıt giremez d) Yüksekliği 3.5 m’ den az olan taşıt giremez e) Asgari takip mesafesi=3.5 m	21		a) Önceliği olan yol b) İki yönlü yol c) Şerit düzenleme levhaları d) Bölünmüş yol öncesi yön levhası e) Karşıdan gelene yol ver

Açıklama: Kalın fontta yazılan cevap seçeneği, “doğru cevap” seçeneğidir.

Anketin üçüncü kısmında katılımcıların, Bilgi İşaretleri hakkındaki bilgi ve farkındalık düzeylerinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda, anket kapsamında katılımcılara çoktan seçmeli olarak sorulan Bilgi İşaretleri Tablo 4’ de detaylı olarak sunulmaktadır.

Tablo 4. Ankette katılımcılara sorulan bilgi işaretleri

No	Trafik İşareti Gösterimi	Kullanıcılara Sunulan Cevap Seçenekleri	No	Trafik İşareti Gösterimi	Kullanıcılara Sunulan Cevap Seçenekleri
22		a) Otoyol sonu b) Anayol sonu c) Otoyol başlangıcı d) Anayol girişi e) Taşıt trafiğine kapalı yol	23		a) Ağır taşıtlar giremez b) Anayol sonu c) Girişi olmayan yol kavşağı d) Otoyol sonu e) Otoyol başlangıcı
24		a) Alt veya üst geçit b) Yaya geçidi c) Okul geçidi d) Yürüyüş yolu e) Gençlik kampı	25		a) İleri çıkmaz yol b) Taşıt trafiğine kapalı yol c) Taşıt giremez d) Girişi olmayan yol kavşağı e) Kaçış rampası

Açıklama: Kalın fontta yazılan cevap seçeneği, “doğru cevap” seçeneğidir.

Anketin son kısmında ise, iki farklı Durma ve Park etme İşaretine yer verilmiştir ve katılımcılardan bu trafik işaretlerinin ne anlama geldiğini belirtmeleri istenmiştir. Böylece, sıkça karşılaşılan bu iki Durma ve Park etme işaretinin de bilinirlik düzeyleri incelenmiştir. Anket kapsamında, katılımcılara çoktan seçmeli olarak sorulan Durma ve Park etme İşaretleri Tablo 5’ de gösterilmektedir.

Tablo 5. Ankette katılımcılara sorulan durma ve park etme işaretleri

No	Trafik İşareti Gösterimi	Kullanıcılara Sunulan Cevap Seçenekleri	No	Trafik İşareti Gösterimi	Kullanıcılara Sunulan Cevap Seçenekleri
26		a) Motorlu taşıt giremez b) Bütün yasaklama ve kısıtlamaların sonu c) Duraklamak ve park etmek yasaktır d) Duraklamak yasaktır e) Park etmek yasaktır	27		a) Park etmek yasaktır b) Duraklamak ve Park etmek yasaktır c) Duraklamak yasaktır d) Kontrolsüz kavşak e) Kontrolsüz demiryolu geçidi

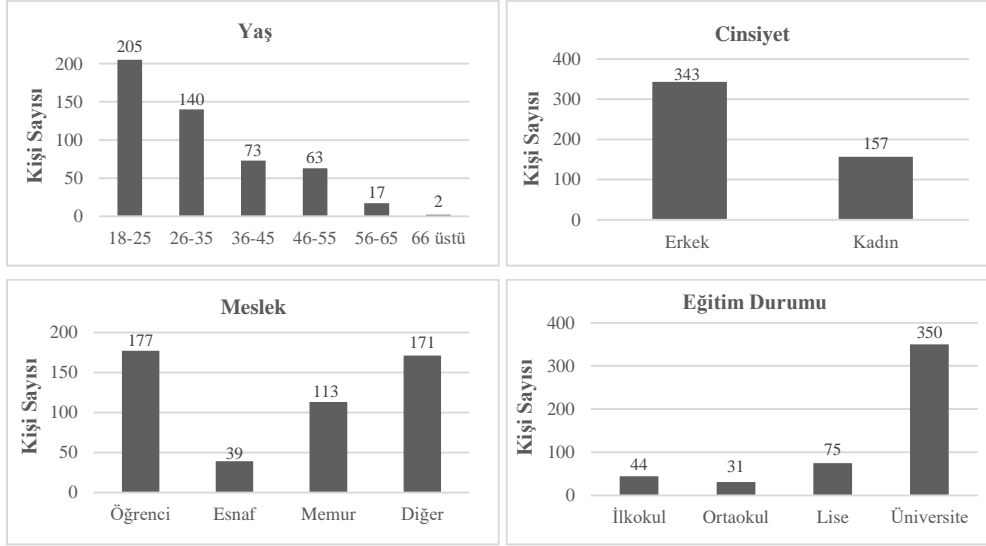
Açıklama: Kalın fontta yazılan cevap seçeneği, “doğru cevap” seçeneğidir.

Anket çalışması kapsamında sorulan trafik işaretleri dikkatle incelendiğinde, bu soruların, daha önce yapılan çalışmalarda katılımcılara yöneltilen sorular ile birebir aynı olmadığı görülebilmektedir. Çalışma kapsamında herhangi bir karşılaştırma yapılması hedeflenmemiştir. Bu yüzden önceki çalışmalarda yer alan sorular doğrudan dikkate alınmamıştır. Bu çalışmada yer alan bazı sorular, önceki çalışmalarda yer alan sorulardan bazıları ile benzerlik gösterse de, benzerlik oranının kayda değer ve yüksek düzeyde olmadığı açıkça görülebilmektedir.

Bu bilgiler ışığında, çalışma kapsamında, temel olarak, önceki çalışmalarda yer alan trafik işaretlerinden ziyade, Denizli’deki sürücülerin günlük hayatta sıkça karşılaştıkları trafik işaretleri kullanılmıştır. Böylece, trafikte bilgi ve farkındalık kavramının Denizli kent merkezi ölçeğinde incelenmesine imkân ve olanak sağlanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Denizli’deki ehliyet sahibi olan sürücülerin trafik işaretleri hakkındaki bilgi ve farkındalık düzeylerini belirlemek için yapılan anket çalışması 500 kişi üzerinde uygulanmıştır. Yaş, cinsiyet, meslek ve eğitim durumu ile ilgili sorulara katılımcılar tarafından verilen yanıtlar Şekil 1’ de gösterilmektedir.



Şekil 1. Ankete katılanların yaş, cinsiyet, meslek ve eğitim durumu dağılımları

Yaş, cinsiyet, meslek ve eğitim durumu ile ilgili analizlerin ardından, trafik işaretleri ile ilgili olan sorulara verilen yanıtlar da MS Excel ortamında ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu aşamada, katılımcının işaretlemiş olduğu cevap şikkına “1 puan” verilmiştir. Diğer cevap seçenekleri ise “0 puan” olarak dikkate alınmıştır. Ankete katılan 500 kişinin sorulara vermiş olduğu cevaplara dayalı olarak, her bir soru için bilinirlik yüzdeleri hesaplanmıştır. Bilinirlik yüzdesine göre yapılan değerlendirme kriterleri Tablo 6’ da detaylı olarak verilmektedir.

Tablo 6. Trafik işaretlerinin bilinirlik düzeyi değerlendirmesi

Bilinirlik Yüzdesi (%)	Bilinirlik Düzeyi
0 - 20 arasında	Çok düşük
20 - 40 arasında	Düşük
40 - 60 arasında	Orta
60 - 80 arasında	Yüksek
80 - 100 arasında	Çok Yüksek

Anket kapsamındaki her bir trafik işareti sorusu için, bilinirlik yüzdeleri ve bilinirlik düzeyleri Tablo 7’ de sunulmaktadır.

Tablo 7. Ankette bulunan trafik işaretlerinin bilinirlik yüzdeleri ve bilinirlik düzeyleri

Türü	No	Trafik İşareti	Bilinirlik Yüzdesi (%)	Bilinirlik Düzeyi	Türü	No	Trafik İşareti	Bilinirlik Yüzdesi (%)	Bilinirlik Düzeyi
T.U.İ	1	Sağa tehlikeli viraj	63	Yüksek	T.T.İ	15	Sağa dönülmez	93	Çok yüksek
T.U.İ	2	Kontrolsüz kavşak	37	Düşük	T.T.İ	16	Girişi olmayan yol	71	Yüksek
T.U.İ	3	Sola tehlikeli devamlı virajlar	59	Orta	T.T.İ	17	Azami hız sınırlaması	82	Çok yüksek
T.U.İ	4	Ana yol-tali yol kavşağı	94	Çok Yüksek	T.T.İ	18	Taşıt trafiğine kapalı yol	29	Düşük
T.U.İ	5	Tehlikeli eğim (çıkış)	73	Yüksek	T.T.İ	19	Bütün yasaklama ve kısıtlamaların sonu	32	Düşük
T.U.İ	6	Kontrollü demiryolu geçidi	55	Orta	T.T.İ	20	Yüksekliği 3.5 m’ den fazla olan taşıt giremez	75	Yüksek

T.U.İ	7	Her iki taraftan daralan kaplama	96	Çok yüksek	T.T.İ	21	Karşıdan gelene yol ver	19	Çok düşük
T.U.İ	8	Tehlikeli viraj yön levhası	23	Düşük	B.İ	22	Anayol sonu	41	Orta
T.U.İ	9	Kasisli yol	88	Çok yüksek	B.İ	23	Otoyol sonu	76	Yüksek
T.U.İ	10	Düşük Banket	62	Yüksek	B.İ	24	Okul geçidi	71	Yüksek
T.U.İ	11	Kaygan yol	93	Çok yüksek	B.İ	25	İleri çıkmaz yol	87	Çok yüksek
T.U.İ	12	Gizli buzlanma	70	Yüksek	D.P.İ	26	Park etmek yasaktır	32	Düşük
T.U.İ	13	Yolda çalışma	99	Çok yüksek	D.P.İ	27	Duraklamak ve Park etmek yasaktır	69	Yüksek
T.T.İ	14	Yol ver	51	Orta	T.U.İ: Tehlike Uyarı İşaretleri / T.T.İ: Trafik Tanzim İşaretleri B.İ: Bilgi İşaretleri / D.P.İ: Durma ve Park etme İşaretleri				

Tablo 7' den görüldüğü üzere, anket kapsamında ele alınan 27 trafik işaretinden 17' si (yaklaşık %63) çok yüksek veya yüksek düzeyde bilinirliğe sahiptir. Fakat bu işaretlerden 6' sı (yaklaşık %23) ise çok düşük veya düşük düzeyde bilinirlik içermektedir. Trafik mühendisliği açısından bakıldığında bu oranın oldukça yüksek olduğu söylenebilir. Trafik işaretlerinin bilinirliğinin şehir içi ve şehirlerarası trafiğin düzenli ve güvenli akışında büyük ve önemli bir role sahip olduğu düşünüldüğünde ise bu yüksek oranın, şehir içi ve şehirlerarası trafiği ciddi derecede olumsuz yönde etkileyebileceği tahmin edilmektedir. Çalışma kapsamında, trafiğin düzenli ve güvenli akışının sağlanması için yeterli bilinirlik düzeyine sahip olmayan (çok düşük, düşük ve orta) trafik işaretleri ayrı ayrı değerlendirilmiş ve şu bulgulara ulaşılmıştır:

- **KontROLSÜZ KAVŞAK (2. soru):** Yapılan anket çalışmasında kontROLSÜZ kavşak işareti için bilinirlik yüzdesi %37 olarak elde edilmiştir. Bu soruya ait sonuçlar dikkatle incelendiğinde, katılımcıların büyük bir çoğunluğunun bu işaretin anlamını “Taşıt trafiğine kapalı yol” veya “KontROLSÜZ demiryolu geçidi” olarak yorumladıkları görülmüştür.
- **SOLA TEHLİKELİ DEVAMLILIK VIRAJLAR (3. soru):** Anket sonuçlarına göre, bu işaret için bilinirlik yüzdesi %59 olarak elde edilmiştir. Bu soruya yanlış cevap veren katılımcıların yarısının bu işaretin anlamını “Sola tehlikeli viraj” olarak yorumladıkları görülmüştür.
- **KONTROLLÜ DEMİRYOLU GEÇİDİ (6. soru):** Anket sonuçlarına göre, bilinirlik yüzdesi %55 olarak elde edilen trafik işaretidir. Eldeki veriler ışığında, bu soruya yanlış cevap verenlerin çoğunun, bu işaretin anlamını “KontROLSÜZ demiryolu geçidi” olarak yorumladıkları görülmüştür.
- **TEHLİKELİ VIRAJ YÖN LEVHASI (8. soru):** Çalışma kapsamında, bilinirlik yüzdesi %23 olarak elde edilmiştir. Katılımcıların yaklaşık %30' u bu işaretin anlamını “Sola tehlikeli viraj” olarak yorumlarken, %40' ı ise “Sola devamlı viraj” seçeneğini tercih etmiştir.
- **YOL VER (14. soru):** Özellikle, sinyal ile denetimin yapılmadığı kavşaklarda karşımıza çıkan “Yol ver” trafik işaretinin bilinirlik yüzdesi %51 olarak elde edilmiştir. Bu işaretin bilinirlik oranının yarı yarıya olması, sinyal denetimsiz kavşaklardaki trafik kazası görülme sıklığının fazla olmasının nedenini açıkça ortaya koymuştur [16].
- **TAŞIT TRAFİĞİNE KAPALI YOL (18. soru):** Bilinirlik yüzdesi %29 olarak elde edilmiş olan trafik işaretidir. Katılımcıların çoğu bu işaretin anlamını “Taşıt trafiğine açık yol” veya “Bütün yasaklama ve kısıtlamaların sonu” olarak yorumlamışlardır.
- **BÜTÜN YASAKLAMALARIN VE KISITLAMALARIN SONU (19. soru):** Yoldaki yasaklama ve kısıtlamaların sona erdiğini gösteren bu işaretin bilinirlik yüzdesi %32 olarak elde edilmiştir. Soruya verilen cevaplar incelendiğinde, diğer cevap seçenekleri arasında dengeli bir dağılımın olduğu görülmektedir. Bu durum, katılımcıların bu trafik işareti hakkında yeterince bilgi sahibi olmadığının bir göstergesidir.

- **Karşıdan gelene yol ver (21. soru):** Anket sonuçlarına göre, bu işaretin, bilinirlik yüzdesi en düşük trafik işareti olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Katılımcıların %61' i bu soru için "İki yönlü yol" cevabını vermiştir.
- **Anayol sonu (22. soru):** Bilinirlik yüzdesi %41 olarak elde edilmiş olan trafik işaretidir. Bu soruya yanlış cevap veren katılımcıların çoğu bu işaretin anlamını "Otoyol sonu" olarak yorumlamıştır.
- **Park etmek yasaktır (26. soru):** Özellikle şehir içinde sıkça karşılaşılan bu trafik işaretinin bilinirlik yüzdesi oldukça düşük (%32) elde edilmiştir. Denizli kent merkezi ölçeğinde düşünüldüğünde, cadde ve sokaklardaki yanlış parklanmanın trafik akışı ile alakalı sorunları da beraberinde getirdiği ortadadır. Bu durumda, sürücülerin trafik işaretleri hakkında daha fazla bilinçlendirilmesi ve farkındalık düzeylerinin artırılması, kesinlikle sağlanması gereken bir husustur.

Elde edilen sonuçlar dikkatle incelendiğinde, anket kapsamında sorulan ve günlük hayatta sıkça karşılaşılan trafik işaretlerinin yaklaşık %40' ının yeterli düzeyde bilinmediği açıkça görülmektedir. Bu durumun, şehir içinde ve şehirlerarasında trafiğin düzensiz akışına ve trafik kazalarına öncü bir etken olabileceği kesinlikle unutulmamalıdır.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, Ege Bölgesi' nin en büyük illerinden birisi olan Denizli' deki sürücülerin günlük hayatta sıkça karşılaşılan trafik işaretleri hakkında, bilgi düzeylerinin yeterli olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında, öncelikli olarak, 27 adet çoktan seçmeli trafik işareti sorusu hazırlanmış ve hazırlanan sorular anket formuna yerleştirilmiştir. Çalışmanın bir sonraki aşamasında, hazırlanan anket sürücü belgesine sahip olan 500 kişi üzerinde uygulanmıştır. Çalışmanın en son aşamasında ise anket sonuçları MS Excel ortamında değerlendirilmiş ve ankette yer alan her bir trafik işaretinin bilinirlik düzeyleri ayrı ayrı belirlenmiştir. Değerlendirmeler sonucunda elde edilen bulgular genel olarak şu şekilde sıralanabilir:

- Ankette yer alan 27 trafik işaretinden 10' unun, yani yaklaşık %40' ının, orta, düşük veya çok düşük bilinirlik düzeyine sahip olduğu görülmüştür.
- Bilinirlik yüzdesi %80' in üzerinde olan trafik işareti sayısı yalnızca 7' dir. Bu durumda, ankette sorulan trafik işaretlerinin yalnızca %25' inin, bilinirlik yüzdesinin %80' den daha fazla olduğu söylenebilir.
- Özellikle, "Kontrolsüz kavşak", "Yol ver" gibi trafik işaretlerinin bilinirlik yüzdesinin düşük olması, denetimsiz kavşaklarda sıklıkla yaşanan kazaların nedenlerini açıklar nitelikte görülmüştür.
- Genel olarak bakıldığında, yüksek veya çok yüksek bilinirlik düzeyine sahip olan trafik işareti sayısının 17 olduğu görülmektedir. Bu, anketteki trafik işaretlerinin yalnızca %60' ının yüksek veya çok yüksek bilinirlik düzeyine sahip olduğunu göstermektedir. Bu orandan yola çıkarak, Denizli' de trafik işaret bilinirlik düzeyinin yeterli ve yüksek olmadığı açıkça görülmüştür.
- Çalışmada, "Park etmek yasaktır" işaretinin bilinirlik yüzdesi de oldukça düşük elde edilmiştir. Bu durum, Denizli' deki birçok cadde ve sokakta (özellikle kalabalık yerlerde) yanlış parklanma sonucu görülen düzensiz ve güvensiz trafik akışını da destekler niteliktedir.

Yukarıda sıralanan maddelerden de görüldüğü üzere, trafik işaretlerinin bazılarının bilinirlik düzeyleri yeterli ve uygun değildir. Bu durumun, şehir içi ve şehirlerarasındaki trafik akışını olumsuz yönde etkilememesi için çeşitli uygulamalar gerçekleştirilmelidir. Bu uygulamalara örnek olarak şunlar verilebilir:

- Bireylere, okullarda, küçük yaşlardan itibaren trafik eğitimi verilmeye başlanmalıdır. Eğitimler, gerektiğinde oyunlar, simülasyonlar vb. ile de desteklenmelidir. Bu durumun, trafikte bilgi ve farkındalığı önemli oranda arttırabileceği düşünülmektedir.
- Bu aşamada, sürücü belgesi alınması sürecinde Sürücü Kurslarına büyük görevler düşmektedir. Kurslardaki trafik eğitimi kalitesi arttırılmalı ve sürücü adayları trafiğe tam anlamıyla eksiksiz bir şekilde hazırlanmalıdır. Adaylar için simülasyona dayalı bir eğitimin, trafikte bilgi ve farkındalığı arttırabileceği düşünülmektedir.
- Televizyonlarda, gazetelerde vb. kitle iletişim araçlarında, trafikte bilgi ve farkındalık ile ilgili unsurlara daha fazla yer verildiği takdirde, trafik bilgisi ve farkındalık düzeyinin arttırılabileceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Yazarlar, anket çalışmalarının titizlikle yürütülmesini sağlayan, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü mezunları Gülşah Çufalı' ya, Berrin Ötkün' e, Mehmet Sait Acar' a ve Ayşe Doğan' a teşekkürlerini sunarlar.

Kaynaklar

1. Çakıcı Z., Murat Y.S. 2016. Sinyalize Dönel Kavşaklar için Hesap Yöntemi Önerisi ve Performans Analizi, İMO Teknik Dergi, 27 (4): 7569-7592.
2. Tortum A., Codur M.Y., Kilinc B. 2012. Modeling Traffic Accidents in Turkey Using Regression Analysis, Iğdır University Journal of the Institute of Science and Technology, 2 (3): 69-78.
3. Temel F., Özcebe H. 2006. Türkiye' de Karayollarında Trafik Kazaları, Sted (Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi), 15 (11): 192-198.
4. Brabender B.D., Vereeck L. 2007. Safety Effects of Roundabouts in Flanders: Signal Type, Speed Limits and Vulnerable Road Users, Accident Analysis and Prevention, 39 (3): 591-599.
5. Janpla S., Bumrugrad P., Kularbphetpong K. 2015. Developing A Traffic-Sign Knowledge Application on Android System, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 191 (2015): 680-685.
6. Yüksel İ. 2002. Sürücü Davranışlarının Stres Oluşturucu Değişkenlere Bağlı Olarak Öngörülmesi, Erciyes Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi, 19: 173-182.
7. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1051
8. Al-Madani H., Al-Janahi A.R. 2000. Role of Drivers' Personal Characteristics in Understanding Traffic Sign Symbols, Accident Analysis and Prevention, 34 (2002): 185-196.
9. Shinar D., E Dewar R., Summala H., Zakowska L. 2003. Traffic Sign Symbol Comprehension: A Cross-Cultural Study, Ergonomics, 46 (15): 1549-1565.
10. Ng A.W.Y., Chan A.H.S. 2007. The Guessability of Traffic Signs: Effects of Prospective-User Factors and Sign Design Features, Accident Analysis and Prevention, 39 (2007): 1245-1257.
11. Ng A.W.Y., Chan A.H.S. 2008. The Effects of Driver Factors and Sign Design Features on the Comprehensibility of Traffic Signs, Journal of Safety Research, 39 (2008): 321-328.
12. Tuydes-Yaman H., Kirmizioglu E. 2012. Comprehensibility of Traffic Signs Among Urban Drivers in Turkey, Accident Analysis and Prevention, 45 (2012): 135-141.
13. Özen E., Genç E., Kaya Z. 2014. Trafik Kazalarının Nedenlerine İlişkin Düşünceler ve Trafikte Farkındalık: Uşak İli Örneği, Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 1 (1): 1-14.
14. Ben-Bassat T., Shinar D. 2015. The Effect of Context and Drivers' Age on Highway Traffic Signs Comprehension, Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 33 (2015): 117-127.
15. Trifunovic A., Pesic D., Cicevic S., Antic B. 2017. The Importance of Spatial Orientation and Knowledge of Traffic Signs for Children's Traffic Safety, Accident Analysis and Prevention, 102 (2017): 81-92.
16. Murat Y.S., Şekerler A. 2009. Trafik Kaza Verilerinin Kümelendirme Analizi Yöntemi ile Modellenmesi, İMO Teknik Dergi, 20 (3): 4759-4777.

Araştırma Makalesi / Research Article

Emisyon Kontrol Uygulamalarında Saf Pomza Taşı Kullanabilirliğinin Deneysel Olarak Araştırılması

Niyazi Yılmaz ÇOLAK¹, Doğan ŞİMŞEK^{1*}

¹Bitlis Eren Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitlis

Özet

Bu çalışmada, tek silindirli bir dizel motorda egzoz emisyonlarına katalizör olarak saf pomza taşının kullanılabilirliği ve egzoz emisyonlarına etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Egzoz emisyon karakteristiklerini belirlemek amacıyla motor tam gaz konumunda, değişik motor yüklerinde teste tabi tutulmuştur. Yapılan çalışma ile atmosferi kirleten ve sera gazı etkisi gösteren emisyonları filtre etmede pomza madeninin etkisi araştırılmış olup sonuçlar grafik olarak verilmiştir. Dizel motordan kaynaklanan zararlı gaz emisyonlarındaki değişim izlenmiştir. Elde edilen sonuçlarda standart katalizör kullanıldığında HC, CO, NO_x ve is emisyonlarında sırası ile %49, %48, %49 ve %26 oranında bir azalma olduğu, katalizör olarak pomza kullanımında ise, %19, %6, %2-3 ve %12-44 oranında bir azalma olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar neticesinde pomza madeni oksitleyici ve NO_x indirgeyici özelliğe sahip metal ve soy metaller ile desteklenmesi ile daha iyi sonuçlar elde edilebileceği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Pomza, Emisyon, Dizel Motor, Katalizör.

Experimental Investigation of the Using Pure Pumice Stone In Emission Control Applications

Abstract

In this study, the usability of pumice stone as catalyst for the exhaust emissions of a single cylinder diesel engine, and its effects on the exhaust emissions are investigated experimentally. The engine is tested under fully open throttle and various engine load conditions. In this study, the performance of pumice material in filtering the pollutant and greenhouse gas emissions is investigated and the results are presented graphically. Change in the harmful gas emissions exhausted from the diesel engine is observed. While 49%, 48%, 49% and 26% reductions in HC, CO, NO_x and soot emissions are achieved by using standard catalyst, using pumice material provided reductions in these emissions as 19%, 6%, 2-3%, 12-44% respectively. Results showed that better results can be obtained by supporting pumice material by oxidizing and NO_x reductive metals and noble metals.

Keywords: Pumice, Emission, Diesel Engine, Catalyst.

1. Giriş

Uzun yıllardır çevre bilincinin gelişmesi ile hava kirliliğinin azaltılması önem kazanmaktadır. Hava kirliliğinin başlıca sebepleri endüstri gazları, konut ısıtmaları sonucu oluşan gazlar, termik santraller ve motorlu taşıt emisyonlarıdır. Hava kirleticileri arasında motorlu taşıtlardan kaynaklanan egzoz emisyonları kirleticilerin önemli bir kısmını oluşturmaktadır [1]. Motorlu taşıtlar çevreyi; egzoz emisyonu, yakıt, yağ buharı, kursun bileşikleri, asbest ve lastik tozları, aşınma, paslanma ve korozyon sonucu oluşan gaz, sıvı ve katı atıklarla kirletmektedir. Bu kirleticilerin en etkin zararlı ve yoğun olanları egzoz gazında bulunan CO, HC, NO_x ve PM (is, duman vb.) emisyonlarıdır. Bunlardan NO_x ile PM emisyonları daha çok dizel motorlarından kaynaklanmaktadır [2]. Motorlu taşıtlardan kaynaklanan kirleticilerin özellikleri ve yoğunlukları motor tipine, motor ayarına, kullanım tarzına, yakıt bileşimine ve atmosferik şartlara bağlı olarak değişmektedir [3]. Toplu taşımacılıkta ve ağır yük taşıtlarında

*Sorumlu yazar: dsimsek@beu.edu.tr

Geliş Tarihi: 29/01/2017 Kabul Tarihi: 14/06/2017

genellikle dizel motorlar kullanılmaktadır. Bu sebeple dizel motorlarından kaynaklanan emisyonların azaltılması önem kazanmaktadır [4].

Doğrudan ve dolaylı yoldan insan sağlığını ve çevreyi tehdit eden emisyonların kontrolü kaçınılmaz bir hal almaktadır. Gelişmiş ülkelerde motorlu taşıt emisyonlarına sınırlamalar getirilmiş ve bu bağlamda birçok standart geliştirilmiştir. Geliştirilen standartlar emisyonların maksimum değerlerini sınırlamış olup, bu değerlerin aşılması durumunda bir takım yaptırım unsurları içermektedir. Bu sebepten dolayı araştırmacılar içten yanmalı motorlarda egzoz emisyonlarının azaltılması konusunda birçok çalışma yapmaktadır. Yapılan bu çalışmalar doğrultusunda benzinli ve dizel motorlarda emisyon kontrol sistemleri geliştirilmiş olup, emisyonlara karşı bir takım önlemler alınmıştır [5]. Motorlu taşıtlarda egzoz emisyonlarının azaltılmasına yönelik olarak alınan önlemler üç kısımda toplanabilir:

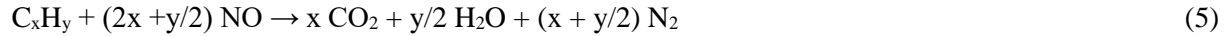
1. Motor öncesinde alınan önlemler; yakıt bileşiminin iyileştirilmesi, alternatif yakıt kullanımı;
2. Motorda alınan önlemler; motorda yapısal olarak alınan önlemler;
3. Motor sonrasında alınan önlemler; egzoz gazındaki zararlı emisyonların azaltılmasına yönelik alınan önlemler [6].

Motor sonrasında hava kirliliğini azaltmaya yönelik önlem olarak kullanılan teknikler; egzoz gazı resirkülasyonu (EGR), termal reaktörler, oksidasyon katizörleri, üç yollu katalitik konvertörler (TWC) ve dizel motorlarında partikül tutuculardır [7]. Katalizörler, kendisi değişime uğramaksızın bir kimyasal reaksiyonun hız ve oranını değiştiren elemanlardır. Termodinamik olarak mümkün olan herhangi bir reaksiyonun hızı, düşük oranda bileşenlerin sıcaklığına bağlıdır. Reaksiyon hızları genellikle yüksek sıcaklıklarda artmaktadır. Katalizörler motor egzozunda oldukça yavaş ilerleyen reaksiyonları hızlandırarak emisyonların kontrol edilebilmesini sağlar [8]. Üç yollu katalitik konvertörde CO ve HC oksidasyonu ile CO₂ ve H₂O, NO_x'in indirgenmesi ile N₂ oluşumunda birçok sayıda reaksiyon olmakla beraber bunların başlıcaları aşağıda belirtilen 7 farklı reaksiyon ile gösterilmektedir [6]. Şekil 1'de katalitik konvertörde gerçekleşen reaksiyonlar gösterilmiştir.

Oksidasyon reaksiyonları:



NO_x indirgenmesi:



Buhar Reforming (Steam Reforming):



Su gaz değişimi:



Şekil 1. Üç yollu konvertörlerde gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar

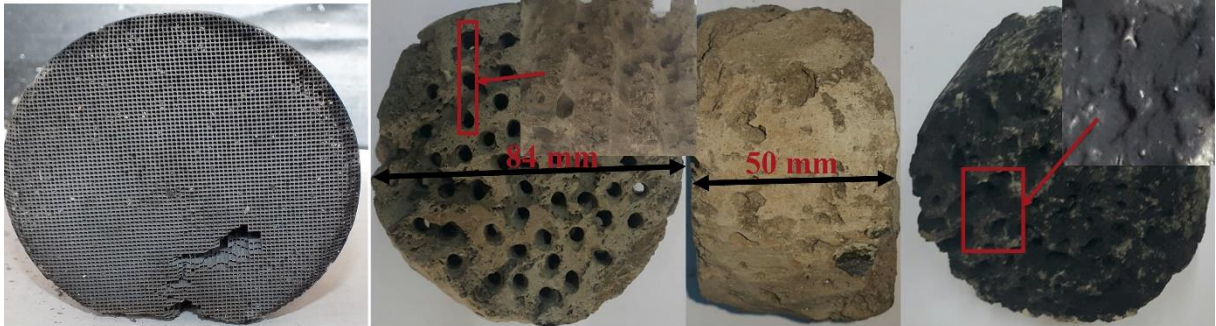
Katalizörler çeşitli bileşiklerden oluşmaktadır. Yaygın olarak Al₂O₃ gibi gözenekli oksitler diğer değerli metallere yataklık yapması için geniş yüzey alanı sağlamaktadır. Buna ek olarak Al₂O₃ katalizörün yüksek termal stabilitesini de artırır. Oluşturulan petek yapı malzemenin yüzeyindeki kayıpları önlemek için baryum oksitlerden oluşan lantan malzemenin üstünde bir katman olarak

bulunmaktadır. Ayrıca asit metal dağılımının stabilize olması ve oksijen depolanması, buhar reformasyon reaksiyonlarını hızlandırmak için yükseltici olarak CeO₂ ilave edilir. Geçtiğimiz son çeyrek yıllarda ZrO₂ nin CeO₂ ye ilave edilmesi oksijen depolanmasını ve elde edilen katalizörün ısıl direncini önemli ölçüde artırdığı belirtilmiştir. Katalizörde elde edilen bu yapı son katmanı olarak Pd (Paladyum), Pt (Platin) ve Rh (Rodyum) gibi değerli metaller aktif katalizör partikülleri olarak en üst katmanı oluşturmaktadır. Bu değerli metaller standart bir katalizörde 2-5.5 gr civarında bulunmaktadır [9,10,11]. Pomza, açık renkli, boşluklu, süngerimsi, volkanik olaylar neticesinde oluşmuş, fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı dayanıklı, gözenekli, silisli volkanik bir kayadır. Bir başka deyişle pomza, yoğun boşluk bulunan volkanik camsı bir taştır [12]. Ortalama ergime noktası 1343 °C'dir. 760 °C'nin altında herhangi bir hacim değişikliğine uğramaz. Bu sıcaklıkta dış yüzeydeki lifler buruşur ve çekilir. 480 °C ile 650 °C aralığındaki alevlerde pomza yapısal bozulma ve parçalanmaya uğramaz. Kayacın içerdiği SiO₂ oranı, kayaca abrasif (aşındırıcı) özellik kazandırmaktadır. Bu yüzden çeliği bile rahatlıkla aşındırabilecek bir kimyasal yapı sergileyebilir. Al₂O₃ bileşimi ise ateşe ve ısıya yüksek dayanım özelliği kazandırır [13]. İçeriğindeki Na₂O ve K₂O tekstil sanayiinde reaksiyon özellikleri veren bileşimler olarak bilinmektedir [14]. Pomza; gözenekli yapısı, kristal suyu ihtiva etmemesi ve hiç bir işlem görmeden doğal olarak kullanılabilmesi pomza taşına oldukça fazla avantaj kazandırmaktadır. Pomza taşının doğal hafifliği diğer yabancı maddelerden arındırma işleminde çok büyük kolaylık sağlamaktadır. İlaç ve boya sanayi, içme suyu, muhtelif gıda suları, muhtelif yağların, glikoz ve fruktozun filtre edilmesinde kullanılmaktadır. Filtrelemede yaygın olarak kullanılan pomza, oluşumu sırasında bünyedeki gazların ani olarak bünyeyi terk etmesi ve ani soğuması nedeniyle, makro ölçekten mikro ölçüğe kadar sayısız gözenek içerir [15,16]. Gözenekler arası genelde bağlantısız boşluklu olduğundan geçirgenliği düşük, ısı ve ses yalıtımı oldukça yüksektir [17,18].

Ülkemizde yaklaşık olarak rezervi 2,6 milyar m³ pomza madeni bulunmaktadır [19,20]. Pomza madeni yatakları yoğunlukla Doğu Anadolu bölgesinde Tatvan Bitlis sınırları içinde bulunmaktadır. Bu çalışma da, Bitlis ili sınırları içerisinde rezerv miktarı yüksek olan pomza madeninin katalitik konvertör katalizörü olarak kullanılmasının dizel motorlu araçlardan kaynaklanan egzoz kirleticilerinin önlenmesinde kullanılması durumunda azaltıcı etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Pomzanın kullanılmasında yapısındaki oksitli bileşiklerin fazla olması ısı direnci ve ses yalıtım özelliğinden faydalanılması amaçlanmıştır. Ayrıca pomza madeni rezervlerinin her sektörde olduğu gibi otomotiv sektöründe de etkin olarak kullanılabilirliğinin olması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Yapılan çalışmada, belirli bir düzen ile yerleştirilen pomza taşları içerisinde egzoz gazlarının geçişini sağlamak için sitem tasarlanmış ve deney düzeneğine ilave edilmiştir. Egzoz gazlarının ısı ve sıcaklığını ve ayrıca olası art yanmalar sonucu egzoz çıkışında oluşabilecek alevin doğrudan pomza taşlarına teması durumunda taşa oluşabilecek hasarın engellenmesi amacıyla, egzoz çıkışına alev sönmüleyici ilave edilmiştir. Oksidasyon katalizörü olarak kullanılacak pomza taşı ve standart katalist Şekil 2' de verilmiştir.



Standart katalist

Katalist olarak kullanılan pomza taşı

Test sonrası pomza taşı

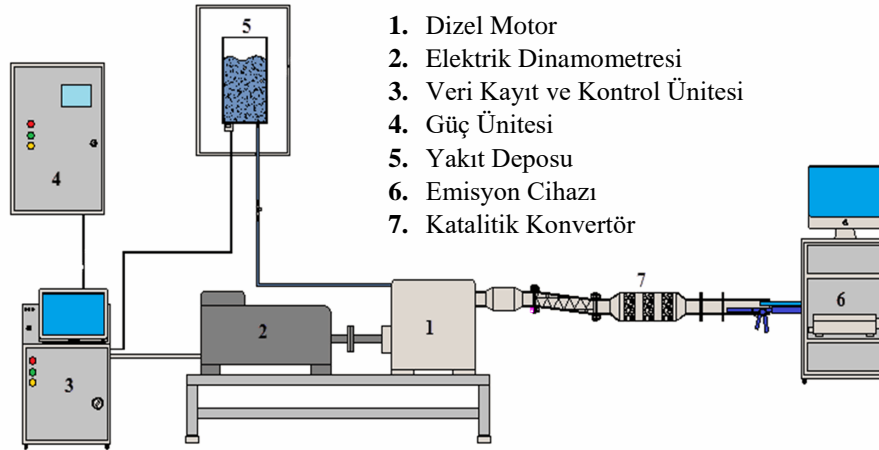
Şekil 2. Testler esnasında kullanılan standart katalist ve pomza taşlarının görünümü

Pomza taşının doğal olarak yapısında bulunan kılcal kanallarla bu sayede daha fazla yüzey alanı oluşturulmak hedeflenmiştir. Oksidasyon katalizörü olarak kullanılan saf pomza taşının genel kimyasal bileşimi Tablo 1’de verilmiştir [20].

Tablo 1. Pomza'nın Genel Kimyasal Bileşimi

Bileşen	İçerik (%)	Bileşen	İçerik (%)
SiO	60-75	Na ₂ O+K ₂ O	7-8
Al ₂ O ₂	13-15	TiO ₂	Eser
Fe ₂ O ₃	1-3	SO	Eser
CaO	1-2	Cl	Eser
MgO	1-2		

Motor testleri Bitlis Eren Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü Laboratuvarında yapılmıştır. Motor test standı Şekil 2’de görülmektedir. Test sisteminde 26 kW, 80 Nm tork ve max 5000 rpm hızında elektrikli dinamometre kullanılmaktadır. Test sisteminde yakıt tüketimi, motor momenti ve motor gücü verileri anlık olarak, kullanılan arayüz programı ile dijital olarak kaydedilmiştir. Testler tek silindirli dört zamanlı, sıkıştırma ile ateşlemeli motorda tam gaz konumunda altı farklı motor yükünde test edilmiştir. Tablo 2’de kullanılan motorun özellikleri verilmiştir. Egzoz emisyonları Mobydic marka gaz analiz cihazı kullanılarak kayıt altına alınmıştır. Kullanılan cihazın ölçüm aralıkları Tablo 3’de verilmiştir. Kullanılan yakıt deneylere başlanmadan önce yeterli miktarda piyasadan temin edilmiştir. Elde edilen sonuçlar aynı şartlarda piyasadan temin edilen ve günümüzdeki araçlarda kullanılan katalitik konvertörde bulunan katalizör ile grafiksel olarak karşılaştırılmıştır.



Şekil 3. Deney düzeneğinin şematik görünümü

Tablo 2. Test motoru özellikleri

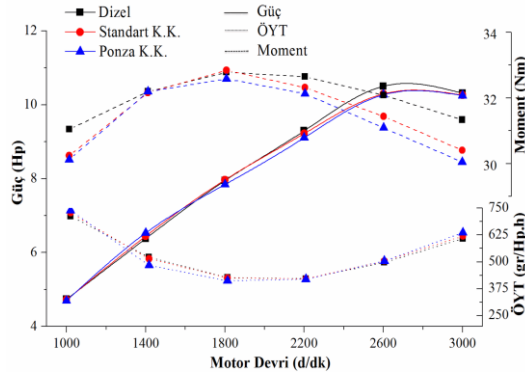
Motor Tipi	ANTOR 3 LD 510
Silindir Sayısı	1
Silindir Çapı x Strok	85 x 90 mm
Silindir Hacmi	510 cm ³
Sıkıştırma Oranı	17:01
Maksimum Motor Devri	3200 d/dk
Maksimum Motor Gücü	12 Hp
Maksimum Motor Momenti	3,5 kg.m 1800 d/dk

Tablo 3. Emisyon cihazı özellikleri

MOBYDIC 5000 GAZ ANALİZ CİHAZI	
CO % Vol	0 – 10
CO ₂ % Vol	0 – 20
HC ppm Vol	0 – 20000
O ₂ % Vol	0 – 21
NO _x ppm	0 – 5000
Lambda	0 – 5
N %	0 – 100
K l/m	0 – 20
Partikül mg/m ³	0 – 1000

3. Bulgular ve Tartışma

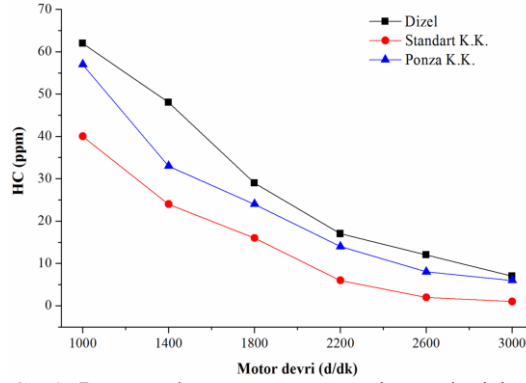
Şekil 4’de motor hızına göre motor performans eğrileri değişimi görülmektedir. Şekil 4 incelendiğinde standart katalizör kullanımı ile pomza kullanımı arasında motor gücünde az bir miktar değişim olduğu görülmektedir. Motor gücü motor devri ve momentine bağlı olarak değişen bir büyüklüktür. Bu durum motor momentindeki azalma ile ilişkilidir. Yüksek motor devirlerinde silindir içerisine alınan hava miktarı ve silindir içerisinde kalan yanmış gaz miktarı etkilemektedir. Katalitik konvektör kullanımında egzoz gazları katalizör içerisinden geçtiği için bu durum motora artı bir yük getirmektedir. Bu durum motor momentinde ve gücünde az da olsa bir miktar azalmaya, özgül yakıt tüketiminde (ÖYT) ise artışa sebep olmaktadır. Motor momentindeki bu azalma maksimum motor devrinde standart katalizör kullanımında %3 pomza kullanımında ise yaklaşık %4 olarak tespit edilmiştir. Motor gücünde ise standart katalizör kullanılmasında maksimum %1 pomza kullanımında ise maksimum %4 oranında bir azalma olduğu görülmektedir. Motor gücünün azalması özgül yakıt tüketiminin artmasına sebep olmaktadır. Bu artışın standart katalizör kullanımında yaklaşık %1, pomza kullanımında ise yaklaşık %3 oranında olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4. Motor hızına göre motor performans değişimi

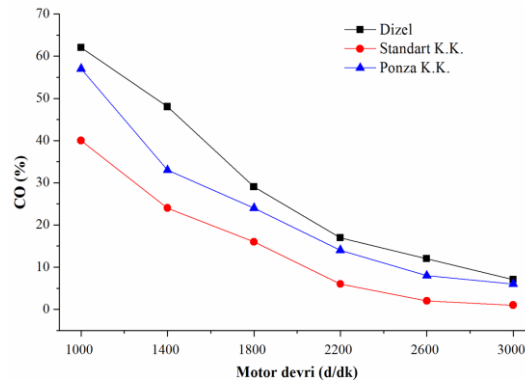
Şekil 5’de değişen motor hızına göre HC emisyonlarının değişimi verilmiştir. Silindir içerisine püskürtülen yakıt yanma sonlandığında yeterli oksijen bulamadığı için egzoz gazları içerisinde HC oluşturur [21]. Şekil 5 incelendiğinde motor yüküne bağlı olarak HC emisyonlarının arttığı görülmektedir. Maksimum HC emisyonu 1000 d/dk motor hızında katalizör kullanılmadan alınan ölçümde 62 ppm olarak kaydedilmiştir. Aynı motor devrinde standart katalizör kullanımında 40 ppm, katalizör yerine pomza kullanımında ise 57 ppm olarak elde edilmiştir. Bütün motor devirlerinde ve aynı şartlarda katalizör olarak pomza kullanımında HC emisyonlarında katalizör kullanılmadan elde edilen HC emisyonlarına göre azalma olduğu görülmektedir. Bütün motor devirlerinde elde edilen değerlerin ortalaması alındığında standart katalizör kullanımında %49,15 oranında bir azalma ve aynı şartlarda pomza kullanımında ise %19 oranında bir azalma olduğu görülmektedir. Bu azalma (1) ve (2) numaralı denklemlerle açıklanabilir. Egzoz gazları içerisindeki HC’ların oksidasyon filtresi içerisinde oksijenle tepkimeye girerek (1 numaralı denklem) oksitlenmesi sonucu CO₂ ve H₂O’ya dönüşmektedir [6].

1 numaralı denklemin ürünü olan H_2O kullanılarak HC'ler CO ve H_2 (2 numaralı denklem) gazlarına dönüştürülmektedir.



Şekil 5. Motor hızına göre HC emisyon değişimi

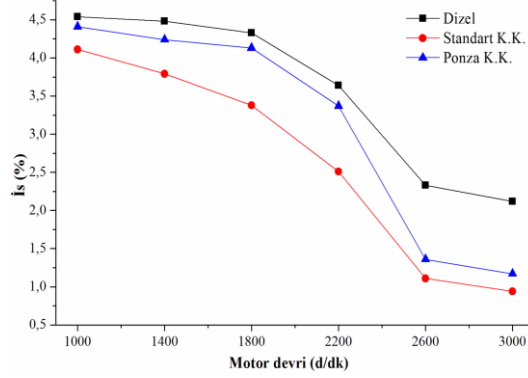
Şekil 6'da motor hızına göre CO emisyonu değişimi verilmiştir. Grafik incelendiğinde CO değişimi motor devrinin artmasıyla azaldığı görülmektedir. Maksimum CO emisyonu 1000 d/dk katalizörsüz olarak 2,71, standart katalizör kullanımında 1,71 ve katalizör olarak pomza kullanımında ise 2,6 olarak ölçülmüştür. CO emisyonundaki bu azalma; (3), (4) ve (5) nolu reaksiyon denklemlerinin gerçekleşmesi ile sağlanabilir [6]. Bilindiği üzere dizel motorlarda (hava fazlalık katsayısı) $HFK > 1$ şeklindedir. Bu durumda silindir içerisinde yanma reaksiyonuna katılmayan fazladan hava bulunmaktadır. Silindirde yanma reaksiyonuna girmeyen oksijen ve NO_x indirgenmesi sırasında açığa çıkan oksijen, katalizörde CO ile reaksiyona girerek CO_2 oluşturmaktadır [22]. Pomza taşı oksitleyici olarak kullanılması durumunda 3 ve 4 numaralı reaksiyon denkleminin gerçekleştiği yani pomza taşının yapısındaki oksitli bileşikler reaksiyonda daha etkili olmuştur. CO emisyonu oksitlenmesinde kullanılan reaksiyonlarda 5 numaralı reaksiyon etkisinin fazla olmadığı söylenebilir. 5 numaralı reaksiyon denkleminde NO_x gazlarının indirgenmesiyle elde edilen NO kullanılmaktadır. Nitekim katalizör olarak pomza kullanılması durumunda NO_x emisyonlarının indirgenme reaksiyonunda tepkime oluşturan platin, paladyum gibi değerli metallerin bulunmaması bu reaksiyonun gerçekleşmemesini doğrudan etkilemektedir.



Şekil 6. Motor hızına göre CO emisyon değişimi

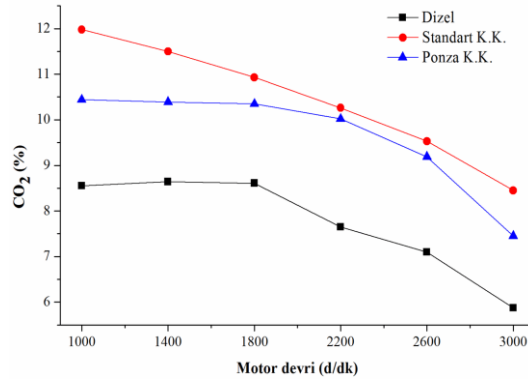
Şekil 7'de motor hızına göre is emisyonu değişimi verilmiştir. Dizel motorlardan kaynaklı olan is emisyonunun büyük bir kısmı karbon parçacıkları diğer kısmı ise hidrokarbonlardan oluşmaktadır [23]. Şekil incelendiğinde artan motor devriyle is emisyonlarının azaldığı görülmektedir. Ayrıca yüksek motor devirlerinde (2600 d/dk ve 3000 d/dk) katalizör olarak pomza kullanımında ise dönüşüm veriminin arttığı görülmektedir. Maksimum is emisyonu maksimum motor yükünde katalizör kullanılmaması durumunda elde edilmiştir. Bu motor devrinde (1000 d/dk) katalizörsüz 4,54 standart katalizör kullanımında 4,11 ve pomza kullanımında ise 4,41 olarak kaydedilmiştir. İs emisyonundaki maksimum azalma 2600 d/dk ve 3000 d/dk motor devirlerinde olduğu görülmüştür. Bu dönüşüm veriminin değişimi sıcaklıkla ve gaz kompozisyonu ile ilgilendirilebilir. Yanma sonu sıcaklığı 1400 °C'nin altına düştüğünde silindir içerisindeki is oksitlenmesi etkisini kaybetmektedir [4]. Motor

yükünün azalmasıyla egzoz gaz sıcaklığının artması oluşan egzoz gazı içerisindeki is konsantrasyonunu azaltmakta ve sıcaklığın artması ile is emisyonu içerisindeki karbonların katalizör oksitlenmesi de artmaktadır.



Şekil 7. Motor hızına göre is emisyon değişimi

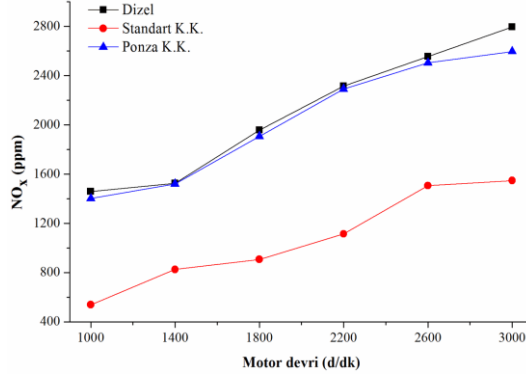
Şekil 8’de motor hızına göre CO₂ emisyonu değişimi verilmiştir. Şekil incelendiğinde artan motor devriyle CO₂ emisyonun azaldığı görülmektedir. Ancak katalizör olarak pomza kullanımında katalizörsüz elde edilen sonuçlara göre CO₂ emisyonlarında artış olduğu ve standart katalizör kullanımı ile bu artışın maksimum seviyelere çıktığı görülmektedir. Katalizör olarak pomza kullanımında CO₂ emisyonlarındaki artış standart katalizör kullanıldığında elde edilen CO₂ emisyonlarına yakın seviyelere ulaştığı görülmektedir. Bütün motor devirlerindeki elde edilen verilerin ortalaması alındığında, CO₂ emisyonunun katalizör kullanılmaması durumunda % 7,73, standart katalizör kullanımında % 10,44 ve katalizör olarak pomza kullanımında ise % 9,64 olduğu görülmektedir. CO₂ emisyonu değişimi egzoz gazları konsantrasyonunda katalitik konvertörde reaksiyonların gerçekleştiğini göstermektedir.



Şekil 8. Motor hızına göre CO₂ emisyon değişimi

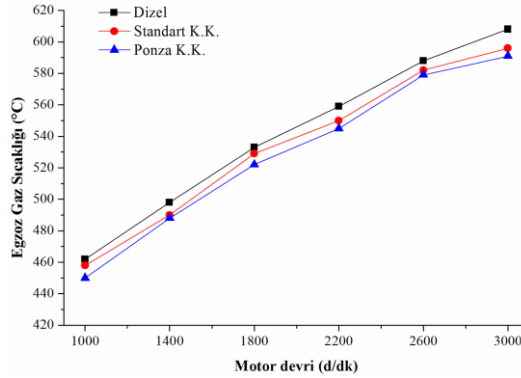
Şekil 9’da NO_x emisyonu değişimi verilmiştir. NO dizel motorlarda NO_x’ un ana bileşenidir. Azotun yüksek sıcaklıkta ve zengin oksijen miktarı ile reaksiyonunun bir ürünüdür. İki önemli NO oluşum mekanizması vardır. Bunlardan birincisi ısıl NO, ikincisi zengin NO oluşumdur. Bu mekanizmalardan ikincisi zengin yakıtlı sistemlerde yaygın olarak oluşmaktadır. Dizel motorlar fakir karışımla çalışan (HFK>1) motorlar olduğu için, önemli bir NO kaynağı değildir [21]. Şekil 8 incelendiğinde motor devrinin artması ile NO_x emisyonlarında artma olduğu görülmektedir. Maksimum motor devrinde, maksimum NO_x emisyonu katalizör kullanılmaması durumunda 2795 ppm standart katalizör kullanılması durumunda 1548 ppm ve pomza kullanımında ise 2596 ppm olarak kaydedilmiştir. Ancak günümüzde araçlarda kullanılan katalizörler üç tabakadan oluşmaktadır. Bu tabakalardan en önemlisi ve NO_x emisyonlarının indirgenmesi için üçüncü tabaka olan soy metaller (platin, paladyum, rodyum vb.) oluşturmaktadır [24]. NO_x emisyonu standart katalizör kullanılması durumunda 2600 d/dk ya kadar olan motor devirlerinde artış yönünde olduğu 2600 d/dk motor devrinden sonraki motor devrinde ise daha sabit olduğu görülmektedir. Ayrıca katalizör olarak pomza kullanımında 2600 d/dk motor devrinden sonraki motor devirlerinde grafik eğrisinin sabit olarak arttığı görülmektedir. Dinler vd. [7] yapıları çalışmada katalitik konvertör kullanımında orta motor yüklerinde

NO_x emisyonlarına herhangi bir etkisinin olmadığı, artan motor yükü ile NO_x emisyonları üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir.



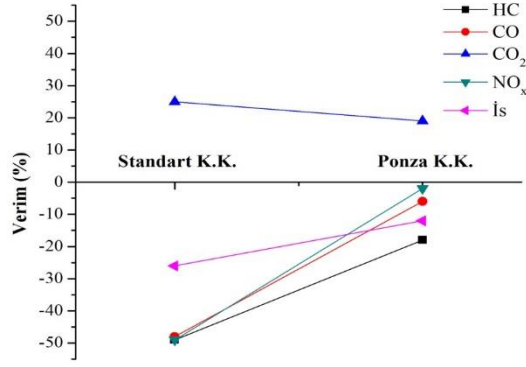
Şekil 9. Motor hızına göre NO_x emisyon değişimi

Şekil 10'da motor hızına göre egzoz gaz sıcaklığı değişimi verilmiştir. Şekilde de görüldüğü üzere motor yükünün azalması ile artan motor devri aynı zamanda egzoz gaz sıcaklığının artmasına neden olmaktadır. Katalitik konvertör kullanımında egzoz sıcaklığının belirli oranda azaldığı görülmektedir. Ayrıca standart katalizör kullanılması durumunda 2600 d/dk motor devrine kadar NO_x emisyonu belirli oranlarda artmakta ve bu devirden sonraki motor devrinde ise artışın daha sabit olduğu görülmektedir. Bu durum egzoz gaz sıcaklığı ile ilişkilendirilmektedir. Katalitik konvertör içerisinde reaksiyonların gerçekleşmesi sıcaklığa ve egzoz gazları kompozisyona bağlı olarak değişmektedir. Nitekim yapılan birçok çalışmada egzoz gazları içerisindeki oksidasyon ve indirgenme reaksiyon hızları sıcaklıkla değiştiği belirtilmektedir [7,11,22].



Şekil 10. Motor hızına göre egzoz gaz sıcaklığı değişimi

Şekil 11'de egzoz gazı dönüşüm verimleri verilmiştir. Standart katalizör kullanılması HC, CO ve NO_x emisyonlarda yaklaşık %50 oranında dönüşüm verimi olduğu görülmektedir. Standart katalizör kullanılması CO₂ emisyonu dönüşümünün de yaklaşık %25 civarında olduğu bununla birlikte pomza kullanımında ise CO₂ emisyonu dönüşüm verimi yaklaşık olarak %20 civarında olduğu tespit edilmiştir. CO₂ emisyonunun pomza kullanımında standart katalizör kullanımına yakın bir dönüşüm verimi sağlamanın sebebi NO_x emisyonu indirgenmesinde; (6) ve (7) nolu reaksiyon denklemlerinin gerçekleşmesi ile sağlanabilir [6]. Reaksiyon denklemlerinde (6) numaralı denklemde CO₂ gazının kullanılmasından dolayı standart katalizörde bu CO₂ emisyon gazının daha az salınmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 11. Egzoz Gazı Dönüşüm Verimi

4. Sonuç ve Öneriler

İşlenmemiş pomza madeninin katalitik konvertör katalizörü olarak kullanılabilirliği deneysel olarak incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Pomza madeni katalitik konvertör katalizörü olarak kullanımının yaklaşık olarak HC ve CO emisyonlarında sırası ile maksimum %19 ve %6 oranında bir dönüşüm verimi olduğu görülmüştür.
- Pomza madeninin katalizör olarak kullanımı durumunda is emisyonlarında ise bu dönüşüm verimi %12 olduğu görülmüştür. Ancak motor devrinin artması ile bu verimin değiştiği ve yaklaşık %44'lere kadar çıktı görülmektedir. Ayrıca pomza madeninin gözenekli yapısı ile partikül filtresi görevi de görmektedir.
- NO_x emisyonlarında ise pomza madeni kullanımında dönüşüm veriminin %2-3 oranında olduğu görülmektedir. Bu durum olumsuz olarak nitelendirilebilir. Pomza madeni katalizör olarak değerlendirilmesi durumunda bazı soy metaller ile desteklenmesi NO_x emisyonunun indirgenmesinde de etkili olacağı söylenebilir.
- Bölgede bulunan bu madenin farklı sektörlerde değerlendirildiği gibi otomotiv sektöründe de değerlendirilmesi hem ülkemize hem de bölgemize artı bir katma değer olacaktır.
- Sonuçlarda ayrıca motor egzoz ses düzeyinde işitsel olarak bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu özellikle şehir içi araç kullanımında oluşan gürültü kirliliğinin de azaltılması amacıyla da kullanılabilir.
- Pomza madeninin büyük parça olarak kullanılması haricinde farklı boyutlarda granüler olarak kullanımı ile hem büyük parçalı kullanımında ihtiyaç duyulan delik delme işlemine de gerek kalmayabilir, hem de katalizör olarak kullanımında yüzey alanı artırılarak daha verimli sonuçlar elde edilebilir.
- Pomza madeni değişik oksitleyici elementler ile desteklenerek verim artırmaya yönelik yenilikler araştırılabilir.
- NO_x emisyonlarının azaltılmasına yönelik çalışmalarda pomza madeni farklı yöntemlerle Paladyum, Rodyum ve Platin gibi soy metallerle desteklenerek NO_x emisyonları üzerine etkisi araştırılabilir.
- Pomza iri toz halinde farklı metal ve oksitleyici elementlerle desteklenerek farklı geometrilere sahip katalizör üretimi ve dönüşüm verimi araştırılabilir.

Kaynaklar

1. Alkaya B., Yıldırım M.A. 2000. Taşıt Kaynaklı Kirleticilerin Azaltılma Yöntemleri, Ekoloji Çevre Dergisi, 9 (34): 15-20.
2. Işıksoluğu M.A. 1997. Dizel Motorlu Taşıtların Egzoz Gazındaki Duman Koyuluğu ve Ölçümünde Karşılaşılan Sorunlar, Mühendis ve Makine Dergisi, 453 (7): 21-25.

3. Çakıroğlu M. 1996. Motorlu Taşıt Trafikinde Egzoz Emisyonları, I. Ulusal Ulaşım Sempozyumu, İstanbul.
4. Haşimoğlu C., İçingür Y., Ögüt H. 2002. Dizel Motorlarında Egzoz Gazları Re sirkülasyonunun (EGR) Motor Performansı ve Egzoz Emisyonlarına Etkisinin Deneysel Analizi, Tübitak Dergisi, 26: 127-135.
5. Kelen F. 2014. Motorlu Taşıt Emisyonlarının İnsan Sağlığı ve Çevre Üzerine Etkileri, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19 (1-2): 80-87.
6. Kutlar A., Ergeneman M., Arslan H., Mutlu M. 1998. *Taşıt Egzozundan Kaynaklanan Kirleticiler*. Birsan Yayınevi, İstanbul.
7. Dinler N., Yücel N. 2003. Karbüratörlü Bir Motora Üç Yollu Katalitik Konvertör Uygulanması, Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 18 (1): 57-70.
8. Gökmen M.S. 2014. Yanma - Emisyon Modellerinin İncelenmesi ve Diesel Motorlarda SCR Sistemleri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
9. Ertl G., Knözinger H., et al. 1997. *Handbook of Heterogeneous Catalysis*. Wiley-VCH, Weinheim.
10. Kaspar J., Fornasieo P., Hickey N. 2003. Automotive Catalytic Converters: Current Status and Some Perspective, *Catalysis Today*, 77: 419-449.
11. Lassi U., Polvinen R., Suhonen S., Kallinen K., Savimaki A., Harkönen M. et al. 2004. Effect of Ageing Atmosphere on the Deactivation of Pd/Rh Automotive Exhaust Gas Catalysts: Catalytic Activity and XPS Studies, *Applied Catalysis A: General*, 263: 241-248.
12. Brito A., Garcia F., Alvarez C., Arvelo R., Fierro J.L.G., Diaz C., 2004. High Surface Area Support/Catalyst Derived from Natural Pumice, Study of Pretreatment Variables, *Ind. Eng. Chem. Res.* 43 (7): 1659-1664.
13. Farizoglu B., Nuhoglu A., Yildiz E., Keskinler B., 2003. The Performance of Pumice as a Filter Bed Material under Rapid Filtration Conditions, *Filtr. Sep.* 40 (3): 41-46.
14. Özkan Ş.G., Tuncer G. 2001. Pomza Madencilğine Genel Bir Bakış, 4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, pp200-207, İzmir, Türkiye.
15. Aruna S.T., Roy S., Sharma A., Savitha G., Grips V.W. 2014. Cost-effective Ear and Oxidation Resistant Electrodeposited Ni-pumice Coating, *Surface and Coatings Technology*, 251: 201-209.
16. Gungor N., Tombul M., 1997. The Usage of Pumice and the Effect of Legislation on Pumice Mining, First Isparta Pumice Symposium, pp85-90, Isparta, Turkey.
17. Wesley L.D., 2001. Determination of Specific Gravity and Void Ratio of Pumice Materials, *Geotech. Test. J.* 24 (4): 418-422.
18. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. 2001. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Yapı Malzemeleri III Çalışma Grubu Raporu, Ankara.
19. Gunduz L., Sariisik A., Tozacan B., Davraz M., Ugur I., Cankiran O., 1998. *Pumice Technology*, vol. 1. S (in Turkish).
20. Köse H., Pamukçu Ç., Yalçın N., Seçer T. 1997. Pomza ve Yapı Malzemesi Olarak Kullanım Olanakları, 2. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir.
21. Baskar A., Senthilkumar A. 2016. Effects of Oxygen Enriched Combustion on Pollution and Performance Characteristics of a Diesel Engine, *Engineering Science and Technology, An International Journal*, 19 (1): 438-443.
22. Özsezen A.N., Eyidoğan M., Türkcan A., Alptekin E., Şanlı A., Çanakcı M., Kılıçaslan İ. 2009. Binek Tipi Bir Taşıtta Katalitik Konvertör Veriminin Deneysel Olarak İncelenmesi, *Electronic Journal of Vehicle Technologies*, 1 (1): 1-7.

23. Keskin A., Sağıroğlu S. 2010. Dizel Motorlarından Kaynaklanan Egzoz Emisyonları Ve Kontrol Yöntemleri, Mühendis ve Makina, 51 (606): 1-8.
24. Aydođan B. 2008. Biyodizel Kullanılan Dizel Motorlarda NO_x Emisyonlarının ve NO_x Emisyonları Azaltma Yöntemlerinin İncelenmesi. PAÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 81s, Denizli.

Araştırma Makalesi / Research Article

Öklid Uzayında Bir Üçgenin Kenarortaylarının Kesim Noktasının Küresel İmajları ve Çizgiler Uzayında Karşıtları

M. Zihni TEMEL^{1*}

¹Dicle Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Diyarbakır

Özet

Bu çalışmada, Öklid uzayında bir üçgenin kenarortaylarının kesim noktasının küresel imajları vektörel hesapla ispat edilerek çizgiler uzayında karşıtları olan sonuçlar ortaya konmuş ve bu sonuçlar bir uzay altıgeninde verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Öklid uzayı, Dual küre, Çizgiler uzayı.

The Spherical Images and to Line Space Corresponding of Center of Gravity of Triangle in the Euclidean Space

Abstract

In this paper, the spherical images of the notions of center of gravity of triangle in the Euclidean space were proved by vector calculus. Then passing to line space corresponding notions of a space hexagon were given.

Keywords: Euclidean space, Dual spherical, Line space.

1. Giriş

Uzay geometrisi için esas temel elamanlar noktalar veya düzlemlerdir. Ancak, J. Plücker (1801-1868) uzay elamanı olarak ilk defa doğrular ve küreleri kullanmıştır. F. Klein (1866-1868) yıllarında Plücker'in "Doğru çizgilerin uzay elamanı gözüyle bakılmasına dayanan uzayın yeni geometrisi" adlı eserini yayınladı. Bundan önce çizgiler geometrisi, geometrik optikle ilgili olarak W.R Hamilton (1805-1860) ve diferansiyel geometri açısından da E. Kummer (1810-1893) tarafından geliştirilmiştir. Çizgiler geometrisinin yüzeyler teorisi ile çok sıkı bir ilişkisi olduğu daha sonraları anlaşılmıştır. Bu çalışmada E. Study ve W. Blaschke'nin çalışmalarının ışığı altında, düzlem geometride üçgende kenarortaylar teoreminin dual birim küresi üzerindeki kanıtları verilip, bunların çizgiler uzayında karşıtları araştırılacaktır.

2. Materyal ve Metot

Çok boyutlu bir uzayda çok parametrelili bir lineer alt uzay ailesinin incelenmesi, genel olarak çeşitli modeller oluşturularak yapılmıştır. Alt uzaylar, bu model içerisinde birer nokta olarak kabul edilerek uzayın yeni yapısı inşa edilmiştir. Çizgiler geometri alanında bunun en iyi örneği E. Study tarafından ortaya atılan modeldir. Burada ana fikir geometrinin temel elemanlarından olan nokta ile doğrunun yer değiştirilmesiyle yani dualiteye dayanmaktadır.

*Sorumlu yazar: stemel@dicle.edu.tr

Geliş Tarihi: 18/02/2017 Kabul Tarihi: 20/02/2017

3. Birim Dual Küre Yüzeyi Üzerindeki Bir Üçgenin Kenarortayları

Teorem: Birim dual küre yüzeyi üzerine çizilen bir üçgenin üç kenarortayı bir noktada kesişir.

Kanıt: Kenarlara büyük dual daire yayları, köşelere ise noktalar karşılık gelir.

$\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}, \vec{V}_A, \vec{V}_B, \vec{V}_C$ ve \vec{G} noktalarının kürenin merkezine göre yer vektörleri olmak üzere ve sırasıyla $[B, C, V_A], [C, A, V_B], [A, B, V_C]$ nokta ölçülerinin aynı düzlemlerde bulunmaları koşulu

$$\left. \begin{aligned} (\vec{B}\wedge\vec{C}).\vec{V}_A &= 0 \\ (\vec{C}\wedge\vec{A}).\vec{V}_B &= 0 \\ (\vec{A}\wedge\vec{B}).\vec{V}_C &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

dır. Birim kürenin merkezi 0 olmak üzere,

$$\left. \begin{aligned} B\hat{O}V_A = C\hat{O}V_A &\rightarrow \vec{B}.\vec{V}_A = \vec{C}.\vec{V}_A \rightarrow \vec{V}_A.(\vec{B}-\vec{C}) = 0 \\ C\hat{O}V_B = A\hat{O}V_B &\rightarrow \vec{C}.\vec{V}_B = \vec{A}.\vec{V}_B \rightarrow \vec{V}_B.(\vec{C}-\vec{A}) = 0 \\ A\hat{O}V_C = B\hat{O}V_C &\rightarrow \vec{A}.\vec{V}_C = \vec{B}.\vec{V}_C \rightarrow \vec{V}_C.(\vec{A}-\vec{B}) = 0 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

bağıntıları vardır. V_A^1, V_B^1, V_C^1 dual skalerleri $\vec{V}_A^2 = 1, \vec{V}_B^2 = 1, \vec{V}_C^2 = 1$ olacak şekilde seçilerek ve (1), (2) denklemleri kullanılarak

$$\left. \begin{aligned} \vec{V}_A &= V_A^1 \left[(\vec{B}\wedge\vec{C})\wedge(\vec{B}-\vec{C}) \right] \\ \vec{V}_B &= V_B^1 \left[(\vec{C}\wedge\vec{A})\wedge(\vec{C}-\vec{A}) \right] \\ \vec{V}_C &= V_C^1 \left[(\vec{A}\wedge\vec{B})\wedge(\vec{A}-\vec{B}) \right] \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

eşitlikleri bulunur.

$$\vec{B}.\vec{C} = M_A, \vec{A}.\vec{C} = M_B, \vec{A}.\vec{B} = M_C \quad (4)$$

alınarak, (3) ve (4) ifadelerinden,

$$\left. \begin{aligned} \vec{V}_A &= V_A^1(1-M_A).(\vec{B}+\vec{C}) \\ \vec{V}_B &= V_B^1(1-M_B).(\vec{A}+\vec{C}) \\ \vec{V}_C &= V_C^1(1-M_C).(\vec{A}+\vec{B}) \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

bulunmuş olur. Burada,

$$\left. \begin{aligned} V_A^1(1-M_A) &= V_A \\ V_B^1(1-M_B) &= V_B \\ V_C^1(1-M_C) &= V_C \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

alınarak

$$\left. \begin{aligned} \vec{V}_A &= V_A(\vec{B} + \vec{C}) \\ \vec{V}_B &= V_B(\vec{A} + \vec{C}) \\ \vec{V}_C &= V_C(\vec{A} + \vec{B}) \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

kenarortayların yer vektörleri bulunmuş olur.

$[A, V_A], [B, V_B], [C, V_C]$ nokta çiftlerinden geçen büyük dual dairelerin düzlemlerine kürenin merkezinden çıkılan birim dual vektörler, N_A, N_B, N_C dualskalerleri $\vec{N}_A^2 = 1, \vec{N}_B^2 = 1, \vec{N}_C^2 = 1$ ile belli olmak üzere

$$\left. \begin{aligned} \vec{N}_A &= N_A(\vec{V}_A \wedge \vec{A}) \\ \vec{N}_B &= N_B(\vec{V}_B \wedge \vec{B}) \\ \vec{N}_C &= N_C(\vec{V}_C \wedge \vec{C}) \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

şeklinde dir. (8)'de (7) eşitliklerini kullanarak ve $N = V_A V_B V_C N_A N_B N_C (1-M_A)(1-M_B)(1-M_C)$ olmak üzere $(\vec{N}_A, \vec{N}_B, \vec{N}_C)$ karma çarpımı oluşturulursa

$(\vec{N}_A, \vec{N}_B, \vec{N}_C) = N((\vec{B} + \vec{C}) \wedge \vec{A}, (\vec{A} + \vec{C}) \wedge \vec{B}, (\vec{A} + \vec{B}) \wedge \vec{C})$ bulunur. Determinant özelliklerinden bu son bağıntı

$$(\vec{N}_A, \vec{N}_B, \vec{N}_C) = 0 \quad (9)$$

eşitliğini verir. (9) ifadesi, birim dual küre üzerine çizilen bir üçgenin kenar ortalarının bir noktada kesişmesi koşuludur.

Şimdi bu teoremin \mathbb{R}^3 çizgiler uzayında karşıtını araştıralım. Birim dual küresi üzerindeki her bir noktanın çizgiler uzayında bir doğruya karşılık geleceğini göz önüne alarak,

$$B, C, V_A \text{ nin düzlemine dik olarak çıkılan birim vektör} \quad \vec{V}_1 \quad (I)$$

$$C, A, V_B \text{ nin düzlemine dik olarak çıkılan birim vektör} \quad \vec{V}_2 \quad (II)$$

A, B, V_C nin düzlemine dik olarak çıkılan birim vektör	\vec{V}_3	(III)
A, V_A , G nin düzlemine dik olarak çıkılan birim vektör	\vec{V}_4	(IV)
B, V_B , G nin düzlemine dik olarak çıkılan birim vektör	\vec{V}_5	(V)
C, V_C , G nin düzlemine dik olarak çıkılan birim vektör	\vec{V}_6	(VI)

olsun. Buna göre aşağıdaki bağıntılar yazılır,

$$(I) \text{ den, } a_1) \vec{V}_1 \perp \vec{B} \quad a_2) \vec{V}_1 \perp \vec{C} \quad a_3) \vec{V}_1 \perp \vec{V}_A$$

$$(II) \text{ den, } b_1) \vec{V}_2 \perp \vec{C} \quad b_2) \vec{V}_2 \perp \vec{A} \quad b_3) \vec{V}_2 \perp \vec{V}_B$$

$$(III) \text{ ten, } c_1) \vec{V}_3 \perp \vec{A} \quad c_2) \vec{V}_3 \perp \vec{B} \quad c_3) \vec{V}_3 \perp \vec{V}_C$$

$$(IV) \text{ ten, } d_1) \vec{V}_4 \perp \vec{A} \quad d_2) \vec{V}_4 \perp \vec{V}_A \quad d_3) \vec{V}_4 \perp \vec{G}$$

$$(V) \text{ ten, } e_1) \vec{V}_5 \perp \vec{B} \quad e_2) \vec{V}_5 \perp \vec{V}_B \quad e_3) \vec{V}_5 \perp \vec{G}$$

$$(VI) \text{ dan, } f_1) \vec{V}_6 \perp \vec{C} \quad f_2) \vec{V}_6 \perp \vec{V}_C \quad f_3) \vec{V}_6 \perp \vec{G}$$

Böylece, $a_1, a_2, b_1, b_2, c_1, c_2$ bağıntılarından

(B) ve (C) doğrularının ortak dikmesi (V_1)

(C) ve (A) doğrularının ortak dikmesi (V_2) (VII)

(A) ve (B) doğrularının ortak dikmesi (V_3)

bulunur. $A_1A_2A_3A_4A_5A_6$ dik uzay altıgeni oluşur. (1) denklemlerinde ve a_3, b_3, c_3 bağıntılarından

(V_A), (B) ve (C) ile eşit açı yaparak (V_1) e orta noktada dik

(V_B), (C) ve (B) ile eşit açı yaparak (V_2) e orta noktada dik (VIII)

(V_C), (A) ve (B) ile eşit açı yaparak (V_3) e orta noktada dik

elde edilir.(VIII) den (V_A), (V_B), (V_C) doğruları oluşur.

$d_1, d_2, e_1, e_2, f_1, f_2$ bağıntılarından

(A) ve (V_A) nın ortak dikmesi (V_4)

(B) ve (V_B) nın ortak dikmesi (V_5) (IX)

(C) ve (V_C) nın ortak dikmesi (V_6)

bulunur.(IX) dan $A_7A_8A_9A_{10}A_{11}A_{12}$ uzay altıgeninin karşılıklı kenarlarının ortak dikmeleri elde edilir.

d_3, e_3, f_3 bağıntılarından da (V_4), (V_5), (V_6) doğrularının ortak dikmesi (G) (X)

bulunur. Sırasıyla VII, VIII, IX, X özellikleri kullanılarak aşağıdaki sonuç elde edilir:

Sonuç : \mathbb{R}^3 çizgiler uzayında bir dik uzay altıgeninin ($A_1A_2A_3A_4A_5A_6$) aralıklı üç kenarının ((V_1), (V_2), (V_3)) orta noktalarından (A_{13}, A_{14}, A_{15}) bu kenarlara bitişik noktalarda ((B) ile (C) ,(C) ile (A), (A) ile (B)) eşit açılar yapacak şekilde çıkılan dikmelerin ((V_A), (V_B), (V_C)), karşılarındaki kenarlarla ((A), (B), (C)) ortak dikmelerinin ((V_4), (V_5), (V_6)),bir ortak dikmesi (G) vardır.

Şimdi ABC küresel üçgeninin ağırlık merkezi (G) yi hesaplayalım.

[G, A, V_A] ve [G,B, V_B] nokta üçlülerinin aynı düzlemlerde bulunmaları nedeniyle,

$$\left. \begin{aligned} \vec{G} \cdot (\vec{A} \wedge \vec{V}_A) &= 0 \\ \vec{G} \cdot (\vec{B} \wedge \vec{V}_B) &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

bağıntıları vardır. G_1 dual skaleri $\vec{G}_2 = 1$ ile belli olmak üzere (10) bağıntılarından

$$\vec{G} = G_1 \left[(\vec{A} \wedge \vec{V}_A) \wedge (\vec{B} \wedge \vec{V}_B) \right] \quad (11)$$

bulunur. (7) denklemlerini de göz önüne alarak ve $\vec{G} = G_1 \vec{V}_A \vec{V}_B (1 - M_A)(1 - M_B)(\vec{A}, \vec{B}, \vec{C})$ dual skalerini kullanarak (11) ifadesi

$$\vec{G} = G(\vec{A} + \vec{B} + \vec{C}) \quad (12)$$

şeklinde G nin konumu belirlenmiş olur.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, farklı iki geometrik yapı içerisindeki kavramlar karşılaştırılarak her iki geometride de geçerli olan teorilerin kendi yapıları içerisindeki ifadelerin, diğer geometrik uzaydaki karşılığı tanımlanarak daha kapsamlı sonuçlara ulaşılmıştır. Bu çalışmada yapılan Öklid uzayındaki bir üçgenin kenarortay teoreminin birim dual küre üzerinde geçerli olduğunu kanıtlayıp ters projeksiyonla çizgiler uzayının daha karmaşık orijinal teoremi elde edilmiştir.

Kaynaklar

1. Blaschke W. 1950. *Einführung in die Differentialgeometrie*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
2. Guggenheimer H.W. 1963. *Differential Geometry*. McGraw-Hill, New York.
3. Laugwitz D. 1960. *Differentialgeometrie*. B.G. Teubner Verlagsgesellschaft, Stuttgart.
4. Gromov M. 1983. Filling Riemannian Manifolds, J. Differential Geom., 18 (1): 1-147.
5. Rochowski M. 1992. *Special Problems of Surface Theory in the Euclidean 3-Dimensional Space*. Demonstratio Mathematica, Warszawska.

Araştırma Makalesi / Research Article

Erzurum'dan Toplanan Kulaklı Orman Baykuşu (*Asio otus*) Peletlerinde Memeli Hayvan Türleri

Alaettin KAYA¹, Yüksel COŞKUN^{1*}

¹Dicle Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 21280, Diyarbakır

Özet

Erzurum'da toplanmış, Kulaklı Orman Baykuşu (*Asio otus*)'na ait 134 pelet içerisinde 205 memeli hayvan kalıntısı incelenmiştir. Her pelette ortalama 1,42 memeli hayvan kalıntısı bulunmuştur. Rodentia ordosundan *Microtus guentheri*, *Microtus sp.*, *Cricetulus migratorius*, *Meriones sp.*, *Apodemus sp* ve *Mesocricetus brandti* türlerine ait kalıntılar tespit edilmiştir. *Microtus guentheri* % 68,5 oran ile en sık görülen memeli türü olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Asio otus*, Rodentia, Mammals, Baykuş Peleti, Türkiye.

The Remains of Small Mammals in the Eagle Owl (*Asio otus*) Pellets from Erzurum Province

Abstract

A total 205 remains found in 134 pellets of the Long-eared owl (*Asio otus*) collected from Erzurum were examined. 1,42 mammalian items in average found in each pellet. The remains of the members of the order Rodentia were determined to be of *Microtus guentheri*, *Microtus sp.*, *Cricetulus migratorius*, *Meriones sp.*, *Apodemus sp* and *Mesocricetus brandti*. *Microtus guentheri* was found small mammal species with a ratio of 68,5 % in the pellets.

Keywords: *Asio otus*, Rodentia, Mammals, Owl Pellets, Turkey.

1. Giriş

Kulaklı orman baykuşu, *Asio otus*, ibreli ormanlar, seyrek ağaçlı açık araziler, kırlar, bataklıklar ve kumullarda yaşayan yaygın bir baykuş türüdür [1]. Baykuşlar bütün halde yuttukları besinleri içerisinde sindirilemeyen kafatası, diş, kemik, tüy ve post gibi yapıları içeren artıkları kusarlar. Çoğunlukla gri renkli olan bu kusmuk topları pelet olarak adlandırılır.

Son yıllarda, memeli hayvan türlerinin yaşadıkları alanların tespit edilmesinde ve bir bölgenin memeli çeşitliliğinin belirlenmesinde, baykuş gibi birçok yırtıcı kuşun pelet analizi çalışmaları yaygın olarak kullanılmaktadır [2-4]. Türkiye'de bu tür çalışmalar sınırlı sayıdadır. Steiner ve Vauk [5] Beyşehir Gölü çevresinden *Asio otus*; Hoppe [6] Antakya çevresinden *Tyto alba*; Kasperek [7- 8] Sultan sazlığından ve Bafa gölü'nden; Morgan [9] *Bubo bubo*'ya ait peletleri; Kock [10] Bursa çevresinden *Strix aluco*; Seçkin ve Coşkun [11-12] Diyarbakır'dan *Asio otus*; Seçkin ve ark. [13] Diyarbakır Bismil'den *Bubo bubo*; Hızal [14] Konya- Karapınar'dan *Asio otus*; Kaya ve Coşkun [15] Nevşehir'den *Athene noctua*, *Tyto alba* ve *Bubo bubo* türlerinin ve Göçer [16] Denizli'den *Asio otus* peletlerini inceleyerek memeli hayvan türüne ait kalıntılar tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada Erzurum ilinden toplanmış kulaklı orman baykuşu (*Asio otus*)'na ait peletlerdeki memeli hayvan türlerinin tespiti amaçlanmıştır.

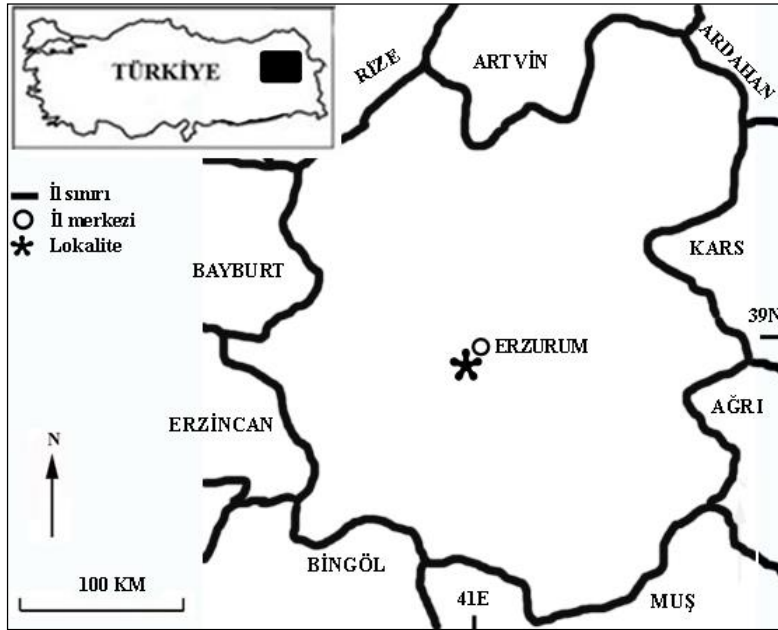
*Sorumlu yazar: yuksele@dicle.edu.tr

Geliş Tarihi: 08/02/2017 Kabul Tarihi: 20/04/2017

2. Materyal ve Metot

Kulaklı orman baykuşu (*Asio otus*)'na ait 134 pelet örneği Erzurum Atatürk Üniversitesi Kampus alanı (34° 54' K ve 41° 14' D) içindeki çam ağaçları diplerinden toplanmıştır (Şekil 1).

Pelet analizleri standart yöntemlere [2-3] uygun olarak yapılmıştır. Sterilizasyon amacıyla her pelet önce birkaç dakika alkol içinde bekletilmiştir. Daha sonra pelet su içine alınarak iyice yumuşaması sağlanmış, ardından her pelet iğne ve pens yardımı ile didiklenerek açılmıştır. Her pelet içeriği; kafatası, alt çene ve diğer kemikler analiz için ayrı kutulara alınmıştır. Kalıntıların hangi türlere ait olduğunu ayırt etmek için Ellerman [17-18], Ognev [19], Osborn [20], Vinogradov ve Argiropulo [21], Krystufek ve Vohralik [22]'in tür tayin anahtarları kullanılmıştır. Peletler 2011 yılında toplanmış olup Dicle Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümünde korunmaktadır.



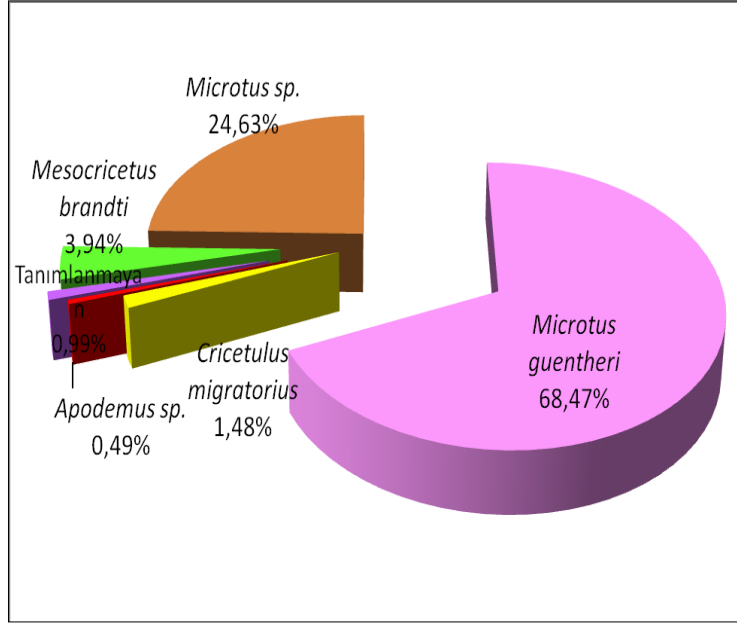
Şekil 1. Materyalin toplandığı lokalite

3. Bulgular ve Tartışma

Peletlerin içeriklerinin büyük kısmını küçük memeli hayvanların kalıntılarının oluşturduğu görülmüştür. 134 pelet içerisinde 205 memeli hayvan kalıntısı ayırt edilmiştir. Genel olarak her pelette bir, iki veya üç hayvan kalıntısı bulunurken, maksimum beş (ortalama 1,42) hayvan kalıntısına rastlanmıştır. Toplanan peletlerden altmış dokuz tanesinde bir; otuz beş tanesinde iki; on dört tanesinde üç; bir tanesinde dört; bir tanesinde beş adet hayvan kalıntısı (5 adet *Microtus guentheri*) bulunmuştur. Kuş ve böceklere ait kalıntıların tüm kalıntılar içinde sırasıyla % 5, 9 ve % 0,5 oranda olduğu görülmüştür.

Rodentia ordosunun altı türüne (*Microtus guentheri*, *Microtus sp.*, *Cricetulus migratorius*, *Meriones sp.*, *Apodemus sp.*, *Mesocricetus brandti*) ait kalıntılar tespit edilmiştir (Şekil 2).

Memelilerin kalıntılarının hemen hepsini (% 93,6); Microtinelerin ise memeli kalıntılarının çoğunluğunu (% 92,2) meydana getirdiği gözlenmiştir. *Microtus guentheri* % 68,5 oran ile kalıntılarda baskın olurken, *Microtus sp.* % 24,4 oranı ile en sık görülen ikinci, *Mesocricetus brandti* % 3,9 oranı ile sık bulunan üçüncü tür olmuştur. *Meriones sp.*, *Apodemus sp.* ve *Cricetulus migratorius* kalıntılar içinde daha az yoğunluklarda tespit edilmiştir.



Şekil 2. Peletlerdeki memeli türlerinin orsant dağılımı

4. Sonuç ve Öneriler

Diyarbakır'dan *Asio otus* peletlerinde, her pelette genel olarak bir veya iki; bir pelette maksimum dört memeli hayvan kalıntısı bulunmuştur [11-12]. Shao ve Liu [4], Çin'den aldıkları *Asio otus* peletlerinde rodentlerin % 98,02 oranla dominant olduğunu ve bir peletteki birey sayısının bir ile üç arasında değiştiğini kaydetmişlerdir. Seçkin [23] Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nden çeşitli baykuşlara ait pelet kalıntılarında memelilerden rodentlerin % 94,5 oranıyla en fazla rastlanan grup olduğunu; Microtineler ve Muridlerin insan aktivitelerinden çok etkilenmedikleri için pelet kalıntıları içinde yoğun olarak tespit edildiğini kaydetmiştir.

Seçkin ve Coşkun [11-12] *Asio otus* peletlerinde *Microtus guentheri*'nin en fazla orana (%71,3) sahip olduğunu kaydetmişlerdir.

Erzurum kalıntılarında *Microtus guentheri*'nin yoğunluğunun yüksek olduğu, hatta Microtinelerin memeli kalıntılarının çoğunluğunu meydana getirdiği, *Cricetulus migratorius* ve *Apodemus sp.* türlerinin yoğunluklarının az olduğu, yani bölgedeki canlı yoğunluğunun avlanan canlı türünü ve sayısını etkilediği görülmüştür.

Kaynaklar

1. Heinzl H., Fitter R., Parslow J. 1995. *Türkiye ve Avrupa'nın Kuşları*. Türkiye Doğal Hayatı Koruma Derneği, 384s. İstanbul.
2. Amr Z. S., Al-Melhim W. N., Yousef A. 1997. Mammals Remains from Pellets of the Eagle Owl, from Azraq Nature Reserve, Jordan, *Zoology in the Middle East*, 14: 5-10.
3. Obuch J. 1994. Diet of Tawny Owl in Selected Regions of Bohemia and Moravia, *Sylvia*, 30: 77-85.
4. Shao M., Liu N. 2006. The Diet of the Long-eared Owls in the Desert of Northwest China, *Journal of Arid Environments*, 65: 673-676.

5. Steiner H.M., Vauk G. 1966. Säugetiere aus dem Beyşehir-Gebiet (Konya, Kleinasien), Zoologische Anzeiger, 176: 97-102.
6. Hoppe N. 1986. Pellet Contents of the Barn Owl, Near Samandağ, Turkey, Zoology in the Middle East, 1: 29-31.
7. Kasperek M. 1985. *Die Sultanssümpfe: Naturgeschichte eines Vogelparadieses in Anatolien*. 156s. Heidelberg.
8. Kasperek M. 1988. *Bafasee: Natur und Geschichte in der türkischgen Ägäis*. 176s. Heidelberg.
9. Morgan D. 1983. An Analysis of Some Eagle Owl Pellets from Turkey, Sandgrouse, 5: 105-106.
10. Kock D. 1990. Notes on Mammals (Insectivora, Rodentia) taken by the Tawny Owl in NW Turkey, Zoology in the Middle East, 4: 5-9.
11. Seçkin S., Coşkun Y. 2005. Small Mammals in the diet of the Long-eared Owl from Diyarbakır, Turkey, Zoology in the Middle East, 35: 102-103.
12. Seçkin S., Coşkun Y. 2006. Mammalian Remains in the Pellets of the Long-eared Owls in Diyarbakır Province, Turkish Journal of Zoology, 30: 271-278.
13. Seçkin S., Kaya A., Coşkun Y. 2012. Başaklı Köyü (Diyarbakır-Bismil) Civarında Yaşayan Puhu (*Bubo bubo*)'ların Peletlerindeki Küçük Memelilerin Dağılımı, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 33 (1): 34-42.
14. Hızal E. 2013. Diet of the Long-eared Owl, *Asio otus*, in Central Anatolia (Aves: Strigidae), Zoology in the Middle East, 59: 118-122.
15. Kaya A. Coşkun Y. 2014. Nevşehir'de Baykuş Peletlerindeki Memeli Hayvan Kalıntılarının Dağılımı, Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3: 39-44.
16. Göçer E. 2016. Diet of a Nesting Pair of Long-eared Owls, *Asio Otus*, in an Urban Environment in Southwestern Turkey (Aves: Strigidae), Zoology in the Middle East, 62: 1-4.
17. Ellerman J.R. 1940. Key to the Rodents of South West Asia, Proc. Zool. Soc. Lond., 118: 785-792.
18. Ellerman J.R. 1941. *The families and genera of living rodents*. Vol. 2. Family: *Muridae*. British Museum Nat. Hist., 690s. London.
19. Ognev S.I. 1947. *Mammals of the USSR and Adjacent Countries*. Rodents, Vol.5, 809s.
20. Osborn D.J. 1962. Rodents of the Subfamily Microtinae from Turkey, Journal Mammalogy, 43: 515-529.
21. Vinogradov B.S., Argiropulo A.I., 1968. *Fauna of the USSR. Mammals*. "Key to rodents" Zoological Institute of the Academy of Science of the U.S.S.R. New series No: 29, IPST, 1968 241s Jerusalem.
22. Kryštufek B., Vohralik V. 2009. *Mammals of Turkey and Cyprus*. Rodentia II: Cricetinae, Muridae, Spalacidae, Calomyscidae, Capromyidae, Hystricidae, Castoridae. Knjižnica Annales Majora, Koper 140s.
23. Seçkin S. 2009. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Yırtıcı Kuş Peletlerindeki Küçük Memeli Hayvan Kalıntılarının Analizi. Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 140s, Diyarbakır.

Araştırma Makalesi / Research Article

Bitlis Eren Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu Öğrencilerinin Süt ve Süt Ürünleri Tüketim Alışkanlıkları ve Etkileyen Faktörler

Mehmet YALÇIN¹, Mustafa Şamil ARGUN^{1*}

¹Bitlis Eren Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Bitlis

Özet

Bu çalışma Bitlis Eren Üniversitesi Sağlık Yüksekokul öğrencilerinin süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlıklarını saptamak amacıyla yapılmıştır. Araştırmaya Sağlık Yüksekokulu öğrencilerinden toplam 120 öğrenci katılmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak yüz-yüze uygulanan anket kullanılmıştır. Uygulanan anket sonucunda elde edilen veriler, 'SPSS 22.0 for windows' paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Verilerin analizinde Ki-kare (χ^2) testi kullanılmıştır.

Araştırmaya katılan 120 öğrencinin % 50.8'i bayan, % 49.2'si erkektir. Öğrencilerin yaş ortalaması 21.12 ± 2.53 , beden kitle indeksi ortalaması ise 21.61 ± 2.50 'dir. Öğrencilerin % 73.3'ü sütü sevdiğini belirtmiş olmakla birlikte sadece % 20'si her gün düzenli olarak süt tüketmektedir. Her gün süt tüketen öğrencilerin; % 12.5'i 1 su bardağından (200 mL) az, % 62.5' i 1 su bardağı, % 25'i ise 2 su bardağı süt içmektedir. Öğrencilerin % 8.3'ü süttten nefret ettiklerini ve hiç süt içmediklerini belirtmişlerdir. Araştırmaya katılan öğrencilerin en çok sevdiği süt ürününün ayran (% 25.8) olduğu, daha sonra peynir (% 23.3) ve yoğurt (% 23.3) geldiği belirlenmiştir. En çok tercih edilen peynir çeşidi % 62.5 oranıyla beyaz peynirdir. Araştırmada, süt içmeyen öğrencilerin % 60.6'sı alışkanlığının olmamasından dolayı sütü içmediklerini, % 18.1'i tadından dolayı, % 13.6'sı rahatsız ettiği için, % 4.5'i fiyatından dolayı ve % 3'ü de kokusundan dolayı süt içmediklerini belirtmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre öğrencilerin büyük bir kısmının süt içme alışkanlıklarını okul öncesi (% 30.8) ve okul döneminde (% 21.7) kazandıkları belirlenmiştir. Ayrıca en önemli süt içmeme nedeninin alışkanlığın olmaması olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak okul öncesi dönemde çocuklara süt içme alışkanlığının kazandırılması, ileri yaşlarda süt içme oranının artırılması için büyük önem taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Sağlık Yüksekokulu, Süt ve Süt Ürünleri, Tüketim Alışkanlığı.

Determination of Consumption Habits and Affecting Factors for Milk and Products of Students at School of Health at Bitlis Eren University

Abstract

This study was carried out to determine the consumption habits of milk and dairy products of Health College students of Bitlis Eren University. A total of 120 students from Health College students participated in the research. Survey was used as data collection tool in the research. The data obtained as a result of the survey were evaluated using the 'SPSS 22.0 for windows' package program. Chi-square (χ^2) test was used in the analysis of the data.

Of the 120 students who participated in the survey, 50.8% were female and 49.2% were male. The average age of the students is 21.12 ± 2.53 and the average body mass index is 21.61 ± 2.50 . Only 73% of the students stated that they like milk, only 20% consume milk every day. Students who consume milk every day; 12.5% drink less than 1 cup (200 mL), 62.5% drink 1 cup, 25% drink 2 cups of milk. 8.3% of the students stated that they hate milk and drink no milk. It was determined that the students who participated in the survey had the most favorite dairy product (25.8%), followed by cheese (23.3%) and yoghurt (23.3%). The most preferred type of cheese is white cheese with 62.5%.

In the study, it was found that 60.6% of the students who did not drink milk due to lack of habit, 18.1% did not drink milk due to its taste, 13.6% did not drink milk because they were uncomfortable, 3% did not drink milk due to its price, 3% did not drink milk due to its odor. According to the results of the study, it was determined that most of the students got milk drinking habits before school (30.8%) and during school period (21.7%). It has also

*Sorumlu yazar: samilargun@gmail.com

Geliş Tarihi: 10/04/2017 Kabul Tarihi: 31/05/2017

been determined that the most important reason for not drinking milk is not the habit. In conclusion, in the pre-school period, it is very important for the children to gain the habit of drinking milk in order to increase the milk drinking rate in the future period.

Keywords: School of Health, Milk and Dairy products, Consumption Habits.

1. Giriş

Beslenme; büyüme, gelişme, yaşamın sürdürülmesi ve sağlığın korunması için gerekli olan besinlerin yeterli ve dengeli bir şekilde alınıp vücudumuzun bunları değerlendirmesidir. Sağlıklı ve dengeli bir beslenme için gerekli olan besin ögeleri hayvansal ve bitkisel kaynaklı besinlerde bulunur. Bu besinler arasında sütün ayrı bir yeri vardır. Süt vücut için gerekli besin ögelerini yeterli ve dengeli bir şekilde içermektedir. Süt ve süt ürünleri vücuda enerji sağlamasının yanında vücudun yapısı ve biyokimyasal işlemleri için gerekli olan besin ögeleri ve 85 civarında farklı mineral, vitamin, enzim, organik asit, hormonu yapısında bulundurulur [1].

Süt, insan yaşamında önemli bir yeri olan temel besinlerdendir. Türk Gıda Kodeksine göre çiğ süt; “inek, keçi, koyun veya manda gibi hayvanların sağılmasıyla elde edilen, 40 °C'nin üzerinde ısıtılmamış veya eşdeğer etkiye sahip herhangi işlem görmemiş kolostrum dışındaki meme bezi salgısı” olarak belirtilmektedir [2,3].

Süt grubu besinlerde bulunan kalsiyum diğer besin kaynaklarına göre vücut tarafından daha iyi kullanılır. Kalsiyum kemiklerin ve dişlerin sağlıklı gelişiminde ve hücre çalışmasında önemli rol oynar. Süt ve süt ürünleri sindirilebilirliği yüksek proteinler içerir. Bu proteinler vücudun çalışması; büyüme ve doku onarımı için gereklidir [4].

Birçok ülke, yerel gıda kullanılabilirliği, maliyeti, beslenme durumu, tüketim kalıpları ve beslenme alışkanlıklarına dayalı ulusal beslenme kuralları geliştirmiştir. Çoğu ülke günlük olarak en az bir porsiyon süt önerir; bazı ülkeler günde en fazla üç porsiyon önerirler. Günlük 200 mL'lik tam inek sütü, 5 yaşındaki bir çocuğa günlük protein gereksinimlerinin %21'ini, kalorilerin %8'ini ve önemli mikro besin maddelerini sağlar. Süt sığırcılığı, manda, keçi, koyun ve deve olmak üzere 5 hayvan türü küresel süt üretimine hakim olmuştur. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO, 2013) istatistiklerine göre, Dünya toplam süt üretiminin % 85'i inek, bunu takiben % 11'i manda, % 2'si keçi, % 1'i koyun ve % 0.4'ü deve sütünden oluşmaktadır [5].

Süt vücudun kalsiyum, magnezyum, selenyum, riboflavin (B₂ vitamini), vitamin B₁₂ ve pantotenik asit (vitamin B₅) gereksinimlerini karşılamada önemli katkı sağlar [5].

Sütün bir litresinde yaklaşık olarak; %87 su, %4.7 laktoz, %3.7 yağ, %3.5 protein, %0.70 mineral madde, iz miktarda vitaminler, organik asitler ve koruyucu maddeler, hormonlar ve hormon benzeri maddeler bulunur. Ayrıca bir litre sütün vereceği enerji ise ortalama 695.3 kaloridir [6,7].

Süt; kalsiyum, fosfor, magnezyum, potasyum, çinko gibi mineraller için iyi bir kaynaktır. Ancak demir içeriği ve demir biyoyararlılığı düşük olan süt, çocukluk döneminde demir gereksinimine önemli bir katkı sağlayamamaktadır. Sütün mineral içeriği hayvanın fizyolojik durumu, laktasyon durumu, çevresel faktörler ve genetik faktörler, süte uygulanan bazı işlemler gibi birçok durumdan etkilenmektedir [8].

İnsan besini olarak tüketilen süt miktarları her ülkede aynı değildir. Süt tüketimini etkileyen başlıca etmenler şöyledir: sütün üretimi, halkın ekonomik durumu ve beslenme alışkanlıklarıdır. Süt üretiminde, süt hayvanlarının bakım ve beslenmesi, hayvanın çeşidi ve ırkı otlakların durumu önemli etmenlerdendir [9]. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre Türkiye toplam süt üretimi 2001 yılında 9.5 milyon ton civarında iken 2016 yılında bu değer 18.5 milyon tona ulaşmıştır [10]. Kişi başına yıllık süt tüketimi AB'de 67.4 L, ABD'de 92.6 L, Avustralya'da 108.9 L, Japonya'da 32.3 L ve Türkiye'de ise 25 L civarındadır [11,12].

Türkiye'de kişi başına ortalama yılda 113 kg kadar süt ve süt ürünleri tüketildiği tahmin edilmesine karşın, Türkiye beslenme ve sağlık araştırması sonuçlarına (2010) göre nüfusun %45'i hiç süt tüketmiyor. Her gün peynir, ayran, kefir vb. tüketenlerin oranı %55'dir. Her gün peynir tüketenler ise %76'dır [9,13].

Bu çalışmada Bitlis Eren Üniversitesi'nde öğrenim gören Sağlık Yüksekokulu öğrencilerinin süt ve süt ürünlerinin tüketim alışkanlıkları ortaya konularak bu alışkanlıkları etkileyen sebepler belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar öğrencilerin süt ve süt ürünleri ile beslenme yönünden bilgi ve

alışkanlıklarını ortaya koyması bakımından önem taşımaktadır. Çalışma daha sağlıklı nesiller yetiştirmede atılacak adımlara zemin oluşturulması bakımından da önemlidir.

2. Materyal ve Metot

Kesitsel araştırma olarak planlanan çalışmada, 2016 yılında, çalışmanın evreni Bitlis Eren Üniversitesi Sağlık Yüksekokulunda birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü, sınıflarda eğitim gören öğrencilerden oluşmaktadır. Beslenme ve Diyetetik bölümünden 40, Hemşirelik bölümünden 40 ve Sosyal Hizmet bölümünden 40 kişinin katılımıyla araştırma örneklemini 120 kişi oluşturmaktadır.

Verilerin toplanmasında araştırmacılar tarafından gerekli literatür araştırılarak oluşturulan ve öğrencilere sosyo-demografik özellikleri ile süt ve süt ürünlerinin tüketim alışkanlıklarını saptanmasıyla ilgili soruları içeren 26 maddelik soru kağıdı kullanılmıştır. Anketler öğrencilerle yüz yüze görüşülerek doldurulmuştur.

Araştırma sonucunda elde edilen verilerin tümü 'SPSS 22,0 for Windows' istatistik paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Nitel ve nicel değişkenler için uygun betimsel değerler verilmiştir. Nitel değişkenler sayı (n) ve yüzde (%) olarak ifade edilmiştir. Nitel verilerin değerlendirmesinde ise Ki-kare (χ^2) testi kullanılmıştır. Tüm istatistiksel değerlendirmelerde $p < 0.05$ değeri anlamlı olarak kabul edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Yapılan çalışma sonucunda öğrencilere ait sosyo-demografik ve bazı antropometrik özellikler Tablo 1 ve Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 1. Çalışmaya katılan öğrencilerin cinsiyet, yaş, yaş ortalaması, aylık harcamaları ve kaldıkları yerlerin dağılımı

Özellik	Sayı(n)	Yüzde(%)	Özellik	Sayı(n)	Yüzde(%)
Cinsiyet			Aylık Harcamaları		
Bayan	61	50.8	250-500 TL	65	54.2
Erkek	59	49.2	500-750 TL	45	37.5
Yaş (ort ± ss)	21.12 ± 2.53		750-1000 TL	7	5.8
Yaş sınıflandırılması			1000 ve üzeri	3	2.5
17-20 yaş	49	40.9	Kaldıkları yerler		
21-25 yaş	66	55	Ailemle birlikte	13	10.8
26 yaş ve üzeri	5	4.1	Yurtta	83	69.2
			Arkadaşlarımla birlikte	24	20
			Evde kalıyorum		
Toplam	120	100		120	100

Tablo 2. Çalışmaya katılan öğrencilerin boy, ağırlık, BKİ ortalamaları ile BKİ değerlerinin sınıflandırılması

Özellik	Sayı(n)	Yüzde(%)
Boy (ort ± ss)		169.18±7.982
Ağırlık (ort ± ss)		62.16±10.408
BKİ(ort ± ss)		21.61±2.504
BKİ Sınıflandırılması		
Zayıf (<18.5)	9	7.5
Normal (18.5-24.9)	97	80.9
Hafif şişman(24.9-29.9)	14	11.6
Obezite (30-39.9)	0	0
Morbidobezite(>40)	0	0
Toplam	120	100

Çalışmaya katılan öğrencilerin% 50.8'i bayan % 49.2'si erkektir. Öğrencilerin % 40.9'u 17-20 yaş aralığında, % 55'i 21-25 yaş aralığında, % 4.1'i de 26 yaş ve üzerindedir. Öğrencilerin yaş ortalaması

21.12 ±2.528 dir. Öğrencilerin aylık harcamalarının % 54.2'si 250-500 TL aralığında, % 37.5'i 500-750 TL aralığında, % 5.8'i 750-1000 aralığında ve % 2.5'i de 1000 TL ve üzerinde olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin % 10.8'i ailesiyle birlikte, % 69.2'si yurttan, % 20'si de arkadaşlarıyla birlikte evde kaldıklarını belirtmişlerdir (Tablo 1).

Çalışmaya katılan öğrencilerin boy ortalaması 169.18±7.98 aralığında, kilo ortalaması 62.16±10.41 aralığında, BKİ ortalamaları ise 21.61±2.50 aralığındadır. Öğrencilerin BKİ değerlerine bakıldığında % 7.5'i zayıf, % 80.9'u normal ağırlıkta, % 11.6'sı ise hafif şişman sınıflandırmasına dâhil olduğu saptanmıştır (Tablo 2).

Tablo 3. Çalışmaya katılan öğrencilerin süt tüketim sıklıkları ile her gün süt tüketenlerin günlük olarak ne kadar süt içtiklerinin dağılımı

Özellik	Sayı(n)	Yüzde(%)	Özellik	Sayı(n)	Yüzde(%)
Süt tüketim sıklıkları			Her gün süt tüketenlerin günlük olarak içtikleri süt miktarları		
Her gün	24	20	1 su bardağından az	3	12.5
Haftada birkaç kez	19	15.8	1 su bardağı	15	62.5
Ayda birkaç kez	58	48.3	2 su bardağı	6	25
Hiç	19	15.8	3 su bardağı ve daha fazla	0	0
Toplam	120	100	Toplam	24	100

Çalışmaya katılan öğrencilerin % 20'si her gün, % 15.8'i haftada birkaç kez ve % 48.3'ü ayda birkaç kez süt tüketirken, % 15.8'inin ise hiç süt tüketmedikleri saptanmıştır. Her gün süt tüketen öğrencilerin % 12.5'i bir su bardağından az (bir orta boy su bardağı 200 mL), % 62.5'i bir su bardağı, % 25'i ise iki su bardağı süt tükettikleri saptanmıştır (Tablo 3). Yapılan araştırmalarda Avrupa Birliğinde 2013 yılında süt tüketimi 67.4 L/kişi/yıl, Amerika'da ise 92.6 L/kişi/yıldır [9]. Bu süt tüketimini günlük olarak mL cinsinden hesapladığımızda Avrupa'da günlük 185 mL (0.92 su bardağı), Amerika'da ise 253 mL (1.26 su bardağı) süt tüketmektedir. Türkiye Beslenme Rehberi'nde yetişkin bireylerin 3 porsiyon, çocuklar, adolesan dönemi gençler, gebe ve emzikli kadınlarla menopoz sonrası kadınların 2-4 porsiyon süt ve süt ürünleri tüketmeleri önerilmektedir. Bir orta boy kupa süt 240 mL veya yoğurt 200-240 mL ya da iki kibrit kutusu büyüklüğünde (ortalama 40-60 g) peynir bir porsiyondur [14].

Toptaş Bıyıklı [8]'nin Konya ili 10-15 yaş aralığındaki ilköğretim öğrencilerinde süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlığı, laktoz sindirim güçlüğü ve intoleransı üzerine yaptığı bir araştırmada Öğrencilerin yarısından çoğu % 55.7 her gün, % 26.8'i haftada birkaç kez, % 7.8 ayda birkaç kez, % 7'si çok nadir süt tüketirken, % 2.7' sinin hiç süt tüketmediğini saptamıştır.

Çetinkaya [6]'nın Kafkas Üniversitesi'nde öğrencilerin süt ve süt ürünlerinin tüketim alışkanlığı üzerinde yaptıkları bir çalışmada öğrenciler günlük ne kadar süt tüketiyorsunuz şeklindeki soruya verdikleri cevaptan % 25'i bir bardak, % 5'i iki bardak, % 3'ü 3 bardak ve % 67'sinin de hiç süt tüketmediklerini tespit etmişlerdir. Öğrencilerin % 33'ünün her gün süt içtiğini belirlemişlerdir.

Tablo 4. Çalışmaya katılan öğrencilerin süt içme sevmeleri ile süt içmeme nedenleri

Özellik	Sayı(n)	Yüzde(%)	Özellik	Sayı(n)	Yüzde(%)
Süt içmeyi sevmeleri			Süt içmeme nedenleri		
Çok severim	22	18.3	Rahatsız ediyor	9	13.6
Severim	40	33.3	Kokusu	2	3
Az severim	26	21.7	Alışkanlığım yok	40	60.6
Sevmem ama içebilirim	22	18.3	Tadı	12	18.1
Nefret ederim, kesinlikle içmem	10	8.3	Fiyatı	3	4.5
Toplam	120	100	Toplam	66	100

Çalışmaya katılan öğrencilerin süt içmeyi sevmeleri incelendiğinde % 18.3'ü çok severim, % 33.3'ü severim, % 21.7'si az severim, % 18.3'ü sevmem ama içebilirim, % 8.3'ü nefret ederim kesinlikle içmem şeklinde cevaplar vermişlerdir. Öğrencilerin süt içmeme nedenlerine baktığımızda araştırmaya katılan öğrencilerin sadece % 55'i bu soruya cevap vermişlerdir. Bu soruya cevap veren öğrencilerin %

13.6'si rahatsız ettiğinden dolayı, % 3'ü kokusu dolayı, % 60.6'sı alışkanlığının olmadığından dolayı, % 18.1'i tadından dolayı, % 4.5'i ise fiyatından dolayı süt içmediklerini belirtmişlerdir (Tablo 4).

Toptaş Bıyıklı [8]'nin Konya ili 10-15 yaş aralığındaki ilköğretim öğrencilerinde süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlığı, laktoz sindirim güçlüğü ve intoleransı üzerine yaptığı bir araştırmada Araştırmaya katılan öğrencilerin % 84.9'u sütü severken, % 12.5'inin sütü sevmediği ve % 2.7'sinin ise süttten nefret ettiklerini belirtmiştir.

Şimşek ve Açıkgöz [15]'ün üniversite öğrencilerinde süt tüketim alışkanlıklarını belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada; öğrencilerin sütü sevmeme nedenleri arasında tadından (% 38.6) ve kokusundan (% 37.6) etkilenenlerin oranını yüksek bulmuşlardır. Alerji vb. gibi bir nedenden dolayı içmek istemeyenlerin oranını ise % 10.1 olarak belirlemişlerdir.

Tablo 5. Çalışmaya katılan öğrencilerin süt içme alışkanlığını kazandıkları dönemler ile süt tüketme sebeplerinin dağılımı

Özellik	Sayı (n)	Yüzde (%)	Özellik	Sayı (n)	Yüzde (%)
Süt içme alışkanlığının kazanıldığı dönem			Süt tüketme sebepleri		
Okul öncesinde	37	30.8	Besleyici olması	51	42.5
Okul döneminde	26	21.7	Alışkanlık	2	1.7
Yetişkinlik döneminde	17	14.2	Hasta olduğum zaman ilaç niyetine	10	8.3
			Lezzetini sevmek	27	22.5
			Büyüklerimin zorlaması nedeniyle	17	14.2
Toplam	80	66.7	Toplam	107	89.2

Çalışmaya katılan öğrencilerin süt içme alışkanlıkları kazandıkları zamanlarına baktığımızda öğrencilerin % 30.8'i okul öncesinde kazandıklarını, % 21.7'si okul döneminde kazandıklarını, %14.2'si ise yetişkinlik döneminde kazandıklarını belirtmişlerdir. Süt tüketme sebeplerine bakıldığında öğrencilerin % 42.5'i besleyici olması, % 1.7'si alışkanlık, % 8.3'ü hasta olduğum zaman ilaç niyetine, % 22.5'i lezzeti, % 14.2'si büyüklerinin zorlaması sebebiyle süt tükettiklerini bildirmişlerdir (Tablo 5). Karagözlü vd. [1]'nin Celal Bayar Üniversitesi öğrencilerinin süt ve süt ürünlerini tüketim alışkanlıkları ve beslenme bilinçleri üzerine yaptıkları bir araştırmada öğrencilerin süt içme alışkanlıklarını kazandıkları dönemlere % 79.16'sı okul öncesi dönemde, % 16.66'sı okul döneminde, % 4.16'sı yetişkinlik döneminde cevabını vermişlerdir.

Şimşek ve Açıkgöz [15]'ün üniversite öğrencilerinde süt tüketim alışkanlıklarını belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada; öğrencilere süt tüketme nedenleri sorulmuştur. Öğrencilerin % 59.7'sinin besleyici özelliği olduğu için, % 25.3'ünün tadını sevdiği için ve % 7.3'ünün alışkanlık kazandığı için süt tükettiklerini saptamışlardır.

Toptaş Bıyıklı [8]'nin Konya ili 10-15 yaş aralığındaki ilköğretim öğrencilerinde süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlığı, laktoz sindirim güçlüğü ve intoleransı üzerine yaptığı bir araştırmada öğrencilerin % 49.8'inin sütü besleyici olduğu için, % 16.5'inin lezzetini sevdiği için ve % 13.5'inin alışkanlıktan dolayı tüketirken, büyüklerinin zorlamasıyla süt tüketenlerin oranını ise % 12.5 olarak saptamışlardır.

Tablo 6. Çalışmaya katılan öğrencilerin sütü hangi öğünlerde tükettikleri ile sütü tükettikleri yağ oranlarının dağılımı

Özellik	Sayı (n)	Yüzde (%)	Özellik	Sayı (n)	Yüzde (%)
Sütü tükettikleri öğünler			Sütün içildiği yağ oranı		
Sabah	26	21.7	Tam yağlı	30	25.0
Öğle	7	5.8	Yarım yağlı	48	40
Akşam	20	16.7	Yağsız	1	0.8
Yatmadan önce	38	31.7	Fark etmez	28	23.3
Öğün arası	15	12.5			
Toplam	106	88.3	Toplam	107	89.2

Çalışmaya katılan öğrencilerin sütü hangi öğünde tükettiklerine bakıldığında öğrencilerin % 21.7'si sabah, % 5.8'i öğle, % 16.7'si akşam, % 31.7'si yatmadan önce, % 12.5'i ise öğün arasında süt tükettiklerini saptanmıştır. Sütün tercih edildiği yağ oranında öğrencilerin % 25'i tam yağlı, % 40'ı yarım yağlı, % 0.8'i yağsız ve % 23.3'ü fark etmez şeklinde cevap vermişlerdir (Tablo 6).

Uzunöz ve Gülşen [16]'nin üniversite öğrencilerinin süt ve süt ürünlerinin tüketim alışkanlıklarını belirleyen makalesinde öğrencilerin % 27'si sütü sabah, % 1.67'si öğle, % 53.67'si akşam % 17.66'sı de her zaman tükettiklerini ifade etmişlerdir.

Şimşek ve Açıkgöz [15]'ün üniversite öğrencilerinde süt tüketim alışkanlıklarını belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada öğrencilerin süt tükettikleri öğünleri incelemişlerdir. Öğrencilerin % 40.1'inin sütü yatmadan önce, % 25.3'ünün akşam, % 17.7'sinin öğün arasında, % 14.5'inin ise kahvaltıda tercih ettiğini belirlemişlerdir.

Çetinkaya [6]'nın Kafkas Üniversitesi'nde öğrencilerin süt ve süt ürünlerinin tüketim alışkanlığı üzerinde yaptıkları bir çalışmada öğrencilerin içme sütünün hangi yağ oranını tercih ettiklerini belirlemek amacıyla sorulan soruya öğrenciler % 42.7'si yağlı süt, % 27.2'si yarım yağlı süt olarak cevap vermişlerdir.

Tablo 7. Çalışmaya katılan öğrencilerin geçirdiği ısıl işleme göre tercih ettikleri süt türleri ile sütü hangi ısıda içtiklerinin dağılımı

Özellik	Sayı (n)	Yüzde (%)	Özellik	Sayı (n)	Yüzde (%)
Geçirdiği ısıl işleme göre tercih edilen süt türleri			Sütün tüketildiği sıcaklık		
Açık süt (sokak satıcısından alınan süt)	21	17.5	Sıcak	48	40.0
Pastörize ya da sterilize süt (ambalajlı süt)	57	47.5	Soğuk	13	10.8
Fark etmez	30	25.0	Ilık	39	32.5
			Fark etmez	8	6.7
Toplam	108	90.0	Toplam	108	90.0

Çalışmaya katılan öğrencilerin geçirdiği ısıl işleme göre tercih edilen süt türlerine baktığımızda öğrencilerin % 17.5'i açık süt, % 47.5'i pastörize ya da sterilize süt, %25'i fark etmez şeklinde tercih yaptıkları saptanmıştır. Öğrencilerin sütü hangi ısıda tükettiklerine bakıldığında % 40'ı sıcak, % 10.8'i soğuk, % 32.5'i ılık, % 6.7'si fark etmez olduğu saptanmıştır. (Tablo 7).

Çetinkaya [6]'nın Kafkas Üniversitesi'nde öğrencilerin süt ve süt ürünlerinin tüketim alışkanlığı üzerinde yaptıkları bir çalışmada öğrencilerin, % 17.5'i açık süt, % 71.5'i steril süt tercih ederken, % 10.4'ü herhangi bir görüş bildirmemiştir.

Toptaş Bıyıklı [8]'nin Konya ili 10-15 yaş aralığındaki ilköğretim öğrencilerinde süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlığı, laktoz sindirim gücü ve intoleransı üzerine yaptığı bir araştırmada süt tüketen öğrencilerin % 69.2'sinin pastörize ya da sterilize süt, % 15.8'inin açık süt tükettiğini saptamışlardır.

Karaözlü vd. [1]'nin Celal Bayar Üniversitesi öğrencilerinin süt ve süt ürünlerini tüketim alışkanlıkları ve beslenme bilinçleri üzerine yaptıkları bir anket araştırmasında öğrencilerin % 54.16'sı içme sütünü soğuk tükettiklerini, % 19.44'ü hafif ısıttıklarını, % 11.11'i ısıttıklarını belirtmişlerdir.

Tablo 8. Çalışmaya katılan öğrencilerin tükettikleri sütün hangi hayvandan elde edildiği ve içme sütü dışında en sevilen süt ürünlerinin dağılımları

Özellik	Sayı (n)	Yüzde (%)	Özellik	Sayı (n)	Yüzde (%)
Tüketilen sütün kaynağı			İçme sütü dışında en sevilen süt ürünü		
İnek sütü	62	51.7	Peynir	28	23.3
Keçi sütü	13	10.8	Yoğurt	28	23.3
Koyun sütü	7	5.8	Ayran	31	25.8
Fark etmez	26	21.7	Tüm süt ürünleri	33	27.5
Toplam	108	90	Toplam	120	100

Çalışmaya katılan öğrencilerin % 51.7'si inek sütü, % 10.8'i keçi sütü, % 5.8'i koyun sütü, %21.7'si ise sütün kaynağının fark etmediklerini belirtmişlerdir. İçme sütü dışında en sevilen süt ürününe baktığımızda ise % 23.3 peynir, % 23.3 yoğurt, % 25.8'i ayran, % 27.5'i tüm süt ürünleri olarak belirlenmiştir (Tablo 8).

Toptaş Bıyıklı [8]'nin Konya ili 10-15 yaş aralığındaki ilköğretim öğrencilerinde süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlığı, laktoz sindirim gücü ve intoleransı üzerine yaptığı bir araştırmada öğrencinin % 91.3'ü inek sütü tüketmeyi tercih etmektedir. Keçi sütü tercih edenler % 1.4, koyun sütü tercih edenler % 0.3 gibi düşük oranda olmasına rağmen, % 7.1'lik grubun üç süt grubunu da tükettiğini belirlemiştir.

Tablo 9. Çalışmaya katılan öğrencilerin sütü ne ile karıştırarak içmeyi tercih ettiklerine göre dağılımları

Özellik	Sayı (n)	Yüzde (%)
Sütü ne ile karıştırarak içersiniz		
Sade	49	40.8
Kakaolu	12	10.0
Şekerli	15	12.5
Meyveli	6	5.0
Şekersiz	1	0.8
Tatlı içinde (sütlaç, muhallebi vb.)	8	6.7
Sütü her şekliyle tüketirim	17	14.2
Toplam	108	90.0

Çalışmaya katılan öğrencilerin sütü % 40.8'i sade, %10'nu kakaolu, % 12.5'i şekerli, % 5'i meyveli, % 0.8'i şekersiz, % 6.7'si tatlı içinde, % 14.2'si ise sütü her şekliyle tükettiklerini belirtmişlerdir (Tablo 9).

Şimşek ve Açıkgöz [15]'in üniversite öğrencilerinde süt tüketim alışkanlıklarını belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada; içme sütünün tüketim şeklini öğrenmek amacıyla sorulan soruya verilen cevaplara göre; ankete katılanların % 49.4'ünün şekersiz, % 25.2'sinin şekerli, % 11.6'sının kakaolu, % 5.4'ünün kahveli süt tüketmeyi tercih ettiklerini belirlemiştir.

Tablo 10. Çalışmaya katılan öğrencilerin tükettikleri peynir çeşitleri ve günde tükettiği peynir miktarlarının dağılımları

Özellik	Sayı (n)	Yüzde (%)	Özellik	Sayı (n)	Yüzde (%)
Tüketilen peynir çeşidi			Günde tüketilen peynir miktarı		
Beyaz peynir	75	62.5	Hiç tüketmiyorum	4	3.3
Tulum peyniri	18	15.0	1 kibrit kutusu	89	74.2
Kaşar peynir	11	9.2	2 kibrit kutusu	20	16.7
Örgü peyniri	8	6.7	2 kibrit kutusundan fazla	7	5.8
Otlu peynir	8	6.7			
Toplam	120	100	Toplam	120	100

Çalışmaya katılan öğrencilerin tükettikleri peynir çeşidine bakıldığında % 62.5'i beyaz peynir, % 15'i tulum peynir, % 9.2'si kaşar peynir, % 6.7'si örgü peyniri, % 6.7'si otlu peynir tükettiklerini saptanmıştır. Günde tükettiği peynir miktarına bakıldığında ise % 3.3'ü hiç tüketmediğini, % 74.2'si 1

kibrit kutusu % 16.7'si 2 kibrit kutusu % 5.8'i 2 kibrit kutusundan fazla peynir tükettikleri saptanmıştır (Tablo 10).

Karagözlü vd. [1]'nin Celal Bayar Üniversitesi öğrencilerinin süt ve süt ürünlerini tüketim alışkanlıkları ve beslenme bilinçleri üzerine yaptıkları bir araştırmada öğrencilerin % 38.93'ü 1 kibrit kutusu, % 30.97'si 2 kibrit kutusu, % 26.54'ü 2 kibrit kutusundan fazla, % 3.53'ü hiç tüketmediklerini tespit etmişlerdir.

Tablo 11. Çalışmaya katılan öğrencilerin bazı süt ürünlerinin tüketim sıklıklarının dağılımları

Süt Ürünleri	Günde 1-2 defa		Haftada birkaç kez		Haftada 1 kez		15 günde 1		Ayda 1		Daha seyrek		Hiç		
	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	
Ayran	15	12.5	54	45	24	20	15	12.5	4	3.3	4	3.3	4	3.3	
Pastörize Yoğurt	9	7.5	37	30.8	23	19.2	18	15	12	10	10	8.3	11	9.2	
Süzme Yoğurt	3	2.5	18	15	23	19.2	20	16.7	14	11.7	18	15	24	20	
Probiyotikli Yoğurt	1	0.8	7	5.8	8	6.7	9	7.5	21	17.5	22	18.3	52	43.3	
Meyveli yoğurt	2	1.7	6	5.0	3	4.2	5	4.2	15	12.5	16	13.3	73	60.8	
Kefir	0	0	1	0.8	4	3.3	0	0	5	4.2	12	10	98	81.2	
Peynir	82	68.3	30	25	5	4.2	1	0.8	0	0	1	0.8	1	0.8	
Lor, çökelek vb.	9	7.5	11	9.2	11	9.2	11	9.2	25	20.8	21	17.5	32	26.7	
Sütlaç, muhallebi, puding, kazandibi vb. sütlü tatlılar	5	4.2	24	20	28	23.3	25	20.8	22	18.3	10	8.3	6	5.0	
Dondurma	9	7.5	33	27.5	15	12.5	4	3.3	20	16.7	29	24.2	10	8.3	
Kremalı olan pasta, kek, vb. tatlılar	5	4.2	25	20.8	25	20.8	32	26.7	16	13.3	13	10.8	4	3.3	
Toplam sayı (n)														120	
Toplam yüzde (%)														100	

Çalışmaya katılan öğrencilerin ayran tüketim sıklıklarına baktığımızda % 12.5'i günde 1-2 defa, % 45'i haftada birkaç kez, % 20'si haftada 1 kez, % 12.5'i 15 günde 1, % 3.3'ü ayda bir, % 3.3'ü daha seyrek ayran tüketirken, % 3.3'ü ise hiç ayran tüketmemektedir.

Öğrencilerin pastörize yoğurt tüketim sıklıklarına bakıldığında % 7.5'i günde 1-2 defa, % 30.8'i haftada birkaç kez, % 19.2'si haftada 1 kez, % 15'i 15 günde 1, % 10'nu ayda bir, % 8.3'ü daha seyrek pastörize yoğurt tüketirken, % 9.2'si hiç pastörize yoğurt tüketmemektedir. Süzme yoğurt tüketim sıklıkları ise % 2.5'i günde 1-2 defa, % 15'i haftada birkaç kez, % 19.2'si haftada 1 kez, % 16.7'si 15 günde 1, % 11.7'si ayda bir, % 15'i daha seyrek tüketirken, % 20'si ise hiç süzme yoğurt tüketmediklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin probiyotikli yoğurt tüketim sıklığına bakıldığında % 0.8'i günde 1-2 defa, % 5.8'i haftada birkaç kez, % 6.7'si haftada 1 kez, % 7.5'i 15 günde 1, % 17.5'i ayda 1, % 18.3'ü daha seyrek probiyotikli yoğurt tüketirken, % 43.3'ünün ise hiç probiyotikli yoğurt tüketmedikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin meyveli yoğurt tüketim sıklığına bakıldığında ise % 1.7'si günde 1-2 defa, % 5'i haftada birkaç kez, % 2.5'i haftada bir kez, % 4.2'si 15 günde 1, % 12.5'i ayda 1, % 13.3'ü daha seyrek meyveli yoğurt tüketirken, % 60.8'inin ise hiç meyveli yoğurt tüketmedikleri saptanmıştır.

Öğrencilerin kefir tüketim sıklığına bakıldığında % 0.8'i haftada birkaç kez, % 3.3'ü haftada 1 kez, % 4.2'si ayda 1 kez % 10'nu daha seyrek kefir tüketirken, % 81.7'si hiç kefir tüketmediklerini belirtmişlerdir.

Öğrencilerin peynir tüketim sıklığı baktığımızda % 68.3'ü günde 1-2 defa, % 25'i haftada birkaç kez, % 4.2'si haftada 1 kez, % 0.8'i 15 günde 1, % 0.8'i daha seyrek peynir tüketirken % 0.8'i hiç peynir tüketmemektedir. Öğrencilerin lor, çökelek tüketim sıklıklarına bakıldığında % 7.5'i günde 1-2 defa, % 9.2'si haftada birkaç kez, % 9.2'si haftada bir kez, % 9.2'si 15 günde 1, % 20.8'i ayda 1, % 17.5'i daha

seyrek lor çökelek tüketirken, % 26.7'sinin ise hiç tüketmedikleri saptanmıştır. Sütlaç, muhallebi, puding, kazandibi, vb. sütlü tatlıların tüketim sıklığına bakıldığında % 4.2'si günde 1-2 defa, % 20'si haftada birkaç kez, % 23.3'ü haftada 1 kez, % 20.8'i 15 günde 1, % 18.3'ü ayda 1, % 8.3'ü daha seyrek tüketirken, % 5'i hiç tüketmemektedir.

Öğrencilerin dondurma tüketim sıklıklarına bakıldığında % 7.5'i günde 1-2 defa, % 27.5'i haftada birkaç kez, % 12.5 haftada 1 kez, % 3.3'ü 15 günde 1, % 16.7'si ayda 1, % 24.2'si daha seyrek tüketirken, % 8.3'ü ise hiç dondurma tüketmemektedir. Kremalı olan pasta, kek vb. tatlılar tüketim sıklıklarına bakıldığında ise % 4.2'si günde 1-2 defa, % 20.8'i haftada birkaç kez, % 20.8'i haftada 1 kez, % 26.7'si 15 günde 1, % 13.3'ü ayda 1, % 10.8'i daha seyrek tüketirken, % 3.3'ünün hiç tüketmedikleri saptanmıştır (Tablo 11).

Tablo 12. Çalışmaya katılan öğrencilerin cinsiyetlerine göre süt tüketim sıklıklarının dağılımı

Özellik	Süt tüketme sıklığı								
	Her gün		Haftada birkaç kez		Ayda birkaç kez		Hiç		
	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	
Cinsiyet									
Bayan	18	15	10	8.3	22	18.3	11	9.2	X²=9.875
Erkek	6	5	9	7.5	36	30	8	6.7	p=0.020
Toplam	24	20	19	15.8	58	48.3	19	15.8	

Çalışmaya katılan öğrencilerin cinsiyetlerine göre süt tüketim sıklığı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$) (Tablo 12).

Toptaş Bıyıklı [8]'nin Konya ili 10-15 yaş aralığındaki ilköğretim öğrencilerinde süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlığı, laktoz sindirim güçlüğü ve intoleransı üzerine yaptığı bir araştırmada süt tüketim sıklığı, cinsiyet ve yaş grubu açısından Ki-kare analiziyle karşılaştırıldığında sonuçları hem kız hem de erkek öğrenciler için anlamlı bulmuştur ($p<0,05$).

4. Sonuç ve Öneriler

Çalışmaya katılan öğrencilerin her gün süt tüketenlerin oranı % 20 iken öğrencilerin % 8.3'ü ise süttten nefret etiklerini ve hiç süt içmediklerini ifade etmişlerdir. Her gün süt tüketen öğrencilerin % 12.5'i 1 su bardağından az, % 62.5'i 1 su bardağı, % 25'i ise 2 su bardağı süt tükettikleri saptanmıştır. Yapılan araştırmalarda Avrupa Birliğinde 2013 yılında süt tüketimi 67.4 L/kişi/yıl, Amerika'da ise 92.6 L/kişi/yıldır [9]. Bu süt tüketimini günlük olarak mL cinsinden hesapladığımızda kişi başına süt tüketimi Avrupa'da günlük 185 mL (0.92 su bardağı), Amerika'da ise 253 ml (1.26 su bardağı) olmaktadır. Araştırmada bulduğumuz sonuçla Amerika ve Avrupa'da yapılan araştırmaları karşılaştırdığımızda öğrencilerin süt tüketme oranının düşük olduğu görülmektedir.

Çalışma sonuçlarında öğrencilerin bazı süt ürünlerinin tüketim sıklıklarının içme sütüne oranla daha iyi olduğu görülmektedir. Öğrencilerin yaklaşık % 70'i her gün peynir tüketmektedir. En çok sevilen süt ürününün ayran (% 25.8) olduğu ondan sonra peynir (% 23.3) ve yoğurt (% 23.3) geldiği belirlenmiştir. En çok tercih edilen peynir çeşidi % 62.5 oranıyla beyaz peynirdir. Öğrencilerin % 74.2'si günde 1 kibrit kutusu peynir tüketmektedir. Bu durum öğrencilerde peynir tüketim durumunun iyi olduğunu göstermektedir.

Çalışma sonuçlarına göre öğrencilerin büyük bir kısmı süt içme alışkanlıklarını okul öncesi ve okul döneminde kazandıkları belirlenmiştir. Ayrıca en önemli süt içmeme nedeninin "alışkanlığın olmaması" olduğu tespit edilmiştir. Bu veriler gösteriyor ki okul öncesi dönemde çocuklara süt içme alışkanlığının kazandırılması ileriki dönemde süt içme oranının artırılması için büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla sağlıklı ve bilinçli bir toplum için okul öncesi ve okul döneminde öğrencilerin süt ve süt ürünlerinin yararları konusunda eğitim çalışmalarının yaygınlaştırılması gerekir.

Öğrencilerin yeterli süt tüketmelerini sağlamak için üniversitelerde eğitim programları yapılmalı üniversite yemekhanelerinde ve yurtlarında süt ve süt ürünlerinin verilmesi gerekmektedir. Üniversitelerde düzenli aralıklarla beslenme konularında uzman kişilerce konferans ve paneller düzenlenmeli, ders programlarına sağlıklı beslenme ilgili dersler eklenmelidir.

Sağlıklı büyüme, gelişme ve yaşlanma için toplumda tüketilen çay, kahve, gazlı ve enerji içeriği yüksek içecekler yerine süt ve süt ürünlerini tercih edilmesi konusunda beslenme uzmanlarınca bilgilendirme çalışmaları yapılmalıdır.

Kaynaklar

1. Karagözlü N., Karagözlü C., Karaca S., Eren S. 2005. Üniversite Öğrencilerinde Süt ve Ürünleri Tüketim Alışkanlıkları ve Beslenme Bilinçleri Üzerine Bir Araştırma: Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Örneği, Celal Bayar Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi, 1 (2): 101-108.
2. Türk Gıda Kodeksi. 2000. Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği. 14.02.2000-23964 nolu Resmi Gazete, 2000/6 Nolu Tebliğ.
3. Kelebek Ö. 2010. Üniversite Öğrencilerini Süt ve Ürünlerini Tüketim Düzeyleri ile Beden Kitle İndeksleri Arasındaki İlişki Üzerine Bir Araştırma. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Diyetetik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 126s, Ankara.
4. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü. 2015. Türkiye'ye Özgü Besin ve Beslenme Rehberi. http://www.bdb.hacettepe.edu.tr/TOBR_kitap.pdf. Ankara. (Erişim Tarihi: 16.03.2017).
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2015. Milk Talk - The Role of Milk and Dairy Products in Human Nutrition. <http://www.fao.org/zhc/detail-events/en/c/288359/>. (Erişim Tarihi: 08.03.2017).
6. Çetinkaya A. 2010. Kafkas Üniversitesi Öğrencilerinin İçme Sütü ve Süt Ürünlerini Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi, Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 5 (2): 73-84.
7. Demirci M., Şimşek O. 1997. *Süt İşleme teknolojisi*. Hasat Yayıncılık, İstanbul.
8. Toptaş Bıyıklı E. 2011. Konya İli 10-15 Yaş Aralığındaki İlköğretim Öğrencilerinde Süt ve Süt Ürünleri Tüketim Alışkanlığı, Laktoz Sindirim Güçlüğü ve İntoleransı Üzerine Bir Araştırma. Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çocuk Gelişimi ve Ev Yönetimi Eğitimi Anabilim Dalı, Beslenme Eğitimi Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 95s, Konya.
9. Baysal A. 2014. *Beslenme*. Hatipoğlu Yayınevi, Ankara.
10. TÜİK 2017. Hayvansal Üretim. <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>. (Erişim Tarihi 18.05.2017).
11. ASÜD 2010. Dünya ve Türkiye Süt Endüstrisi Raporu. http://asuder.org.tr/wp-content/uploads/2016/03/sut_raporu_yayin_mart_2010-1.pdf. (Erişim Tarihi: 23.05.2017).
12. Yasan Ataseven Z., Gülaç Z.N. 2014. Durum ve Tahmin, Süt ve Süt Ürünleri. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. <http://www.tepge.gov.tr/Dosyalar/Yayinlar/>. (Erişim tarihi: 16.03.2017).
13. SAGEM 2014. Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması 2010. http://www.sagem.gov.tr/TBSA_Beslenme_Yayini.pdf. (Erişim Tarihi: 23.05.2017).
14. Pekcan G., Şanlıer N., Baş M. 2016. Türkiye Beslenme Rehberi 2015. T.C Sağlık Bakanlığı, Ankara, 38-39.
15. Şimşek B., Açıkgöz İ. 2011. Süleyman Demirel Üniversitesi Öğrencilerinin İçme Sütü Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 21 (1):12-18.
16. Uzunöz M., Gülşen M. 2007. Üniversite Öğrencilerinin Süt ve Süt Ürünleri Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2007 (3): 15-21.

Characterization and Photovoltaic Studies of Capped ZnS, CdS and Cd_{1-x}Zn_xS (x=0.025) Nanoparticles

Sabit HOROZ^{1*}, M. Sait İZGİ², Ömer ŞAHİN²

¹Siirt University, Faculty of Art and Sciences, Department of Physics, 56100, Siirt, Turkey

²Siirt University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Chemical Engineering, 56100, Siirt, Turkey

Abstract

Capped ZnS, Cd_{1-x}Zn_xS (x=0.025) and CdS nanoparticles (NPs) were prepared by co-precipitation method using mercaptoethanol as capping agent. X-ray diffraction (XRD), photoluminescence (PL) and optical absorption measurements were performed to characterize their structural and optical properties. The lattice constants and average crystallite size of cubic phase of capped ZnS, Cd_{1-x}Zn_xS and CdS NPs calculated from the XRD measurement. The quantum confinement effect on the NPs has been observed in the optical analysis. In addition, it is seen that the luminescence band of Cd_{1-x}Zn_xS NPs enhances with the presence of Zn content. The incident photon to electron conversion efficiency (IPCE) and current density (J) - voltage (V) measurements exhibited that Capped Cd_{1-x}Zn_xS (x=0.025) NPs coated on the TiO₂ NWs has better performance compare to capped ZnS and CdS NPs on the TiO₂ NWs. Capped Cd_{1-x}Zn_xS (x=0.025) NPs can be promising material to improve the solar cell performance.

Keywords: Co-precipitation Method, Capped ZnS, Cd_{1-x}Zn_xS and CdS Nanoparticles, Structural and Optical Properties, Solar Cells.

1. Introduction

In recent time, there has been great drive in the synthesis and characterization of mono dispersed nano particles of II - IV compounds. The reason is that the optical, electronic and thermodynamic properties of the particles in the nanometer range are different from the optical, electronic and thermodynamic properties of the bulk materials, usually due to the quantum confinement. These unique properties can cause interesting linear and nonlinear optical properties such as optoelectronic probes for irregular DNA structures, fluorescence probes in peptides, which have great potential in technological applications [1-5].

The control of the crystallite size can be used to prepare materials with unique properties to meet these needs. However, there is a problem with the crystallite size growing over time. One way to overcome this problem is to develop nanoparticle-polymer composite materials [6]. Such an approach is to incorporate particles into a suitable host to form nano composites [7]. Hence, the particle can be directly grown in a host with the desired properties. The use of polymers as the main material is very attractive due to the stabilization of the nanoparticles (NPs) and the prevention of permanent aggregation and their long-term stability and ease of reprocessing [8]. These inorganic-organic NPs with physical properties have potential application in the fields of molecular and electronic and photovoltaic devices, catalysis, molecular diagnostics and interface electron transfer [9-10].

NPs can be synthesized by several well-known methods [11-13]. The co-precipitation method which is a simple and inexpensive method is considered as one of the most appropriate method. In comparison other methods which require long time and extreme laboratory conditions, the NPs can be synthesized with simple laboratory equipments and within a few hours using the co-precipitation method [14-15].

*Sorumlu yazar: sabithoroz@siirt.edu.tr

Geliş Tarihi: 02/03/2017 Kabul Tarihi: 06/06/2017

In our present study, we report the synthesis of ZnS, CdS and Cd_{1-x}Zn_xS (x=0.025) NPs. Samples were prepared by co-precipitation using mercaptoethanol as a capping agent at room temperature. We have studied their structural, optical and photovoltaic properties.

2. Materials and Method

Commercial Cd(CH₃COO)₂·2H₂O as Cd source, Zn (CH₃COO)₂·2H₂O as Zn source and Na₂S as S source, were of analytical grade and were used without further purification to synthesize capped ZnS, CdS and Cd_{1-x}Zn_xS nanoparticles (NPs) at room temperature using co-precipitation method.

For synthesis of ZnS;

In typical co-precipitation method, 0.1 M of aqueous solutions of cation source, Zn (CH₃COO)₂·2H₂O and anion source, Na₂S, were separately prepared into two different beakers. These two solutions were transferred into another beaker and then stirred at certain time to get homogeneous mixture at room temperature. Two milliliters (ml) of mercaptoethanol was added onto the mixture when the stirring process was continued. The precipitated sample was separated by filter paper and the resultant particles were washed in water and ethanol to get rid of unwanted compounds inside the particles. The final solution was calcinated in oven at the certain temperature. Then, the obtained white powders were grinded using a mortar to get ZnS NPs.

For synthesis of CdS;

In typical co-precipitation method, 0.1 M of aqueous solutions of cation source, Cd (CH₃COO)₂·2H₂O and anion source, Na₂S, were separately prepared into two different beakers. These two solutions were transferred into another beaker and then stirred at certain time to get homogeneous mixture at room temperature. Two milliliters (ml) of mercaptoethanol was added onto the mixture when the stirring process was continued. The precipitated sample was separated by filter paper and the resultant particles were washed in water and ethanol to get rid of unwanted compounds inside the particles. The final solution was calcinated in oven at the certain temperature. Then, the obtained white powders were grinded using a mortar to get CdS NPs.

For synthesis of Cd_{1-x}Zn_xS;

0.025M of aqueous solutions of Zn (CH₃COO)₂·2H₂O was added to 0.1 M of aqueous solutions of Cd (CH₃COO)₂·2H₂O and then followed the same procedure mentioned above for ZnS and CdS NPs.

The structural properties were studied by x-ray diffraction (XRD) on a Rigaku x-ray diffractometer with Cu K_α (λ= 154.059 pm) radiation. UV-Vis absorption spectra were recorded using a Perkin- Elmer Lambda 2 spectrometer. Photoluminescence (PL) measurement was carried out with a Perkin-Elmer LS 50B at room temperature, using 310 nm as the excitation wavelength. Incident photon to electron conversion efficiency (IPCE) and current density (J) versus voltage (V) measurements were performed by using PCE-S20 with a monochromatic light source consisting of a 150-W Xe lamp and a monochromator. For IPCE and J-V measurements, fluorine doped tin oxide (FTO, 13Ω.sq⁻²) conductive glass substrates were used as the photo electrodes. The TiO₂ nanowires (NWs) were coated on the FTO substrates using the doctor blade method, and then sintered at 450 °C for 45 minutes. A suspension of ZnS, CdS and Cd_{1-x}Zn_xS (x=0.025) NPs were dropped on the FTO substrates with the TiO₂ NWs. The substrates were dried with N₂ gas and secured against Cu₂S counter electrodes containing polysulfide electrolytes.

3. Results and Discussions

XRD patterns for capped ZnS, Cd_{1-x}Zn_xS (x=0.025) and CdS NPs prepared by co-precipitation method at room temperature, are shown in Figure 1 (a, b, c). All peaks of capped ZnS, Cd_{1-x}Zn_xS (x=0.025) and

CdS NPs can be identified as those of zinc blende crystal structure of ZnS (JCPD No: 65-0309) and CdS (JCPD No: 65-2887), which correspond to the (111), (220) and (311) planes.

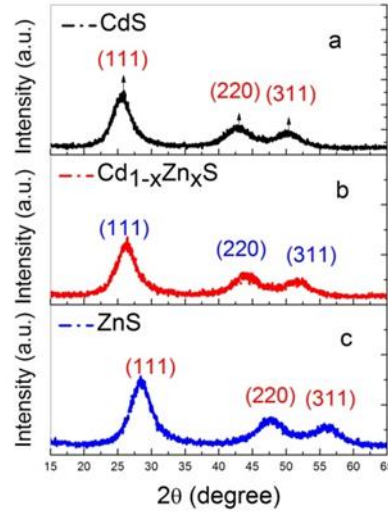


Figure 1. XRD patterns of capped ZnS, Cd_{1-x}Zn_xS (x=0.025) and CdS NPs synthesized at room temperature.

Lattice constant of capped ZnS, Cd_{1-x}Zn_xS (x=0.025) and CdS NPs was calculated from the position of the peak (111) using formulas as given equation 1 [16].

$$a = \frac{\lambda}{2 \sin \theta} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2} \quad (1)$$

where a lattice is constant, θ is the Bragg's diffraction angle, λ is the wavelength of x-ray and (hkl) are Miller indices.

Lattice constant values for capped ZnS, Cd_{1-x}Zn_xS (x=0.025) and CdS NPs, are given in Table 1.

Table 1. a values for capped ZnS, Cd_{1-x}Zn_xS and CdS NPs.

Samples	Lattice constant values for (111)(Å)
Capped ZnS NPs	5.37
Capped Cd _{1-x} Zn _x S (x=0.025) NPs	5.83
Capped CdS NPs	5.92

The obtained a values for capped ZnS and CdS NPs match with the earlier results reported by Parvaneh et al. [17] and Rodrigues et al. [18], respectively. It can be clearly seen that the lattice constant for capped Cd_{1-x}Zn_xS (x=0.025) gradually decreases in the presence of Zn content. It causes a shift on the peaks towards ZnS. This trend is consistent with Vegard's law [19], indicating a homogenous alloy structure. All broad peaks of capped ZnS, Cd_{1-x}Zn_xS (x=0.025) and CdS NPs represents that the sizes of the samples become smaller. Debye-Scherrer's formula (3) as given in Equation 2 was used to calculate the average crystallite sizes of the NPs from the peak widths of the relatively strong (111) diffraction.

$$t = \frac{0.9\lambda}{\beta \cos \theta} \quad (2)$$

where t is the mean size of the NPs, λ is the wavelength of x-ray, β is the broadening measured as the full width at half maximum (FWHM) in radians and θ is Bragg's diffraction angle. The size of capped ZnS and CdS NPs obtained from the XRD peak widths is around 2.66 nm which is consistent with studies carried out by Sabit et al. [11] and Kumar et al. [20], respectively while it is found 2.28 nm for

capped $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ ($x=0.025$) NPs. This result shows that the decrease in crystallite size is clearly from the increase the β of the XRD peaks of the NPs due to the size effect.

For UV-Vis measurements, the certain amounts of the capped ZnS, $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ ($x=0.025$) and CdS NPs were successfully dispersed in ethanol. Figure 2 shows the optical absorption spectra of capped ZnS, $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ ($x=0.025$) and CdS NPs prepared using the co-precipitation method at room temperature.

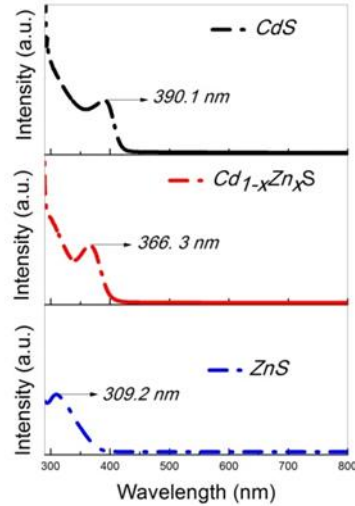


Figure 2. The UV-Vis absorption spectra of capped ZnS, $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ ($x=0.025$) and CdS NPs synthesized at room temperature.

The absorption peak shown in Fig. 2 was at 309.2 nm for capped ZnS NPs and at 390.1 nm for capped CdS NPs. It can be clearly seen that the absorption peaks for capped ZnS and CdS NPs are blue shifted unlike the UV of spectrum of bulk ZnS and CdS. Using these peak positions, the energy band gap (E_g) values for capped ZnS and CdS NPs were found as 4.01 eV and 3.18 eV. These results are consistent with quantum confinement effect on the energy band gap of bulk ZnS (3.7 eV) [21] and CdS (2.4 eV) [22]. It was observed that the absorption for capped $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ ($x=0.025$) (366.3 nm, 3.3 eV) is shifted to shorter wavelength with the presence of Zn content compare to capped CdS NPs. The reason behind this shifting can be explained by formation alloy CdZnS by the formation of alloyed CdZnS NCs via intermixing of wider band gap ZnS with narrower-band gap CdS. It is important to note that Zn content plays a very significant role in the band gap of CdS [23].

Figure 3 represents room temperature photoluminescence (PL) spectrum under 310 nm excitation wavelengths for capped ZnS, $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ ($x=0.025$) and CdS NPs to investigate luminescence properties.

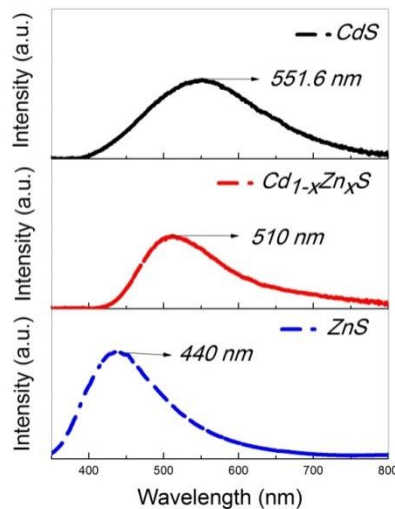


Figure 3. Photoluminescence (PL) spectra at room temperature, excited with a wavelength of 310 nm for capped ZnS, $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ ($x=0.025$) and CdS NPs synthesized at room temperature.

It is seen that the capped ZnS NPs has only one blue emission band centered at 440 nm, which is related to radiative recombination involving defect states in the ZnS NPs whereas the emission band, which is attributed to radiative transition of surface defect states, are located at 551.6 nm for capped CdS NPs. In the presence of Zn content, the center emission peak of capped $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ ($x=0.025$) NPs shifts to 510 nm. This blue shifted is in good agreement with the absorption spectra are indicated in Fig. 2. The reason of the shift was explained by P. Yang et al. [24]. They described that the luminescence mechanism of the $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ ($x=0.025$) NPs in the presence of Zn. When CdS NPs absorb photons; the electrons are excited from valence band to the conduction band and are trapped by defects. Presence of Zn leads the recombination of the defects and excitation states which provide modified surface trap states which enhances and shifts the luminescence band.

The incident photon to electron conversion efficiency (IPCE) measurements can be used to define as the number of photogenerated charge carriers contributing to the current per incident photon. The IPCE spectra of capped ZnS, $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ ($x=0.025$) and CdS NPs coated on the TiO_2 NWs are demonstrated in Fig. 4.

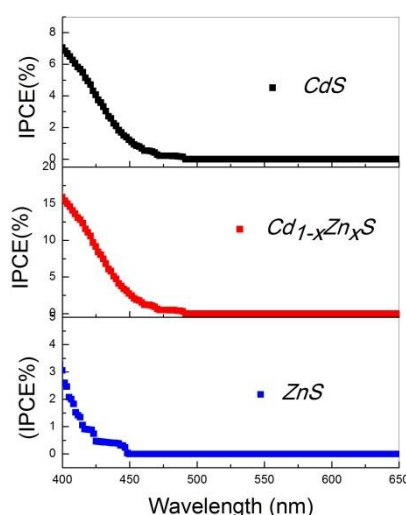


Figure 4. The IPCE spectra of capped ZnS, $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ ($x=0.025$) and CdS NPs coated on the TiO_2 NWs. The band gap value and IPCE efficiency for capped ZnS, $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ ($x=0.025$) and CdS NPs are shown in Table 2.

Table 2. Compare to The band gap values and IPCE efficiencies for capped ZnS, $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ ($x=0.025$) and CdS NPs

Samples	Band gap value (eV)	IPCE efficiency (%)
Capped ZnS NPs	3.91	3.1
Capped $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ ($x=0.025$) NPs	3.38	16
Capped CdS NPs	3.18	7.1

The presence of Zn in capped $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ ($x=0.025$) NPs contributes to a significant enhancement in the IPCE efficiency. The main reason beyond this is that the spectral response of capped CdS NPs is improved by Zn content. The similar result was observed in $\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{S}$ NPs (11).

It is an important note that a substantial improvement was observed in the performance of the capped $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ ($x=0.025$) NPs is shown in Fig. 5. The reason of this enhancement could be due to fact that Zn content in capped CdS NPs inhibits the charge recombination between CdS NPs and TiO_2 surface.

This causes an increase of current density (J_{SC}) [25]. The power efficiencies indicated in Table 3, were found 0.6%, 2.84% and 1.24 % for capped ZnS, $Cd_{1-x}Zn_xS$ ($x=0.025$) and CdS NPs, respectively.

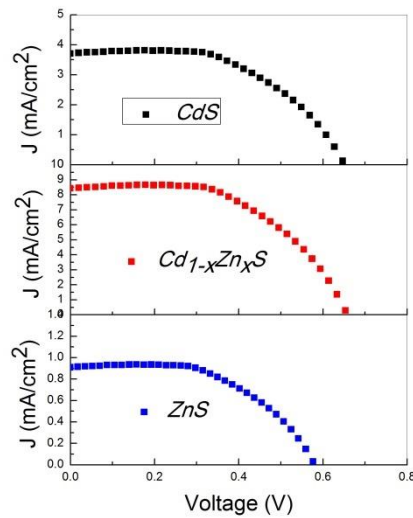


Figure 5. J-V plots of capped ZnS, $Cd_{1-x}Zn_xS$ ($x=0.025$) and CdS NPs coated on the TiO_2 NWs

Table 3. Comparison of V_{OC} , J_{SC} and η of capped ZnS, $Cd_{1-x}Zn_xS$ and CdS NPs coated on the TiO_2 NWs

Samples	Open Circuit Voltage, V_{OC} , (V)	Short Circuit Current Density, J_{SC} , (mA/cm ²)	Power conversion efficiency (η %)
Capped ZnS NPs	0.58	0.90	0.60
Capped $Cd_{1-x}Zn_xS$ ($x=0.025$) NPs	0.65	8.40	2.84
Capped CdS NPs	0.65	3.70	1.24

4. Conclusions

In this study, the structural, optical and photovoltaic properties of capped ZnS, $Cd_{1-x}Zn_xS$ ($x=0.025$) and CdS NPs synthesized by co-precipitation method using mercaptoethanol as capping agent, are investigated. Capped ZnS, $Cd_{1-x}Zn_xS$ ($x=0.025$) and CdS NPs possess cubic zinc blende structure which is confirmed by x-ray diffraction (XRD) pattern. The quantum confinement effect on the NPs has been observed in the optical analysis. In addition, it is seen that the luminescence band of $Cd_{1-x}Zn_xS$ ($x=0.025$) NPs enhances with the presence of Zn content. IPCE measurements indicate that Zn content results in improvement in the solar cell efficiency. Capped $Cd_{1-x}Zn_xS$ ($x=0.025$) NPs ($\eta=2.84$) coated on the TiO_2 NWs exhibit better performance as compared capped ZnS ($\eta=0.60$) and CdS ($\eta=1.24$) NPs coated on the TiO_2 NWs. Factors such as the reduction of electron recombination and the enhancement of electron transport in TiO_2 can be ascribed to an improvement in photovoltaic performance due to Zn content. Hence, capped $Cd_{1-x}Zn_xS$ ($x=0.025$) NPs can be promising material to improve the device performance.

References

1. Akturk A., Tas H., Koksak K., Sahin M. 2016. The Electronic and Optical Properties of a Triexciton in CdSe/ZnS Core/Shell Quantum dot Nanocrystals, *Philosophical Magazine*, 96 (6): 584-595.
2. Koc F., Koksak K., Sahin M. 2017. Effect of a Buffer Layer between the Shell and Ligand on the Optical Properties of an Exciton and Biexciton in type-II Quantum dot Nanocrystals, *Philosophical Magazine*, 97 (3): 201-211.
3. Horoz S., Lu L., Dai Q., Chen J., Yakami B., Pikal J.M., Wang W., Tang J. 2012. CdSe Quantum dots Synthesized by Laser Ablation in Water and Their Photovoltaic Applications, *Applied Physics Letters*, 101: 223902.
4. Tilley R.D. 2008. Synthesis and Applications of Nanoparticles and Quantum Dots, *Chemistry in New Zealand*, 146-150.
5. Xu X., Hu L., Gao H., Liu S., Wageh S., Al-Ghamdi A.A., Alshahrie A., Fang X. 2015. Controlled Growth from ZnS Nanoparticles to ZnS–CdS Nanoparticle Hybrids with Enhanced Photoactivity, *Advanced Functional Materials*, 25 (3): 445-454.
6. Goodwin J.W., Hearn J., Ho C.C., Ottewill R.H. 1974. Studies on the Preparation and Characterisation of Monodisperse Polystyrene Lattice, *Colloid and Polymer Science*, 252:464-471.
7. Murray C.B., Norris D.J., Bawendi M.G. 1993. Synthesis and Characterization of Nearly Monodisperse CdE (E = S, Se, Te) Semiconductor Nanocrystallites, *Journal of the American Chemical Society*, 115: 8706.
8. Potter B.G., Simmons J.H. 1988. Quantum Size Effects in Optical Properties of CdS-glass Composites, *Physical Review B*, 37: 10838.
9. Liu J., Sheina E., Kolawlewski T., McCullough R.D. 2002. *Angewandte Chemie International Edition*, Tuning the Electrical Conductivity and Self-assembly of Regioregular Polythiophene by Block Copolymerization: Nanowire Morphologies in New Di- and Triblock Copolymers, 41: 3259.
10. Watson K.J., Zhu J., Nguyen S.T., Mirkin C.A. 2000. Redox-Active Polymer-Nanoparticle, *Hybrid Materials Pure and Applied Chemistry*, 72: 67-72.
11. Horoz S., Dai Q., Maloney F.S., Yakami B., Pikal J.M., Zhang X., Wang J., Wang W., Tang J. 2015. Absorption Induced by Mn Doping of ZnS for Improved Sensitized Quantum-Dot Solar Cells, *Phys. Rev. Applied*, 3: 024011.
12. So W.-W., Jang J.-S., Rhee Y.-W., Kim K.-J., Moon S.-J. 2001. Preparation of Nanosized Crystalline CdS Particles by the Hydrothermal Treatment, *Journal of Colloid and Interface Science*, 237: 136.
13. Bhattacharjee B., Ganguli D., Iakoubovskii K., Stesmans A., Chaudhuri S. 2002. Synthesis and Characterization of sol-gel Derived ZnS: Mn²⁺ Nanocrystallites Embedded in a Silica Matrix, *Bulletin of Materials Science*, 25: 175-180.
14. Kripal R., Gupta A.K., Mishta S.K., Srivastava K., Pandey A.C., Prakash S.G. 2010. Photoluminescence and Photoconductivity of ZnS:Mn(2+) Nanoparticles Synthesized via Co-Precipitation Method, *Spectrochimica Acta Part A*, 76: 523.
15. Thambidurai M., Muthukumarasamy N., Agilan S., Sabari N., Murugan N., Balasundaraprabhu R. 2011. Structural and Optical Characterization of Ni-doped CdS Quantum dots, *Journal of Material Science*, 46: 3200-3206.
16. Taylor A., Sinclair H. 1945. On the Determination of Lattice Parameters by the Debye- Scherer Method, *Proceedings of the Physical Society*, 57: 126.
17. Parvaneh I., Samira S., Mohsen N. 2015. Characterization of ZnS Nanoparticles Synthesized by Co-precipitation Method, *Chinese Physics B*, 24(4): 046104.

18. Rodriguez P., Muñoz-Aguirre N., San-Martín Martínez E., González de la Cruz G., Tomas S.A., Zelaya Angel O. 2008. Synthesis and Spectral Properties of Starch Capped CdS Nanoparticles in Aqueous Solution, *Journal of Crystal Growth*, 310: 160-164.
19. Furdyna J.K.J. 1988. Diluted Magnetic Semiconductors, *Appl. Phys.*, 64: R29.
20. Kumar S., Kumar S., Jain S., Verma N.K. 2012. Magnetic and Structural Characterization of Transition Metal Co-doped CdS Nanoparticles, *Applied Nanoscience*, 2: 127-131.
21. Khamala B., Franklin L. Malozovsky Y., Stewart A., Saleem H., Bagayoko D. 2016. Calculated Electronic, Transport and Bulk Properties of Zinc Blende Zinc Sulphide (zb-ZnS), *Computational Condensed Matter.*, 6: 18-23.
22. Elilarassi R., Maheshwari S., Chandrasekaran G. 2010. Structural and Optical Characterization of CdS Nanoparticles Synthesized using a Simple Chemical Reaction Route, *Rapid Communications*, 4: 309-312.
23. Zhong X., Feng Y., Knoll W., Han M. 2003. Alloyed $Zn_xCd_{1-x}S$ Nanocrystals with Highly Narrow Luminescence Spectral Width, *J. Am. Chem. Soc.*, 125: 13559-13563.
24. Yang P., Lu M. K., Song C. F., Liu S. W., Chu D., Yuan D. R., Cheng X. F. 2003. Preparation and Tunable Photoluminescence Characteristic of Ni^{2+} : $SrAl_2O_4$, *Optical Materials.*, 24: 575.
25. Kim H.J., Kim J.H., Durga I.K., Punnoose D., Kundakarla N., Reddy A.E., Rao S.S. 2016. Densely Packed Zinc Sulfide Nanoparticles on TiO_2 for hindering Electron Recombination in dye Sensitized Solar Cells, *New Journal of Chemistry*, 40: 9176-9180.

Araştırma Makalesi / Research Article

Çorum Kargı Yöresi Su ve Mera Bitki Örneklerinde Mevsimsel Flor Düzeyleri**

Nuri İLÇİN¹, Ali ERTEKİN^{2*}

¹Trabzon Limanı Veteriner Sınır Kontrol Noktası, Trabzon, Türkiye

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Samsun, Türkiye

Özet

Bu çalışma Çorum Kargı yöresi su ve mera örneklerinde mevsimsel flor düzeylerini belirlemek amacıyla planlandı. Örnekleme alanı birinci bölge ve ikinci bölge olarak ikiye ayrıldı. Her bir bölge ova ve yayla olarak ikiye ayrıldı. Ova ve yayladan yedi alan belirlendi. İlkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde ova ve yayladan 10 ml'lik polietilen tüplere 28 su ve 28 bitki örneği alındı. Çalışma için 112 su ve 112 bitki örneği alındı. Su flor analizleri yapıncaya kadar buzdolabında +4 °C'de saklandı. Mera bitki örnekleri kurutuldu, öğütüldü, analiz edilinceye kadar kuru koşullar altında oda sıcaklığında saklandı. Ovalardan alınan su örneklerinde kış mevsiminde iki bölgede ölçülen flor miktarlarındaki değişiklikler istatistiksel önem arz etti ($p<0.05$). Yaylalardan alınan su örneklerinde yapılan ölçümlerde sadece 1. bölge ile 2. bölge arasında ilkbaharda bir önem gözlemlendi ($p<0.05$). Ovalardan alınan bitki örneklerinde yapılan analizlerde 1. bölge ile 2. bölge arasında yaz mevsiminde bir önem saptandı ($p<0.05$). Sonuç olarak, su ve bitki örneklerinde yapılan flor analizlerinde hesaplanan miktarlar TSE ve Sağlık Bakanlığı tarafından belirlenen standart değerler arasında kalmıştır. Hesaplanan sonuçlar bölgede flor toksikasyonu riski olmadığını göstermektedir. Bununla beraber, bölge volkanik bir alan olduğu için kontaminasyon ihtimali göz önüne alınmalı, insan ve hayvan sağlığı açısından düzenli kontroller yapılmalıdır.

Anahtar kelimeler: Bitki, Çorum, Flor, Kargı, Su.

Seasonal Fluor Levels in Water and Pasture Plant Samples of Kargı Province of Çorum

Abstract

This study was planned to determine the seasonal fluor levels in water and pasture specimens in Çorum Kargı region. The sampling area was divided as first region and second region. Each region was divided as the plain and highland. Seven areas were identified from plain and highland. In the spring, summer, autumn and winter seasons were taken 28 water and 28 plant samples from plain and highland with 10 ml polyethylene tubes. 112 water and 112 plant samples were taken for the study. The water was stored in the refrigerator at +4 °C until the fluor analysis was carried out. The pasture plant samples were dried, grinded and stored at room temperature under dry conditions until analysis. Changes in the amount of fluoride measured in two regions in winter season in water samples taken from plains were statistically significant ($p<0.05$). In the measurements made in water samples taken from highlands, only a significance was observed between the first region and the second region in the spring ($p<0.05$). In the analyses made on plant samples taken from plains, a significance was determined between the first region and the second region in the summer season ($p<0.05$). As a result, the amount of fluor quantities calculated in analyses in water and plant samples remained between the standard values determined by TSE and Ministry of Health. The calculated results show that there is no risk of fluor toxicity in the area. However, since it is a volcanic area, possibility of contamination should be taken into account and regular controls should be done in terms of human and animal health.

Keywords: Plant, Çorum, Fluor, Kargı, Water.

*Sorumlu yazar: aertekin@omu.edu.tr

**Aynı isimli doktora tezinden özetlenmiştir.

Geliş Tarihi: 20/03/2017 Kabul Tarihi: 16/06/2017

1. Giriş

Yerleşim alanları 450 metreden 2000 metreye kadar değişen rakıma sahip Çorum Kargı ilçesi volkanik arazi özelliği gösterir [1].

Flor periyodik tabloda VII-A grubunda bulunan halojenler olarak bilinen beş kimyasal elementten biridir. Halojenlerin element olarak toksisiteyi tehlikeli düzeydedir, gaz halindeki florun solunum havasında % 0.1 konsantrasyonda bulunması bile birkaç dakikada öldürücü etki gösterirken flor anyon iyonlarında bu etki 5-10 g alınması halinde görülür [2].

Hidroflorik asit renksiz, fumige olabilen sıvı halinde veya kuvvetli irrite edici kokulu gaz halinde bulunur. Çok düşük konsantrasyonları bile göz, burun ve boğazda yanmaya neden olur. Flor iyonu doku derinliğinde dokuları tahrib edip penetre olarak sistemik toksisite ve hücresel yıkım meydana getirir. Sistemik olarak alındığında ölüme neden olabilir [3].

İnsan kanında 0.5 mg/L, kemiklerinde % 0.2–1.2 oranında flor bulunur. Ortalama 70 kiloluk bir insan vücudunda 3-6 g flor bulunur [4].

Flor normalde suda ve gıdalarda düşük konsantrasyonlarda bulunur. Taze su kaynakları genelde 0.01-0.3 ppm arasında flor içerir. Bazı bölgelerde flor düzeyi çok düşük olduğundan floru 0.7-1.2 ppm/L seviyesine getirmek için şebeke sularına flor ilaveleri yapılır [5].

Sodyum florid gibi flor içeren bileşikler dış çürümelerini önlemek için sistemik flor tedavisinde kullanılırlar [6]. Florun dış çürümelerine karşı alınması gereken miktarının 0.1 mg/kg olması gerektiği bildirilmiştir [7].

Alınan günlük flor miktarı maruz kalınan kaynaklara göre 0.46 ile 3.5-5.4 mg/gün arasında değişebilmektedir. Florun günlük maksimum güvenli tüketim dozu 10 mg/yetiştir [2].

Bir yetişkinin yaşı vücutta biriken flor oranını etkiler. Kemikler tarafından alınan ve vücutta biriken flor miktarı yaş ile ters orantılıdır. Genç kişilerin kemiklerinde daha fazla flor birikir [8].

WHO içme sularında bulunması gereken flor miktarını 0.5-1.5 ppm arasında [2], TSE [9] ve Sağlık Bakanlığı ise 1.5 ppm [10] düzeyinde tavsiye etmektedir.

Subtoksik dozda bir yıl kadar flor alınması kronik florozis tablosunu ortaya çıkarır [11]. Ratlarla ilgili yapılan bir çalışmada kronik florozisin karaciğer ve beyin nöronlarında apoptozis meydana getirdiği bildirilmiştir [12]. Fare ve ratlarda sodyum floridin malign kemik kanserine neden olabileceği yapılan bir çalışmada bildirilmiştir [7].

Bu çalışma Kargı ilçe merkezi ve köylerindeki içme suyu ve kaynak suları ile mera bitkilerinde mevsime bağlı flor düzeyi değişimlerini irdelemek amacıyla planlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Örneklerin Toplandığı Bölgeler

Örnekleri topladığımız bölge (Çorum-Kargı bölgesi) yaklaşık 1277 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Bu alan 1. bölge ve 2. bölge olmak üzere ikiye bölündü. Her bir bölge de kendi içinde ova ve yayla olarak ikiye ayrıldı. Ova ve yayladan örnekleme yapılacak yerler olarak yedi alan belirlendi. 1. bölgenin ova örnekleri Kargı merkez, Halılar, Oğuz, Beygircioğlu, Dereköy, Pelitçik ve Avşar köyü alanından, 1. bölge yayla örnekleri Başköy, Hacıveli, Akçataş, Gölet, Alioğlu, Kargı yaylası ve Yağcılar köyü civarlarından alınan örneklerden oluştu. 2. bölge ova örnekleri Karaboya, Karapürçek, Gökçedoğan, Maksutlu, Köprübaşı, Örencik ve Saraycık köyü alanından, 2. bölge yayla örnekleri Akkaya köyü, Gökçedoğan yaylası, Dereköy yaylası, Cihadiye, Abdullah, Güney köyü ve Günyazı köyü civarlarından alınan örneklerden oluştu. Kargı dağlık bir alan olduğu için örneklerin alınacağı bölgeler insan ve hayvan popülasyonuna, hayvanların daha yoğun otladığı meralara ve yükseltilerine göre belirlendi.

2.2. Su ve Bitki Örneklerinin Toplanması ve Saklanması

Sonbahar (Ekim 2015), Kış (Ocak 2016), İlkbahar (Nisan 2016) ve Yaz (Temmuz 2016) mevsimlerinde iki bölgeye ayrılmış olan ova ve yayladan 10 ml'lik polietilen tüplere her mevsim için 28 su ve 28 bitki örneği alındı. Tüm mevsimler toplamında 112 su ve 112 bitki örneği alındı. Örnekler Kargı merkezde şebeke suyundan diğer köylerde kaynak sularından toplandı. Su örnekleri flor analizleri yapılmaya kadar

buzdolabında +4 °C’de saklandı. Mera bitki örnekleri kurutulduktan sonra elektrikli el değirmeninde her bir örnek 30 g olacak şekilde öğütüldü, plastik poşetlerde analizleri yapılncaya kadar kuru ortamda oda sıcaklığında saklandı. Mera bitki örnekleri bitki çeşiti ayrımı yapılmadan hayvanların yoğun olarak otladığı yerlerden alındı.

2.3. Metot

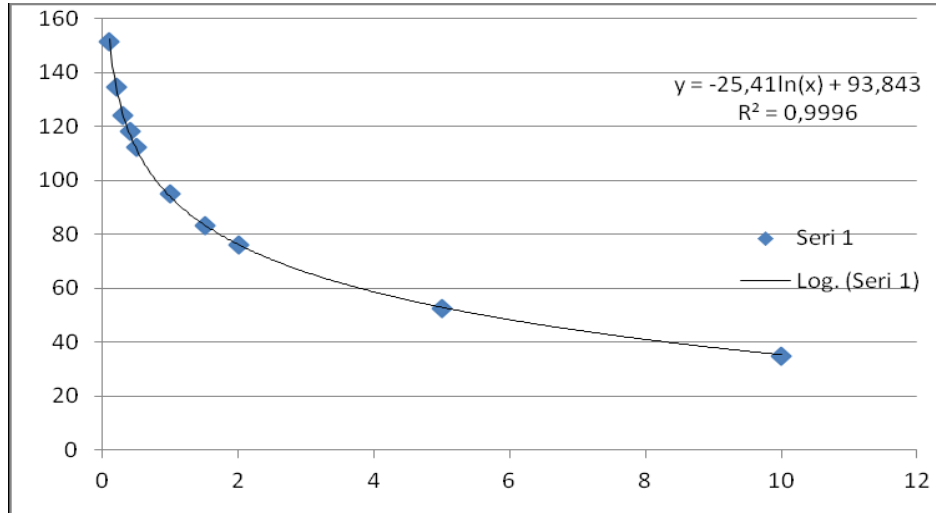
Flor elektrodunun kalibrasyonu için kullanılan 0.1 M NaF (Orion 940906) solüsyonu Thermo Scientific firmasından temin edildi. Kalibrasyonda 190, 19, 1.9 ve 0.19 ppm’lik NaF standartları kullanıldı. 190 ppm’lik standart için 0.1 M NaF’den 10 ml alındı, 19 ppm’lik standart için 1 ml, 1.9 ppm’lik standart için 0.1 ml alındı, 0.19 ppm’lik standart için 0.01 ml alındı ve hepsi distile su ile 100 ml’ye tamamlandı [13].

10 ml’lik polietilen tüplere alınan standart örnekleri vorteksle üç dakika boyunca karıştırıldı. Hemen sonrasında Orion 720A model potansiyometrede her bir standart ikişer defa okundu ve flor elektrodunun kalibrasyonu yapıldı. Tüm çalışma süresince elektrodun kalibrasyonu ölçüm öncesinde tekrar edildi [14].

2.4. Standart Eğrinin Oluşturulması

0.1 M NaF’den 5.26 ml alındı distile su ile 100 ml’ye tamamlandı, böylece 100 ml 100 ppm’lik stok flor standart solüsyonu hazırlanmış oldu.

100 ppm’lik flor solüsyonundan stok çözeltiler hazırlandı. Buna göre 0.1 ppm’lik stok flor solüsyonu hazırlamak için 100 ppm’lik flor solüsyonundan 0.2 ml alındı, üzerine 50 ml TISAB II (Total Ionic Strength Adjustment Buffer, Orion, 940909, Thermo Scientific firmasından temin edildi.) ilave edildi ve distile su ile 100 ml’ ye tamamlandı. 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 1, 1.5, 2.0, 5.0 ve 10.0 ppm’ lik stok örnekleri de benzer şekilde hazırlandı. Stoklar Kahraman ve ark., (14)’larının bildirdiği metoda göre çalışıldı, her bir örnek için ikişer defa okuma yapıldı. Veriler excel’de işlenerek standart eğri ve formülü oluşturuldu (Şekil 1). Tüm hesaplamalar standart eğriden oluşturulan formüle göre yapıldı.



Şekil 1. Flor stok solüsyonundan çıkartılan standart eğri

2.5. Su Flor Analizleri

+4 °C’de muhafaza edilen su örnekleri 5’şer ml’lik polietilen tüplere alındı. Örnekler Kahraman ve ark. [14]’larının bildirdiği metoda göre çalışıldı.

2.6. Bitki Flor Analizleri

Kurutulmuş ve iyice öğütülmüş bitki örneğindeki flor ölçümü Eyde [15]’nin metoduna göre yapıldı.

2.7. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler için SPSS 21.0 paket programı Independent-T Testi kullanıldı. Veriler ortalama±standart sapma olarak hesaplandı.

3. Bulgular ve Tartışma

Tablo 1. Çorum Kargı bölgesi ova su ve bitki örnekleri flor düzeyleri

Bölgeler	n	İlkbahar		Yaz		Sonbahar		Kış	
		Su	Bitki	Su	Bitki	Su	Bitki	Su	Bitki
1. Bölge	7	0.335	0.422	0.411	0.332	0.205	0.500	0.073	0.397
		±	±	±	±	±	±	±	±
		0.026	0.014	0.051	0.028 ^a	0.022	0.020	0.010 ^a	0.015
2. Bölge	7	0.302	0.482	0.372	0.435	0.202	0.451	0.038	0.431
		±	±	±	±	±	±	±	±
		0.046	0.025	0.033	0.028 ^a	0.018	0.065	0.009 ^a	0.027

Flor düzeyleri ppm olarak hesaplanmıştır. Veriler ortalama ±standart sapma olarak hesaplandı. 1. ve 2. bölge mevsimler arası istatistik analizleri (a p<0.05).

3.1. Ova Su ve Bitki Verileri İstatik Analizleri

1. bölge su örneklerinde ilkbahar yazda önem bulunmadı, ilkbahar ve sonbaharda (p<0.01), ilkbahar ve kışta (p<0.001), yaz ve sonbaharda (p<0.05), yaz ve kışta (p<0.01), sonbahar ve kışta (p<0.001) istatistik önem bulundu. 1. bölge bitki örneklerinde ilkbahar yazda (p<0.05) ve ilkbahar sonbaharda (p<0.01) anlam gözlemlendi, ilkbahar kışta bir anlam gözlenmedi. Yaz sonbahar (p<0.01) ve sonbahar kışta (p<0.001) değişimler anlamlı iken yaz kış mevsiminde bir anlam saptanmadı.

2. bölge su flor miktarlarında ilkbahar yaz ve ilkbahar sonbaharda (p<0.01), ilkbahar ve kışta (p<0.001), yaz sonbahar, yaz kış ve sonbahar kışta (p<0.001) istatistik önem bulundu, 2. bölge bitki flor düzeylerinde istatistik bir önem bulunamadı.

Tablo 2. Çorum Kargı bölgesi yayla su ve bitki örnekleri flor düzeyleri

Bölgeler	n	İlkbahar		Yaz		Sonbahar		Kış	
		Su	Bitki	Su	Bitki	Su	Bitki	Su	Bitki
1. Bölge	7	0.394	0.454	0.405	0.427	0.214	0.474	0.068	0.430
		±	±	±	±	±	±	±	±
		0.020 ^a	0.024	0.020	0.010	0.010	0.030	0.004	0.010
2. Bölge	7	0.324	0.472	0.387	0.435	0.200	0.521	0.052	0.457
		±	±	±	±	±	±	±	±
		0.014 ^a	0.021	0.023	0.017	0.020	0.042	0.016	0.024

Flor düzeyleri ppm olarak hesaplanmıştır. Veriler ortalama±standart sapma olarak hesaplandı. 1. ve 2. bölge mevsimler arası istatistik analizleri (a p<0.05).

3.2. Yayla Su ve Bitki Sonuçları İstatistik Analizleri

1. bölge su örneklerinde ilkbahar yazdaki değişimler istatistik bir anlam ifade etmezken ilkbahar sonbahar ve ilkbahar kışta ($p<0.001$) bir önem gözlemlendi. Yaz sonbahar, yaz kış ve sonbahar kışta $p<0.001$ düzeyinde bir anlam bulundu. 1. bölge bitki örneklerinde istatistik bir önem gözlemlenmedi.

2. bölge su örneklerinde ilkbahar yaz ve ilkbahar sonbaharda ($p<0.01$), ilkbahar kışta ($p<0.001$), yaz sonbaharda ($p<0.001$) ve yaz kışta $p<0.01$ kadar anlam belirlendi. 2. bölge bitki örneklerinde ise ilkbahar yaz ($p<0.05$) hariç diğer tüm ölçümler istatistik açıdan bir anlam ifade etmedi.

3.3. 1. ve 2. Bölge Mevsimler Arası Su Örnekleri İstatistik Analizleri

1. bölge ilkbahar 2. bölge ilkbahar, 1. bölge yaz 2. bölge yaz, 1. bölge sonbahar 2. bölge sonbahar mevsimleri arasında ova su örneklerinde istatistik açıdan bir önem gözlemlenmedi. Sadece kış mevsiminde $p<0.05$ kadar bir önem gözlemlendi.

Yaylalardan alınan su örneklerinde yapılan ölçümlerde sadece 1. bölge ile 2. bölge ilkbahar mevsimlerinde $p<0.05$ kadar bir önem saptandı diğer mevsimler istatistik bir anlam ifade etmedi.

3.4. 1. ve 2. Bölge Mevsimler Arası Bitki Örnekleri İstatistik Analizleri

1. ve 2. bölge ova bitki örneklerinde 1. bölge yaz 2. bölge yaz mevsimleri ($p<0.05$) hariç diğer mevsimlerde istatistik bir önem bulunmadı. Yayla bitki örnekleri tüm mevsimlerde istatistik bir önem göstermedi.

Kalsiyum florür, kalsiyum florofosfat, sodyum floroborat, aliminyum florür, sodyum florür gibi flor bileşikleri atmosferde, bitkisel ve hayvansal dokularda, su ve toprakta çeşitli yoğunluklarda bulunur. Volkanik bölgelerdeki su kaynakları yüksek oranda flor içerir. Flor endüstriyel sanayi bölgeleri ve kömür madenlerinin bulunduğu yerlerde de yoğun miktarlarda bulunur [11].

Türkiye’de dahil olmak üzere pek çok ülkede içme suyuyla bağlantılı olarak endemik kronik florozis vakaları görülmektedir [16]. Güney Afrika, Sudan, Etiyopya, Uganda, Kenya, Tanzanya endemik florozisin önemli sağlık problemi olduğu ülkelerdendir. Türkiye’de ise sıklıkla Isparta, Ağrı (Doğubayazıt), Kırşehir (Kaman ve Kırkpınar), Nevşehir (Ürgüp, Avanos ve Hacıbektaş), Kayseri (İncesu), Eskişehir (Beylikahır) ve Uşak (Eşme)’ta görülür [17].

Toprak kompozisyonu volkanik arazi yapısı, fosfat taşları, flor rezervleri, tarımda kullanılan fosfatlı gübreler, insektisitler ve flor içeren antelmentikler de çevresel florozise sebep olan faktörlerden sayılabilir [18].

İnsanlar için günlük 1.5-4.0 mg flor alınması önerilmektedir. Bu miktar gıdalar, diş ve ağız bakım ürünleriyle alınabildiği gibi içme suyu ile de alınabilir [19].

Kronik florozisin makroskobik klinik belirtileri 10 ppm’den fazla flor içeren suların uzun süre içilmesi halinde ortaya çıkar. Bu belirtiler dişlerde lekeler, aşınma yumuşama oynama düşme, horizontal sarı kahverengi çizgiler, tekrarlayan topallıklar, artroz, ömür kısalması, deride sertleşme, kılırlarda kabalaşma, uterus kanaması, gebelik ve doğum bozuklukları, kollajen parçalanması, nörolojik dejenerasyonlar, mental gerilik, kromozom değişiklikleri ve inatçı ishal olarak sıralanabilir. Bu semptomların seyri maruz kalınan flor miktarına, sindirim süresine, flor alımında zamana ve mevsime bağlı dalgalanmalara, alınan flor bileşiğinin kimyasal yapısına, eriyebilirliğine, canlının yaşına ve beslenme durumuna ve diğer biyolojik bireysel farklılıklara bağlı olarak değişir [20].

Vücuda alınan flor, karaciğer, böbrek üstü bezi, kalp kası ve sinir dokuları üzerine de dejeneratif etki yapmakta ayrıca tiroit bezi yetersizlikleri ile anemi belirtilerinin de ortaya çıkmasına sebep olabilmektedir [21]. Endemik florozisli alanlarda yapılan bir çalışmada insanların aldığı toplam florun %70’inin gıda ve çay kökenli olduğu bildirilmiştir [22]. Sulardaki florun insan sağlığı üzerindeki etkisi alınan flor miktarına göre değişmektedir. 1-3 mg/L florun dişlerde solma, beneklenme ve çürüme, 3-4 mg/L florun kemik ve eklemlerde sertlik ve kırılabilirlik, 4-6 mg/L ve üzeri florun ise diz ve kalçalarda deformite, felç ve topallık meydana getirdiği bildirilmiştir [23].

Çorum Kargı ovaları su örneklerinde, 1. bölgede en yüksek flor düzeyi yaz mevsiminde (0.411 ± 0.051 ppm), en düşük flor düzeyi kış mevsiminde (0.073 ± 0.010 ppm) gözlemlendi. 2. bölge en yüksek miktar ilkbaharda (0.372 ± 0.033 ppm) en düşük miktar ise kış mevsiminde (0.038 ± 0.009 ppm) saptandı.

Kargı yöresi 1. bölge yayla en yüksek flor düzeyi yaz mevsiminde (0.405 ± 0.020 ppm), en düşük flor düzeyi kış mevsiminde (0.068 ± 0.004 ppm), 2. bölge en yüksek ve en düşük flor miktarı yaz ve kışta (sırasıyla 0.387 ± 0.023 , 0.052 ± 0.016 ppm) ölçüldü.

Bölgelerden alınan su örneklerinde hesaplanan miktarlar TSE ve Sağlık Bakanlığı tarafından belirlenen sınır değerler arasında kalmıştır. Tespit edilen bu sonuçlar bölgede flor toksikasyonu riskinin şu an için olmadığını göstermektedir.

Tuluk ve ark. [24]'ları Erzurum şehir merkezi içme sularında yaptıkları bir çalışmada, şebeke suyu flor düzeylerini $0.12-0.19$ mg/L olarak tespit etmişlerdir. Bulmuş oldukları bu değerler Kargı (kış mevsimi hariç) flor miktarlarından daha düşük düzeydedir.

İstanbul (Anadolu yakası) halkının içme ve kullanma suyu olarak kullandıkları 10 bölgeden alınan kaynak sularında bir yıllık periyotta ölçülen flor düzeyleri $0.01-0.46$ mg/L seviyelerinde bulunmuştur. Bizim çalışmamızda sonuçlar $0.02-0.41$ ppm arasında değişmektedir, geneline baktığımızda Kargı flor düzeyleri ile benzerlik göstermektedir [25].

Yine benzer şekilde Van Erciş'te 18 bölgeden alınan içme sularında flor düzeyleri 0.58 ± 0.07 mg/L aralığında tespit edilmiştir. Bölgedeki flor düzeyleri Kargı bölgesinden daha yüksek çıkmıştır [26].

Yılmaz ve ark. [27] 2014 yılı Düzce ili Konuralp beldesi içme sularında yaptıkları bir çalışmada flor düzeylerini 0.1 mg/L, 2011 yılı Isparta ili içme sularında yapılan bir başka çalışmada [28] flor düzeyleri $0.13-1.70$ mg/L arasında, yine 2011'de yapılan bir çalışmada [14] Bitlis ili merkez ve ilçelerinde flor düzeyleri $0.02-0.77$ ppm aralığında saptanmıştır. Çalışmamızdaki sonuçlarla karşılaştırdığımızda Düzce ili flor miktarları daha düşük, Isparta ili tamamında Bitlis ili ise genelinde daha yüksek oranlarda bulunmuştur.

Florun sodyum florid formunda günlük olarak $0.5-1.7$ mg/kg kadar alınması büyümekte olan hayvanlarda genel sağlığı etkilemeksizin diş lezyonları meydana getirebilmektedir. Yetişkin hayvanlarda ise bu miktarın iki katı kadar bile olsa hastalık belirtileri görülmemektedir. Florun plazmada kalsiyumu kalsiyum florid şeklinde bağlaması hayvanlarda tetani, aşırı duyarlılık gibi sinirsel semptomların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ayrıca kanda pıhtılaşma bozukluğu ortaya çıkmakta ve kısa sürede ölüm şekillenmektedir. Flor gazlarının inhalasyonu, şiddetli bronkospazm veya akciğer ödemiyle sonuçlanabilmektedir [29]. Ayrıca, flor reabsorpsiyonu böbrek tübül sıvı pH'sı ile de ilişkilidir. Asidozun florid retensiyonuna, alkalozun ise florid reabsorpsiyonunun azalmasına neden olduğu bildirilmektedir [30]. Florun sodyum florid formu ameloblastlar, odontoblastlar, sementoblastlar, sementositler, osteoblastlar ve osteositler için toksiktir [31]. Diş florozisi, ameloblastlarda mine formasyonunun zarar görmesi sonucu ortaya çıkan bir tür mine hipoplazisidir [32].

Uzun süre flor alınmasına bağlı olarak iskelet yapısında artan flor, hayvanda görülebilecek olası yan etkilere ve kemik morfolojisindeki değişikliklere kısa sürede neden olmayabilir. Bazı otoburlarda, bir veya daha uzun yıllar her gün toksik dozda flor almalarına rağmen, genel toksik etkiler göstermeyerek gizli bir seyir izleyebilmektedir. Çünkü flor iskelette yavaş yavaş birikmekte ve giderek artmakta, ancak doyum noktasına ulaşıp immobilizasyon kapasitesini aştıktan sonra serbest hale geçerek genel toksik etkiler ortaya çıkarmaktadır [33].

Akut flor zehirlenmelerinde damar içi kalsiyum infüzyonları ile iyi sonuçlar elde edilebildiği bildirilmiştir. Yapılan bir çalışmada 38 hafta süreyle 4 ppm/gün sodyum florid verilerek florozis oluşturulan Tuj ırkı koyunlarda dişlerde enine çizgili lekeler ve canlı ağırlık azalışı olduğu görülmüştür [34].

Kargı yöresi ova bitki örneklerinde en yüksek flor düzeyi 1. bölgede sonbaharda (0.500 ± 0.020 ppm), en düşük düzey yazda (0.332 ± 0.028 ppm), 2. bölge en yüksek flor seviyesi ilkbaharda (0.482 ± 0.025 ppm), en düşük flor seviyesi kışta (0.431 ± 0.027 ppm) ölçüldü.

Yayla mera bitki örneklerinde 1. ve 2. bölge en yüksek flor miktarı sonbaharda (sırasıyla 0.474 ± 0.030 , 0.521 ± 0.042 ppm), her iki bölgede en düşük miktar yazda (sırasıyla 0.427 ± 0.010 , 0.435 ± 0.017 ppm) saptandı.

Ova ve yayla su örneklerinde olduğu gibi bitki örneklerinde de hesaplanan flor miktarları TSE ve Sağlık Bakanlığı tarafından belirlenen sınır değerler arasında kalmıştır.

4. Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, hem su ve hem de bitki örneklerinde ölçülen flor miktarları TSE ve Sağlık Bakanlığı tarafından belirtilen sınır değerleri arasında kalmıştır. Tespit edilen bu sonuçlar bölgede flor toksikasyonu riskinin şu an için mevcut olmadığını göstermektedir. Bununla beraber bölgenin volkanik özellik göstermesi nedeniyle yetkili kurumlarca düzenli olarak flor ölçümleri yapılmasının uygun olacağı kanaatindeyiz.

Teşekkür

Bu araştırma VET-1904.15.011 no'lu proje ile Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı'nca desteklenmiştir.

Kaynaklar

1. Tüysüz O. 1985. Kargı Masifi ve Dolayındaki Tektonik Birliklerin Ayırıcı ve Araştırılması. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Türkiye.
2. Fawell J., Bailey K., Chilton J., Dahi E., Fewtrell L., Magara Y. 2006. *Fluoride in Drinking Water*. IWA Publishing, London.
3. Blodgett D.W., Suruda A.J., Crouch B.I. 2001. Fatal Unintentional Occupational Poisonings by Hydrofluoric Acid in the U.S., *American Journal of Industrial Medicine*, 40 (2): 215-220.
4. Emsley J. 2011. *Nature's Building Blocks: An A-Z Guide to the Elements* (2nd ed.). Oxford University Press, Oxford.
5. Liteplo D.R., Gomes R., Howe P., Malcolm H. 2002. *Fluorides-Environmental Health Criteria*. 227: 1st draft., World Health Organization, Geneva.
6. McDonagh M.S., Whiting P.F., Wilson P.M., Sutton A.J., Chestnutt I., Cooper J., Misso K., Bradley M., Treasure E., Kleijnen J. 2000. Systematic Review of Water Fluoridation, *British Medical Journal*, 321 (7265): 855-859.
7. Hirzy B. 1999. Why Epa's Headquarters Union of Scientists Opposes Floridation, *Fluoride*, 32 (3): 179-186.
8. Levy S.M. 1994. Review of Fluoride Exposures and Ingestion, *Community Dent. Oral Epidemiol.*, 22: 173-175.
9. Türk Standartları Enstitüsü. Nisan 2005. Sular - İnsani Tüketim Amaçlı Sular. TS 266.
10. Sağlık Bakanlığı. 2006. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. Resmi Gazete, Sayı: 26290, Tarih, 15.09.2006.
11. Küçükırmak G. 2007. Florun Fizyolojik Toksikolojik Karakteristikleri. Ege Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, İzmir.
12. Kennedy D.C. 1999. Pan-Asia-Pasific Conference on Fluoride and Arsenic Research, *Fluoride*, 32 (4): 251-254.
13. Thermo Scientific. 2016. *Fluoride Ion Selective Electrode User Guide*. USA: Thermo Fisher Scientific, 16-17.

14. Kahraman T., Alemdar S., Alisharlı M., Ağaoğlu, S. 2011. Fluoride Levels of Drinking Water in Bitlis Province (Turkey), Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg., 17 (5): 825-829.
15. Eyde B. 1982. Determination of Fluoride in Plant Material with a Ione-selective Electrode, Fresenius Z. Anal. Chem., 311: 19-22.
16. Finkelman R., Centeno J., Selinus O. 2007. Medical Geology: The Emergence of a New Discipline, Terra, 2 (1-2): 3-8.
17. Oruç N. 2005. Türkiye’de Yüksek Düzeyde Florür İçeren Kaynak Suları ve Sağlık Açısından Önemi, I. Tıbbi Jeoloji Sempozyumu, pp48-51, 1-3 Aralık, Ankara.
18. Fidancı U.R., Sel T. 2001. The Industrial Fluorosis Caused by a Coal-burning Power Station and Its Effects on Sheep, Turk J. Vet. Anim. Sci., 25: 735-741.
19. Baysal A. 1999. *Beslenme*. 8. Baskı, Hatiboğlu, Ankara.
20. Bayşu N. 2008. *Biyokimya*. Güneş Tıp Kitapevleri, Ankara.
21. Aytağ C.N., Alaçam E., Görgül S., Gökçen H., Tuncer S.D., Yılmaz K. 1991. *Sığır Hastalıkları*. Tüm. Vet. Hayv. Hiz. San. Tic. Ltd. Sti, Yayın No: 3, 457-460, İstanbul.
22. Han Y.Z., Zhang J.Q., Liu X.Y., Zhang L.Z., Yu X.H., Dai J.A. 1995. High Fluoride Content of Food and Endemic Fluorosis, *Fluoride*, 24 (4): 201-202.
23. Maheshwari R.C. 2006. Fluoride in Drinking Water and Its Removal Meenakshi, J. Haz. Mat. B., 137: 456-463.
24. Tuluk B., Orhan F.K., Kaşali K. 2017. Erzurum İli Şebeke Sularının Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kaliteleri Üzerine Bir Araştırma, J. Turgut Ozal Med. Cent., 24 (1): 25-30.
25. Gültekin S., Sesal C., Kayhan F.E. 2016. İstanbul İli Anadolu Yakası Doğal Kaynak Sularının Kimyasal Analizlerinin Değerlendirilmesi, *Marmara Fen Bil. Derg.*, 4: 132-140.
26. Atıcı A.A., Gültekin A., Şen F., Elp M. 2016. Erciş (Van) İlçesi İçme Sularının Su Kalitesi Özellikleri, *YYÜ Tar. Bil. Derg.*, 26 (4): 517-528.
27. Yılmaz M., Kara İ.H., Poyraz B., Senih A. 2014. Mayda Konuralp Beldesinde İçme Sularının Elementer Analizi ve İçerdiği Ağır Metaller: Şebeke Suyu, Doğal Kaynak Suyu ve Zemzem Suyunun Karşılaştırılması, *Konuralp Tıp Dergisi*, 6 (3): 54-58.
28. Altinkale Demer S., Memiş Ü. 2011. Isparta İl Merkezinde İçme Sularının Farklı Florür İçeriklerinin İncelenmesi, *Ekoloji*, 20 (79): 77-82.
29. Blood D.C., Radostits O.M., Henderson J.A. 1983. *Fluorine Poisoning*. London: Veterinary Medicine, 1107-1111.
30. Schiffli H., Binswanger U. 1982. Renal Handling of Fluoride in Healthy Man, *Renal Physiol.*, 5: 192-196.
31. Krook L., Maylin G.A., Lillie J.H., Wallace R.S. 1983. Dental Fluorosis in Cattle, *Cornell Vet.*, 73: 340-362.
32. Aras S., Tunç E.S., Saroglu I., Küçükesmen Ç. 2005. Florozis Tanısında Hasta Hikayesinin Önemi (vaka nedeniyle), *A.Ü. Dis Hek. Fak. Der.*, 32 (1): 71-78.
33. Kaya S., Şanlı Y., Pirinççi İ., Yavuz H., Baydan E., Demet Ö., Bilgili A. 1995. *Veteriner Klinik Toksikoloji*. Ankara: Medisan Yayınevi, 80-85.
34. Çenesiz S. 2003. Deneysel Kronik Flozis Oluşturulmuş Tuj Irkı Koyunlarda Eritrosit, SOD, CAT ve GSH-Px Aktivitelerinin Araştırılması. Kafkas Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Kars.

BEU FEN BİLİMLERİ DERGİSİ

YAZIM KURALLARI

İLK SUNUŞ FORMATI

Makaleler elektronik ortamda Word dosyası olarak ve ayrıca mümkünse pdf formatında sunulmalıdır. Makale, A4 kâğıda, 11 punto büyüklüğündeki Times New Roman fontuyla, tüm kenarlardan 2,5 cm boşluk bırakılarak, tek satır aralıklı olarak yazılmalıdır. Makaleler 20 sayfayı geçmeyecek şekilde yazılmalı ve online olarak <http://dergipark.gov.tr/bitlisfen> adresinden gönderilmelidir. Makaleler aşağıda verilen düzene ve kurallara göre yazılmalıdır.

Makalenin ana bölümleri Giriş, Materyal ve Metot, Bulgular ve Tartışma, Sonuç ve Kaynaklardan oluşur.

Benzerlik Oranı: Gönderilen makalelerin benzerlik oranı %25'i geçmemelidir.

Makale Dili: Türkçe veya İngilizce'dir.

Başlık: İçeriğe uygun, kısa ve anlaşılır olmalıdır. Türkçe ve İngilizce başlıklar Times New Roman, 14 punto, kalın (**bold**), ilk harfleri büyük ve ortalanarak yazılmalıdır.

Yazar isimleri ve adresleri: Başlığın altındaki yazar isimleri kısaltmasız, ilk harf büyük ve soyadı büyük harflerle, 12 punto, ortalı olarak yazılmalıdır. Yazar isimlerinden sonra virgül ve adres belirtmek için üst simge olarak rakam kullanılmalıdır (1, 2, 3, gibi). Sorumlu yazar isminde mutlaka üst simge yıldız sembolü olmalıdır (*). Yazarların tam adresleri isimlerinin hemen alt kısmına küçük harflerle, ortalı ve italik yazılmalı, sorumlu yazarın e-mail adresi ilk sayfanın sol alt köşesinde (*) sembolü ile belirtilmelidir.

Özet ve Anahtar kelimeler (Summary ve Keywords): Makalede Türkçe ve İngilizce özet olmalı ve her biri 250 kelimeyi geçmeyecek şekilde 10 punto olarak yazılmalıdır. Özet ve Abstract kelimeleri kalın (**bold**), küçük harflerle, metne bağlı 10 punto olarak yazılmalıdır. Her iki özeti hemen altında en fazla 6 kelimedenden oluşan Anahtar Kelimeler ve Keywords yazılmalıdır.

Ana Metin: Makaledeki ana başlıklar ve varsa alt başlıklar anlaşılır ve numaralı olmalıdır. Tüm ana metin başlıkları sola yanaşık, İlk harfleri büyük diğerleri küçük harflerle, 11 punto ve kalın karakter olmalıdır. Alt başlıklar 11 punto yazılmalıdır. Metin; iki yana yaslı, paragraflar arası satır boşluğu kullanılmamalı, alt başlıklardan hemen sonraki ilk paragrafta girinti olmamalıdır.

Giriş: Konu hakkında kısa bir literatür bilgisi vermeli, sonunda çalışmanın amacı kısaca belirtilmelidir.

Materyal ve Metot: Detaylı ve açıklayıcı bir biçimde verilmelidir.

Bulgular ve Tartışma: Bu bölümde elde edilen sonuçlara yer verilmeli, sonuçlar gerekirse şekil ve tablolarla da desteklenmelidir. Elde edilen bulgular ilgili literatürlerle karşılaştırılmalıdır.

Sonuç ve Öneriler: Sonuçlar gereksiz tekrarlardan kaçınılarak mutlaka yorumlanmalıdır. Sonuçların başka araştırmalarla benzerlik ve farklılıkları verilmeli, bunların olası nedenleri tartışılmalıdır.

Teşekkür: Gerek görüldüğü takdirde ya da proje vs. kapsamında bir çalışma ise; çalışmada yardımcıları olan kişi(ler), kurum ve kuruluşlara yardım ve desteklerinden dolayı teşekkür edilmelidir.

Kaynaklar: Kaynakların metin içinde gösterimi numara sırasına göre olmalıdır ([1], [2] v.b.). Makale içinde verilen her kaynak, makalenin Kaynaklar kısmında mutlaka yer almalıdır. Kaynaklar makale sonunda numara sırasına göre verilmelidir. Kaynakların makale sonundaki gösterimi aşağıdaki örneklerdeki gibi olmalıdır.

Kaynak bir makale ise;

1. Doğru M., Baykara O., Canbazoglu C., Kulaheo F. 2003. Determination of the Radioactivity Levels in Underground Water on Some Active Fault Zone of East Anatolian, Balkan Physics Letters, 11 (1): 5-8.
2. Aydın M.C. 2005. Keban Barajına Giren Akımların Modellenmesi, İMO Teknik Dergi, 16: 3561-3579.
3. Kurşat M., Emre İ., Yılmaz Ö., Erecevit P. 2011. Antioxidant and antimicrobial activity in the seeds of *Origanum vulgare* L. subsp. *gracile* (C. Koch) Ietswaart and *Origanum acutidens* (Hand.-Mazz.) Ietswaart from Turkey, Grasas y aceites, 62 (4): 410-417.

Kaynak bir kitap ise;

1. Chapra C.S., Canale R.P. 2003. *Yazılım ve Programlama Uygulamalarıyla Mühendisler için Sayısal Yöntemler*, Literatür Yayınları, 1004s. İstanbul.
2. Demirsoy A. 1999. *Genel ve Türkiye Zoocoğrafyası "Hayvan Coğrafyası"*. Meteksan Yayınları, 965s. Ankara.

Kitap bölümü ise;

1. Cullen J. 1975. *Artemisia L.* in *Flora of Turkey and East Aegean Islands*, Edited by Davis PH, Vol.5, Edinburgh: Edinburgh Univ Press, 311-324.
2. Cassidy J., Elder R. 1984. Spillways of high dams, in *Developments in Hydraulic Engineering 2*, Edited by Novak P., Applied Science Publishers Ltd. Essex, UK, 153-173.

Kaynak sempozyum ise;

1. Aydın M.C., Aydın S., Durukan T. 2011. Glazov Yaklaşımı ile Dolusavak Havalandırıcı Tasarımı, V. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, pp1-13, 12-16 Eylül, İstanbul.
2. Tabur M.A., Uzun A., Ayvaz Y. 2004. Why is White-headed Duck Wintering in Lake Burdur (Turkey) decreasing? 1st International Eurasian Ornithology Congress 8-11 April , Abstract Book, 63s. Antalya.

Web adresi;**İnternet kaynağın yazar ismi ve tarihi biliniyorsa;**

1. Şenel F. 2006. Kırım-Kongo Kanamalı Ateşi. <http://www.biltek.tubitak.gov.tr/pdf/kene>. (Erişim Tarihi: 21.01.2007).

Yazar ve tarih isimleri bilinmiyorsa;

1. Biyolojik çeşitlilik 2005. Türkiye'nin Biyolojik Çeşitliliği. <http://www.bcs.gov.tr/1.4.php> (Erişim tarihi: 15.01.2007).

Kaynak Tez ise;

1. Kurşat M. 2010. Türkiye'de Yetişen *Artemisia L. (Asteraceae)* Taksonlarının Taksonomik Revizyonu. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 348s, Elazığ.

Kaynak Anonim ise;

1. Anonim, 1990. Sulak Alanların Korunması. Doğal Hayatı Koruma Derneği, 93s. İstanbul.

Şekil ve Tablolar: Fotoğraf, resim, çizim ve grafik gibi göstermeler şekil olarak verilmelidir. Resim, şekil ve grafikler net ve ofset baskı tekniğine uygun olmalıdır. Şekiller (Renkli ve siyah-beyaz fotoğraflar, siyah-beyaz çizimler, haritalar) metin içerisinde verilmelidir. Şekiller 16x20 cm den büyük olmamalıdır. Resim ve fotoğraflar en az 600 dpi çözünürlükte olmalıdır. Tüm tablo ve şekiller makale boyunca sırayla numaralandırılmalı (Tablo 1., Şekil 1.), başlık ve açıklamalar içermelidir. Açıklamaların sonunda nokta veya virgül konulmamalıdır. Tablo başlıkları tablonun üstünde, şekil başlıkları ise şekil altında ortalı ve 10 punto olmalıdır.

Birim Sistemi: Makalelerde kullanılan birim sistemleri SI birim sistemlerine uyumlu olmalıdır.

Yayına Kabul Edilen Makalelerin Son Düzeltmelerindeki Dikkat Edilecek Hususlar

Tüm kenar boşlukları (sağ, sol, üst ve alt) 2,5 cm ve satır aralığı tek olmalı,

- Özetler 10 punto, ana metin 11 punto olmalı,
- Makale başlıkları (Türkçe – İngilizce) 14 punto, kalın yalnızca ilk harfler büyük,
- Metin ana başlıkları 11 punto, kalın yalnız ilk harfler büyük,
- Alt başlıklar 11 punto, kalın ve sadece ilk harfi büyük olmalıdır.

Makaleler yayımlandıktan sonra, sorumlu yazarlara PDF formatında makaleleri gönderilecektir.

BEU JOURNAL OF SCIENCE

Manuscript Preparation

Format of First Submission

Manuscripts should be submitted digitally as both MS Word and PDF files. Files should be prepared by using A4 paper size with 2.5 cm margin from all sides, in 11 font size and Times New Roman font with single space. Manuscripts should not exceed 20 pages and should be submitted via <http://dergipark.gov.tr/bitlisfen> web site. Manuscripts should be written according to following rules and structure.

Main sections of the article are Introduction, Material and Methods, Results and Discussion, and References. An Acknowledgement section can be included before References.

Similarity Ratio: The similarity rate of submitted articles should not exceed 25%.

Manuscript Language: Turkish or English.

Title: It should a concise and clear phrase describing the content of the text. Both Turkish and English titles should be centered and bold in Times New Roman with 14 font size and First Letters Should Be Capitalized.

Author Names and Addresses: Full names of all authors are given below the title. Surnames (Family Names) and first letters of the Given Names should be capitalized with 12 font size as centered. Author names are separated by coma. Superscript Arabic letters (¹, ², ³, ect.) should be used to indicate addresses. Corresponding author should be indicated with an asterisk (*). Full addresses of the authors should be written with lower case italic letter and be centered immediately after author names. E-mail address of the corresponding author should be given lower left corner of the first page, leading with an asterisk (*).

Abstract and Key Words: All manuscript should include Turkish and English abstracts and each abstract should be written in 10 font size without exceeding 250 words. The words “**Özet**” and “**Abstract**” should be written with capitalized first letters in 10 font size. Özet and Abstract should be followed by “Anahtar Kelimeler” and “Keywords” including no more than 6 words, respectively.

Main Text: Titles of main sections and subsections should be comprehensible and numbered. All main section titles should be left aligned, bold, and in 11 font size with capitalized first letters. Subsection titles should be in 11 font size. The text should be justified. There should be no space between paragraphs. Paragraphs following a title should not have first-line indent.

Introduction: A brief summary of the subject and the current literature should be given. The aim of the study should be briefly stated at the end.

Material and Method: It should be given in detail and clearly.

Results and Discussion: The results should be presented in a comprehensible manner which may include figures and tables. Presented results should be compared with the literature.

Conclusion: The results should be interpreted in avoiding unnecessary repetitions. It should be stated and discussed with its possible reasons if the results comply with previous studies or not.

Acknowledgement: If appropriate, acknowledgements to sponsor(s) and assisting individual(s) should be given.

References: References should be cited in text according to order of appetences with Arabic numbers in square brackets (e.g. [1], [2], ect.). All references cited in the text should be listed in References and vice versa. Journal names should not be abbreviated in the References. References should be listed according to numeric order at the end of the article. References should be written according to following examples.

Article:

1. Dogru M., Baykara O., Canbazoglu C., Kùlahcõ F. 2003. Determination of the Radioactivity Levels in Underground Water on Some Active Fault Zone of East Anatolian, Balkan Physics Letters, 11 (1): 5-8.
2. Aydin M.C. 2005. Keban Barajina Giren Akimlarin Modellenmesi, IMO Teknik Dergi, 16: 3561-3579.
3. Kursat M., Emre I., Yilmaz Ö., Erecevit P. 2011. Antioxidant and antimicrobial activity in the seeds of *Origanum vulgare* L. subsp. *gracile* (C. Koch) Ietswaart and *Origanum acutidens* (Hand.-Mazz.) Ietswaart from Turkey, Grasas y aceites, 62 (4): 410-417.

Book:

1. Chapra C.S., Canale R.P. 2003. *Yazilim ve Programlama Uygulamalariyla Mühendisler için Sayisal Yöntemler*, Literatür Yayinlari, 1004s. Istanbul.
2. Demirsoy A. 1999. *Genel ve Türkiye Zoocografyasi "Hayvan Cografyasi"*. Meteksan Yayinlari, 965s. Ankara.

Book Chapter:

1. Cullen J. 1975. *Artemisia L. in Flora of Turkey and East Aegean Islands*, Edited by Davis PH, Vol.5, Edinburgh: Edinburgh Univ Press, 311-324.
2. Cassidy J., Elder R. 1984. Spillways of high dams, in *Developments in Hydraulic Engineering 2*, Edited by Novak P., Applied Science Publishers Ltd. Essex, UK, 153-173.

Symposium Proceeding:

1. Aydın M.C., Aydın S., Durukan T. 2011. Glazov Yaklasimi ile Dolusavak Havalandirici Tasarimi, V. Ulusal Su Mühendisligi Sempozyumu, pp1-13, 12-16 Eylül, Istanbul.
2. Tabur M.A., Uzun A., Ayvaz Y. 2004. Why is White-headed Duck Wintering in Lake Burdur (Turkey) decreasing? 1st International Eurasian Ornithology Congress 8-11 April , Abstract Book, 63s. Antalya.

Web sites:**If the author name and date are known:**

1. Senel F. 2006. Kirim-Kongo Kanamali Atesi. <http://www.biltek.tubitak.gov.tr/pdf/kene>. (Access Date: 21.01.2007).

If the author name and date are unknown:

1. Biyolojik çeşitlilik 2005. Türkiye'nin Biyolojik Çeşitliliği. <http://www.bcs.gov.tr/1.4.php> (Access Date: 15.01.2007).

Thesis:

1. Kursat M. 2010. Türkiye'de Yetisen *Artemisia L. (Asteraceae)* Taksonlarinin Taksonomik Revizyonu. Firat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, PhD Thesis, 348s, Elazig.

Ananimous:

1. Anonymous, 1990. Sulak Alanlarin Korunmasi. Dogal Hayati Koruma Dernegi, 93s. Istanbul.

Figures and Tables: Images like photos, pictures, drawings, and graphs should be given as figures. Figures should be clear and appropriate for press. All figures should be given within the text. Figures should not exceed the size of 16x20 cm. Pixel based figures should be minimum of 600 dpi. All tables and figures should be numbered (e.g. Table 1, Figure 1), and should include a title and legend. There should be no period or comma after the legend. The titles should be centered and in 10 font size. Tables and figure titles should be placed above the table and below the figure, respectively.

Units: All units should be given according to SI (International System of Units).

Final Check List For Articles Accepted For Publication

- All margins are 2.5 cm.
- Paragraphs are single spaced.
- Article titles (Turkish and English) are bold and in 14 font size with capitalized first letters.
- Main section titles are bold and in 11 font size with capitalized first letters.
- Subsection titles are bold and in 11 font size and only the first letter of the first word is capitalized.

After publication, PDF version of the article will be sent to only the corresponding author.

BEU
FEN BİLİMLERİ DERGİSİ
YAYIN İLKELERİ

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 İngilizce'dir. Makalelerin benzerlik oranı %25'i geçmemelidir. Yazım kurallarına uymayan makaleler, hakemlere gönderilmeden önce düzeltilmek üzere yazara geri gönderilir. Bu nedenle, derginin yazım kuralları dikkate alınmalıdır. Makaleler şekiller ve tablolar dâhil 20 sayfayı geçmemelidir. Dergiye yayın için gönderilen makaleler en az iki hakem tarafından değerlendirilir. Makalelerin dergide yayımlanabilmesi için hakemler tarafından olumlu görüş bildirilmesi gerekmektedir. Dergi Editör Kurulu, hakem raporlarını (iki 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 yayın haklarını Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi'ne verdiklerine dair **Telif Hakları Formu**'nu imzalamalıdır. Bu form iletilmeden yayın kabul edilse de yayımlanmayacaktır. Bütün bu bilgiler aşağıdaki DergiPark sistemi, e-posta adresi veya posta adresi ile editörlüğe gönderilmelidir. Dergide yayımlanacak makalelerin içeriğinden kaynaklanan her türlü yasal sorumluluklar ve telif haklarına ilişkin doğabilecek hukuki sorumluluklar tamamen yazarlara aittir.

Bitlis Eren Üniversitesi
Fen Bilimleri Dergisi Editörlüğü

Bitlis Eren Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
13000, Merkez, Bitlis/TÜRKİYE
E-posta : fbe@beu.edu.tr
Web : <http://dergipark.gov.tr/bitlisfen>



Makale No/Article ID:

B.E.U.
FEN BİLİMLERİ DERGİSİ
Telif Hakkı Devir Formu / Copyright Form

[Makale Adı / Article title]

.....
.....
.....

Başlıklı makalenin telif hakkından feragat etmeyi/ettiğimizi, makalenin telif hakkının Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne devredildiğini ve Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Editörlüğü makalenin yayımlanabilmesi konusunda yetkili kılındığını kabul eder ve imza ederiz.

Ayrıca, adı geçen makalenin tüm içeriği konusunda tüm sorumluluk yazar/yazarlara ait olup, makalenin içeriği konusunda doğabilecek sorunlardan Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Editörlüğü sorumlu değildir.

Bütün yazarlar tarafından imzalanması gerekiyor: (Sorumlu yazar/Corresponding author*)

<u>Yazarın Adı ve Soyadı / Author Names</u>	<u>İmzası / Signature</u>	<u>Tarih / Date</u>
1		
2		
3		
4		
5		

NOT: Eksik imza durumunda sorumluluk imzalayan yazarlara aittir. Form doldurulup imzalandıktan sonra online veya e-posta yoluyla gönderilmelidir:

Web : <http://dergipark.gov.tr/bitlisfen>

E-mail : fbe@beu.edu.tr



Article ID:

BEU
JOURNAL OF SCIENCE
Copyright Transfer Form

We, the authors of the manuscript entitled

relinquish our copyrights on the manuscript in favor of BEU Graduate School of Science. Hence, we, the authors, accept and signs for this copyright transfer which includes but not limited to granting the right to publish the manuscript to the Editorial Board of BEU Journal of Science.

Nevertheless, we, the authors, retain all responsibilities regarding the manuscript. The Editorial Board of BEU Journal of Science cannot be held responsible for any conflict due to the content of the manuscript, by any means.

All authors must sign:

Authors' Full Names	Signature	Date
1. _____	_____	_____
2. _____	_____	_____
3. _____	_____	_____
4. _____	_____	_____
5. _____	_____	_____

(Add additional lines if needed. Corresponding author should be indicated by “*”.)

In case of absent signature, signing authors will be responsible. Filled and signed forms should be sent online or by email.

Web : <http://dergipark.gov.tr/bitlisfen>

E-mail : fbe@beu.edu.tr